

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA - CT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL – PPGECA
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

MAISA BEATRIZ MARINHO FAUSTO DA SILVA

**CUSTOS DE MANUTENÇÃO EM HIS CONSTRUÍDAS COM O SISTEMA
INOVADOR DE PAREDE DE PLACAS MOLDADAS *IN LOCO*: UM
ESTUDO DE CASOS NO CONJUNTO MARIZ I EM JOÃO PESSOA-PB**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA URBANA

João Pessoa, PB - Brasil
Março de 2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA - CT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL – PPGECA
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

MAISA BEATRIZ MARINHO FAUSTO DA SILVA

**CUSTOS DE MANUTENÇÃO EM HIS CONSTRUÍDAS COM O SISTEMA
INOVADOR DE PAREDE DE PLACAS MOLDADAS *IN LOCO*: UM
ESTUDO DE CASOS NO CONJUNTO MARIZ I EM JOÃO PESSOA-PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de Concentração: Engenharia Urbana

Orientador: Prof. Dr. Gibson Rocha Meira

João Pessoa, PB - Brasil
Março de 2016

S586c Silva, Maisa Beatriz Marinho Fausto da.
Custos de manutenção em HIS construídas com o sistema inovador de parede de placas moldadas *in loco*: um estudo de casos no Conjunto Mariz I em João Pessoa-PB / Maisa Beatriz Marinho Fausto da Silva.- João Pessoa, 2016.
144f. : il.
Orientador: Gibson Rocha Meira
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT
1. Engenharia urbana. 2. Habitação de Interesse Social (HIS). 3. Manutenção - custo. 4. Sistema construtivo inovador. 5. Item de custo significativo (CSI).

UFPB/BC

CDU: 62:711(043)

CUSTOS DE MANUTENÇÃO EM HIS CONSTRUÍDAS COM O SISTEMA INOVADOR DE PAREDE DE PLACAS MOLDADAS *IN LOCO*: UM ESTUDO DE CASOS NO CONJUNTO MARIZ I EM JOÃO PESSOA-PB

Maisa Beatriz Marinho Fausto da Silva

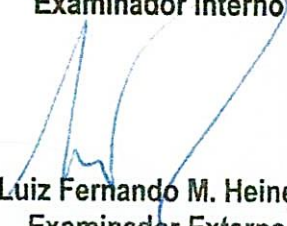
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, defendida em 31 de março de 2016 e aprovado pela banca examinadora, constituída pelos professores:



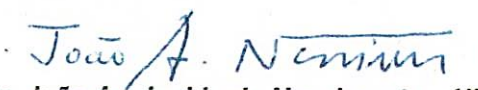
Prof. Dr. Gibson Rocha Meira – IFPB
Orientador



Prof. Dr. Roberto Leal Pimentel – UFPB
Examinador Interno



Prof. Dr. Luiz Fernando M. Heineck – UECE
Examinador Externo



Prof. Dr. João Aguinaldo do Nascimento – UFPB
Examinador Externo

João Pessoa, PB – Brasil
Março de 2016

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu quero agradecer ao meu bom DEUS, por ter me proporcionado tamanha realização; em todos os momentos senti o Seu cuidado e imenso amor para comigo, principalmente nos dias de dificuldade, Suas palavras me incentivaram e me fizeram ir mais adiante. Na Bíblia no livro de 1 Coríntios 2:9 está escrito que “as coisas que o olho não viu, e o ouvido não ouviu, e não subiram ao coração do homem, são as que Deus preparou para os que o amam”; e de forma maravilhosa tenho vivido exatamente o que diz este versículo. Todo louvor, honra e glória sejam para ti meu Senhor!

Meu coração está extremamente radiante de felicidade por ter chegado até o fim do mestrado, e não foi sozinha que consegui este feito, tive ajuda e incentivo de pessoas mais que especiais, a estas quero externar a minha sincera gratidão, começando pelo meu amado esposo André, pelo amor e paciência a mim dedicados; ti amo, ainda mais, meu querido. Aos meus pais Manoel e Maisa pelo investimento ao longo de anos em toda minha formação acadêmica, desde os meus primeiros passos; por acreditarem em mim, e o mais importante por dividirem comigo o maior tesouro que se pode ter “a fé”, que é o firme fundamento das coisas que se esperam, e a prova das coisas que se não vêem (Hebres 11:1). As minhas irmãs Mirian e Midian, por me fazer querer melhorar a cada dia, pois me têm como modelo mesmo sem eu merecer. Aos meus queridos avós paternos Manoel e Laudicéia que sempre acompanharam as etapas da minha vida de perto. Ao meu querido avô, João Marinho, carinhosamente chamado de sabiá “em memória” do qual tenho as melhores e doces lembranças, quando mesmo com tão poucos recursos financeiros investiu em mim.

Estou muito agradecida ao meu orientador Prof. Gibson pela confiança no desenvolvimento de todo o trabalho. A minha querida co-orientadora Prof^a. Alexsandra, por todo o período dedicado a mim em suas valiosas orientações, nunca esquecerei tamanha generosidade. A Prof^a. Nelma por dividir comigo um pouco do seu conhecimento na parte de orçamento, foi de grande valia na montagem das planilhas orçamentárias de manutenção. Ao meu companheiro de pesquisa Dimas, pela cooperação braçal e intelectual no desenvolvimento deste trabalho, você é parte muito importante de tudo isto. Ao Prof. João pela consultoria Estatística, que foi de suma importância para o fechamento deste trabalho. Ao Prof. Roberto Pimentel pela disposição em compor a banca da defesa desta dissertação como membro interno e ao Prof. Heineck que aceitou prontamente o convite de fazer parte deste momento como avaliador externo.

Por fim, me reporto com carinho a minha querida amiga Janilci, por ter compartilhar seu conhecimento comigo e pela amizade prontamente oferecida. As minhas amadas e velhas amigas Patrícia e Joana que sempre me incentivaram e me ajudaram neste caminho árduo de pesquisadora, compartilhamos alegrias, medos e conquistas. Ao FINEP, CNPq e a Capes pelo apoio recebido. Ao PPGEAM (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental) pela oportunidade de ingressar neste programa de Pós-graduação e desenvolver a referida dissertação. Enfim, a todos que contribuíram de forma direta e indireta para o desenvolvimento deste trabalho lhes dedico os meus mais sinceros agradecimentos; só Deus poderá recompensá-los pelo que fizeram por mim.

“... Cuidado, meu filho; nada acrescente a eles. Não há limite para a produção de livros, e estudar demais deixa exausto o corpo. Agora que já se ouviu tudo, aqui está a conclusão: Tema a Deus e guarde os seus mandamentos, pois isso é o essencial para o homem...”.
(Eclesiastes 12.12-13)

RESUMO

SILVA, M. B. M. F. **Custos de manutenção em HIS construídas com o sistema inovador de parede de placas moldadas *in loco*: um estudo de casos no conjunto Mariz I em João Pessoa-PB.** 2016. 000f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental), Centro de Tecnologia, Universidade Federal Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2016.

As edificações sofrem degradação com o tempo, necessitando, portanto, da realização de serviços de manutenção. Esses serviços geram despesas, que são os custos de manutenção. E quando se fale do estudo dos custos de manutenção em HIS, este é um assunto pouco explorado, e se tratando das que foram construídas com algum sistema construtivo inovador/não convencional ainda mais. A partir do conhecimento desta lacuna em termos de custos de manutenção em HIS e partindo desse panorama a presente dissertação aborda a questão dos custos de manutenção em HIS que utilizaram o sistema construtivo inovador de “paredes de vedação em placas de concreto moldadas *in loco*” do conjunto Mariz I, localizado na cidade de João Pessoa- PB. Para a construção da supracitada dissertação o método de abordagem utilizado foi o dedutivo, foram utilizadas as técnicas de documentação indireta e direta (extensiva) e foi adotado o processo de amostragem probabilista. A pesquisa que foi realizada e tem como produto esta dissertação, classifica-se quanto à natureza, em quantitativa, quanto à finalidade em aplicada, quanto ao tipo em descritiva e quanto ao delineamento, em pesquisa de levantamento. Este trabalho se propôs a detalhar todos os itens que sofreram manutenção ao longo dos anos estudados nas HIS abordadas, bem como os custos oriundos desta atividade, denominados de custos efetivos; buscando *a priori* com os valores conhecidos dos gastos com manutenção se projetar apenas em termos de custos futuros para um dado período em cada caso específico, a partir do desenvolvimento de uma ferramenta de mensuração de custo de manutenção que utiliza-se do princípio de itens custos significativos (CSI) e auxiliada por mecanismos estatísticos. No entanto, à medida que se deu o andamento do trabalho outros fatores relevantes foram se tornando notórios, tais como: a influência da situação socioeconômica dos moradores das edificações com os custos de manutenção; o cálculo dos custos de itens em que não foram feitas intervenções de manutenção, mas que se constatou a necessidade de serem feitas, estes denominados de custos potenciais; a percepção do estado de conservação das edificações na ótica da qualidade da prática da manutenção, entre outros aspectos. Em linhas gerais constatou-se que a atividade de manutenção, foi realizada informalmente e de maneira corretiva. Foi visto que 22% dos itens de manutenção contribuíram com 95% dos custos efetivos das edificações analisadas. O item pintura foi o mais representativo, em termos de custos efetivos de manutenção. Sobre os custos potenciais, na maioria das moradias, há uma tendência de inversão proporcional do montante destes, em relação aos custos efetivos. Os valores dos custos de manutenção foram diretamente proporcionais ao poder aquisitivo dos moradores, as limitações de renda destes influenciaram na ausência/protelação da manutenção das edificações, mas também no resultado final da sua execução.

Palavras-chave: Manutenção, Custo de manutenção, Habitação de interesse social (HIS), Sistema construtivo inovador, Item de custo significativo (CSI).

ABSTRACT

SILVA, M. B. M. F. **Custos de manutenção em HIS construídas com o sistema inovador de parede de placas moldadas *in loco*: um estudo de casos no conjunto Mariz I em João Pessoa-PB.** 2016. 000f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental), Centro de Tecnologia, Universidade Federal Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2016.

The buildings are degraded over time, requiring therefore performing maintenance services. These services generate costs, which are the maintenance costs. And when you speak of the study of maintenance costs in Social Housing, this is a little explored subject, and when it comes to the ones which were built with some innovative/ unconventional building system even more. From the knowledge of this gap in terms of maintenance costs on Social Housing and starting from this scenario this dissertation addresses the issue of maintenance costs in Social Housing that used the innovative building system of "sealing walls in molded concrete slabs on site" from the district Mariz I, located in João Pessoa-PB. For the elaboration of the aforementioned dissertation the approach method was deductive, we used the techniques of direct and indirect documentation (extensive) and was adopted probabilistic sampling process. The research that was carried out and has as product this dissertation is classified as to nature, in quantitative, as the purpose in applied, as the type, descriptive and on the design, in survey research. This work proposes to detail all the items that have undergone maintenance over the years studied in the Social Housing addressed, as well as costs arising from this activity, called actual costs; seeking in prior, with the known values of maintenance expenditures, to project itself in terms of future costs for a given period in each case, from the development of a measurement tool for the maintenance costs that uses the principle of cost-significant item (CSI) and aided by statistical mechanisms. However, as the work progressed other relevant factors were becoming notorious, such as the influence of socioeconomic status of the buildings residents with maintenance costs; the calculation of the cost items that were not done maintenance work, but it was found the need to be made, those called potential costs; the perception of the buildings conservation status in the optics of quality of maintenance practice, among others. In general it was found that the maintenance of the activity was carried out informally and in corrective manner. It has been seen that 22% of maintenance items contributed to 95% of the actual costs of the analyzed buildings. The paint item was the most representative, in terms of effective maintenance costs. About the potential costs, in the most of dwellings, there was a tendency of proportional reversal of the amount thereof compared to actual costs. The values of the maintenance costs were directly proportional to the purchasing power of residents, income limitations of these influenced the absence / postponement of the building's maintenance, and also in the final result of their execution.

Key words: maintenance, maintenance costs, Social housing, Unconventional building system, cost-significant item.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Representação conceitual de termos utilizados no âmbito construtivo.....	32
Figura 2-Recuperação do desempenho por ações de manutenção	33
Figura 3- Lei de Sitter	37
Figura 4- Calculadora CEMEQ	42
Figura 5-Diagrama esquemático das etapas da pesquisa	45
Figura 6-Mapa de localização da área em estudo	46
Figura 7-Visão aérea da área de estudo.....	46
Figura 8- Espessura da placa usada na parede de vedação	49
Figura 9-Planta-baixa (Casa do projeto Mariz I)	49
Figura 10-Corte AA.....	50
Figura 11-Fachada frontal.....	50
Figura 12-Corte BB	50
Figura 13-Fachada lateral direita	51
Figura 14-Fachada lateral esquerda	51
Figura 15-Fachada dos fundos	51
Figura 16-Detalhe da cobertura	52
Figura 17-Fachada frontal das casas 4 e 5 do Conjunto Mariz I.....	52
Figura 18-Pilar com armadura exposta e fissura (Casa 3).....	55
Figura 19- Parede com afundamento de placa de vedação e fissura (Casa 4)	55
Figura 20- Parede com desgaste na pintura e calçada rachada (Casa 4)	56
Figura 21- Afundamento do piso do Wc° (Casa 5)	56
Figura 22- Problema na junta entre as placas de vedação (Casa 5)	57
Figura 23- Armadura exposta na placa de vedação (Casa 3).....	57
Figura 24- Forra da porta danificada (Casa 4).....	58
Figura 25- Caibros deteriorados (Casa 6).....	58
Figura 26-Evolução dos custos efetivos de manutenção (1998 a 2013).....	65
Figura 27-Totais de custos efetivos por item de Manutenção (Gráfico de Pareto)	65
Figura 28-Totais dos Custos efetivos de manutenção para o item pintura	66
Figura 29-Totais de Custos efetivos de manutenção	66
Figura 30-Totais de Custos potenciais de manutenção	67
Figura 31-Totais de custos médios potenciais por item de Manutenção (Gráfico de Pareto)	68
Figura 32-Custos potenciais, efetivos e totais (ano de 2013)	68
Figura 33-Custos potenciais, efetivos e totais médios (ano de 2013) por item de manutenção	69
Figura 34-Custos potenciais e efetivos (ano de 2013) - percentuais acumulados por item de manutenção	70
Figura 35-Análise comparativa entre a renda mensal familiar e os custos com manutenção de cada casa	71
Figura 36-Renda e percentual gasto com custo total de manutenção por casa	72
Figura 37- esquema das etapas do processo de concepção da ferramenta de custos de manutenção.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Estado de Conservação a partir da atividade de manutenção	54
Quadro 2-Composição unitária simplificada baseada no SINAPI para o item pintura	59
Quadro 3-Exemplo de composição de preço unitário detalhada com insumos do SINAPI	59
Quadro 4-Série histórica INCC- recorte do período estudado	60
Quadro 5-Série histórica INCC- recorte do período estudado	61
Quadro 6- Ampliação da planilha orçamentária formulada para a manutenção do item pintura	62
Quadro 7-Os itens de custo significativo para casa 1	75
Quadro 8-Os itens de custo significativo para casa 2	76
Quadro 9-Os itens de custo significativo para casa 3	77
Quadro 10-Os itens de custo significativo para casa 4	78
Quadro 11-Os itens de custo significativo para casa 5	79
Quadro 12-Os itens de custo significativo para casa 6	80
Quadro 13-Os itens de custo significativo para casa 7	81
Quadro 14-Os itens de custo significativo para casa 8	82
Quadro 15-Os itens de custo significativo para casa 9	83
Quadro 16-Os itens de custo significativo para casa 10	84
Quadro 17-Os itens de custo significativo para as 10 casas.....	85
Quadro 18-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste - casa 1	87
Quadro 19-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste - casa 2	88
Quadro 20-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 3	88
Quadro 21-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 4	89
Quadro 22-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 5	90
Quadro 23-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 6	90
Quadro 24-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 7	91
Quadro 25-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 8	92
Quadro 26-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 9	92
Quadro 27-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 10	93
Quadro 28-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- 10 casas	94
Quadro 29-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 1)	95
Quadro 30-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 2)	95
Quadro 31-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 3)	96
Quadro 32-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 4)	97
Quadro 33-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 5)	97
Quadro 34-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 6)	98
Quadro 35- Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 7)	99
Quadro 36-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 8)	99
Quadro 37- Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 9)	100
Quadro 38-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 10)	101
Quadro 39-Custos médios e previsões médias de custos de manutenção (10 Casas)	101

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1- Expressão para cálculo de amostra.....	42
Equação 2- expressão para o cálculo dos índices de retroação	61
Equação 3- expressão para cálculo da relação entre os custos de manutenção	74
Equação 4-expressão para cálculo da relação entre os itens de manutenção	74
Equação 5- expressão genérica para cálculo dos custos de manutenção totais	74
Equação 6- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 1).....	75
Equação 7- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 2).....	76
Equação 8- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 3).....	77
Equação 9- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 4).....	78
Equação 10- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 5).....	79
Equação 11- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 6).....	80
Equação 12- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 7).....	81
Equação 13- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 8).....	82
Equação 14- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 9).....	83
Equação 15- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 10).....	84
Equação 16- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (10 casas	85
Equação 17- expressão para cálculo do coeficiente de ajuste (R^2)	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APO:	Avaliação Pós-Ocupacional
BNH:	Banco Nacional de Habitação
CCV:	Custo de Ciclo de Vida
CEHAP:	Companhia de Habitação do Estado da Paraíba
CEMEQ:	Centro de Métodos Quantitativos
CMF:	Fator de Modelo de Custo
CSI:	Item de Custo Significativo
CV:	Ciclo de Vida
D:	Durabilidade
DATEC:	Documento de Avaliação Técnica
DES:	Desempenho
EPS:	Poliestireno Expandido
FHC:	Fernando Henrique Cardoso
FINEP:	Financiadora de Estudos e Projetos
HIS:	Habitação de Interesse Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC:	Índice de Correção
INCC:	Índice Nacional de Custo da Construção
IPT:	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MC:	Custo de Manutenção
NBR:	Norma Brasileira Regulamentadora
PBQP-H:	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PHB:	Política Habitacional Brasileira
PMCMV:	Programa Minha Casa Minha Vida
PVC:	Policloreto de Polivinila
SINAPI:	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINAT:	Sistema Nacional de Aprovação Técnica
SINTRICOM:	Sindicato Intermunicipal dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção Civil, da Construção Pesada e do Mobiliário, de João Pessoa
SQR:	Soma de Quadrados
SQT:	Somas de Quadrados Totais
VPV:	Vida Útil de Projeto
VU:	Vida Útil

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	17
1.2 JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA	19
1.3 OBJETIVOS	20
1.3.1 OBJETIVO GERAL	20
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	22
2.1.1 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL CONSTRUÍDAS COM SISTEMA INOVADOR	26
2.2 MANUTENÇÃO	28
2.2.1 ASPECTOS NORMATIVOS PARA A ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO	31
2.2.2 CUSTOS DE MANUTENÇÃO	35
3. METODOLOGIA	41
3.1 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA	41
3.2 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	43
4. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO EM ESTUDO	46
4.1 PROJETO ANTÔNIO MARIZ	47
4.2 ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS HABITAÇÕES A PARTIR DE INSPEÇÃO VISUAL	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
5.1 APRESENTAÇÃO DOS DADOS DO ESTUDO	59
5.2 CUSTOS EFETIVOS	64
5.3 CUSTOS POTENCIAIS	67
5.4 PERFIL SOCIOECONÔMICO DOS MORADORES E OS CUSTOS DE MANUTENÇÃO	70
5.5 FERRAMENTA DE CUSTO DE MANUTENÇÃO	72
5.5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ITENS DE CUSTO SIGNIFICATIVO E SELEÇÃO DO (S) ITEM (S) DE CUSTO SIGNIFICATIVO INSERIDO NOS MODELOS	74
5.5.2 ELABORAÇÃO DOS MODELOS DE CUSTOS E PREVISÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO	86
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	103
6.1 CONCLUSÕES	104

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	106
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES.....	117
1. FORMULÁRIO DE ENTREVISTA PARA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO.....	117
2. FORMULÁRIO DE ENTREVISTA PARA O PERFIL SOCIOECONÔMICO.	132
3. PRODUTOS ESTATÍSTICOS GERADOS PARA O MODELO LINEAR A PARTIR DA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO EXECUTADO NO “R”	134

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos, muitas edificações tem apresentado desempenho insatisfatório, quer seja em função de problemas projetuais ou construtivos, quer seja decorrente de falhas na etapa de uso. Detendo-se especificamente a etapa de uso, ressalta-se um problema tão antigo quanto o ato de construir: a falta de manutenção das construções.

O envelhecimento das edificações é algo inevitável e isso traz à tona a reflexão sobre se manter em condições de uso o bem construído. De acordo com Seeley (1987), a manutenção deve iniciar no dia em que os construtores saem da obra; no entanto se percebe que isso não ocorre. Devido à ausência/deficiência de atividades de manutenção, tem se tornado recorrente construções com desempenho insatisfatório e com redução da vida útil.

Sendo do conhecimento de todos que as construções estão sujeitas à deterioração, é necessária uma maior conscientização, tanto dos construtores privados quanto dos gestores públicos, responsáveis, por exemplo, pela aprovação de projetos sociais de incentivo a construção de habitação popular, de que as edificações precisam adotar um plano de manutenção constante, com atuação preventiva (aquela que antecede o aparecimento do problema) ou corretiva (aquela após o aparecimento do problema), a fim de atender as necessidades e os requisitos mínimos de segurança dos usuários das edificações.

A Construção Civil brasileira apresenta poucos incentivos para o desenvolvimento da atividade de manutenção, fato esse evidenciado ainda no momento do planejamento da obra, tendo em vista que as etapas construtivas mais consideradas são: projeto, materiais e execução – deixando por vezes a desejar na etapa de uso e manutenção.

É certo que atrelados a essa realidade de carência de manutenção e dos elevados custos inerentes a esta atividade, estão aspectos como a falta de planejamento, o imprevisto, a ausência de rigor técnico e a informalidade.

Detendo-se especificamente à questão da informalidade, na qual os próprios moradores, sozinhos ou com o auxílio de amigos e parentes, realizam a manutenção, Meijer (1993) a distingue da atividade de manutenção formal, realizada por profissionais contratados.

Esse campo de atividade informal, conhecido também como *do-it-yourself*, cresce cada vez mais, fundamentando-se normalmente na ideia de reduzir custos sem deixar de realizar a manutenção das moradias. No cenário internacional, onde muitas vezes o custo da mão de obra para a realização dos serviços é elevado, há uma forte tendência a sua adoção.

No âmbito das habitações de interesse social (HIS), com a necessidade de se obter o máximo de eficiência com o mínimo de investimento de dinheiro, tempo e espaço, os empreendimentos têm adotado soluções de projetos que atendem apenas minimamente às necessidades e expectativas

de seus moradores, não levando em consideração problemas com o uso, a manutenção e a substituição precoce de seus materiais e componentes (ROMERO; ORNSTEIN, 2003). No entanto, esquecem que assim como o problema da habitação popular urbana, a falta de preservação das habitações é algo que persiste desde muito tempo também. Deste modo, nas (HIS), a prática da atividade de manutenção é um tema muito preocupante, uma vez que o poder aquisitivo dos moradores é limitado. Como consequência, quando se recorre à manutenção, essencialmente associa-se a informalidade.

Não há dúvidas quanto à forte influência que o espaço construído exerce sobre a qualidade de vida da humanidade, já que a maior parte da população mundial habita em cidades, e vive essencialmente em edificações. O ambiente edificado se configura como suporte físico para a realização direta ou indireta de todas as atividades produtivas, e por isso representa um papel social fundamental (CREA-PR, 2011 *apud* VILLANUEVA, 2015).

Ao considerar a habitação como referência de bem estar, é possível entender que as habitações de interesse social (HIS) devem, não apenas colaborar com o déficit habitacional no país, de um ponto de vista quantitativo, mas também devem oferecer qualidade de vida aos usuários dessas edificações. O problema da falta de moradia e da baixa qualidade das unidades habitacionais produzidas contribui para o agravamento dos problemas sociais e econômicos, existentes na maioria das cidades (NOVAES, 1996). De acordo com Rubin e Bolfe (2014) o problema habitacional e as inadequadas condições de moradia da população de baixa renda também são problemas gerados pela acelerada urbanização.

No crescimento da produção habitacional no Brasil, a alvenaria estrutural se destaca como principal sistema construtivo adotado, para o qual há um saber-fazer bastante disseminado na construção civil. Apesar da predominância da alvenaria estrutural, alguns sistemas construtivos considerados inovadores estão sendo empregados, tais como: paredes de concreto moldadas *in loco*, paredes em PVC+concreto, *steel-frame*, blocos de EPS, grandes painéis cerâmicos pré-fabricados (*JetCasa*), formas *blanche*, paredes pré-moldadas em concreto, entre outros (FERREIRA, 2012).

Em habitações que adotam tais sistemas, como tratar a questão da manutenção, tendo em vista que grande parte da mão de obra tradicional no Brasil não tem conhecimento relacionado à execução desses sistemas construtivos inovadores? Além disso, como lidar com a manutenção de habitações, financiadas por programas públicos de HIS, que utilizam sistemas construtivos não convencionais, considerando também a faixa de renda dos moradores?

Isso porque, as HIS que são construídas com algum sistema construtivo inovador, ou seja, aquele que não possui norma harmonizada (AMANCIO *et al.*, 2012), requerem ainda mais cautela no desenvolver da manutenção, uma vez que demandam conhecimento técnico mais aprofundado,

ferramentas e mão de obra específicas, e esse conhecimento prévio nem sempre é acessível aos usuários desse tipo de edificação.

Por outro lado, se as habitações passam por longos períodos de ausência de manutenção, os custos dessa natureza podem apresentar diferentes perfis ao longo da vida útil, em função da irregularidade com esse tipo de despesa (MEIRA, 2002). Na prática, quando as reservas dos proprietários são limitadas, a parcela destinada à manutenção da construção é frequentemente a que sofre redução orçamentária (ASHWORTH, 1996).

Logo, partindo-se do entendimento dos custos das atividades de manutenção, criou-se um caminho aberto para a compreensão dos custos futuros em edificações com esse perfil. Nesse estudo, baseando-se na literatura pesquisada, foi possível chegar ao ferramental proposto através do conceito de custos significativos, onde a partir de um número reduzido de custos de itens de manutenção- os chamados custos significativos- pode-se derivar correspondente modelo de custo.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

No que se refere a tecnologias construtivas não convencionais, observa-se que existe uma lacuna muito grande nas bibliografias, tanto nacionais quanto internacionais, em termos de mapeamento dos custos de manutenção.

Assim, tanto o acompanhamento dos custos de manutenção quanto à elaboração de uma ferramenta que seja capaz de prever os custos de manutenção de edificações que utilizem tecnologias inovadoras será de grande valia. Com o uso dessa ferramenta, será possível monitorar os custos de manutenção, estabelecer metas em termos de melhorias de desempenho, além da própria retroalimentação do processo construtivo inovador, com vistas a otimizá-lo.

A depender de aspectos diversos, o empirismo ainda prevalece no campo da manutenção. Isso dificulta, por exemplo, a compreensão do comportamento dos custos de manutenção em habitações de interesse social. Assim, pesquisas que abordam essa temática de custos de manutenção nesse tipo de habitação são necessárias. Esse será, portanto, o caminho seguido durante a evolução da pesquisa em foco, tornando-se ainda mais específico à medida que contemplará habitações construídas com um sistema construtivo não convencional.

O objeto estudado foi os custos de manutenção em HIS (Habitações de Interesse Social) construídas com sistema construtivo não convencional.

Sendo assim, acredita-se na relevância deste estudo, uma vez que o mesmo objetiva desenvolver uma ferramenta para mensuração dos custos relacionados ao desenvolvimento da atividade de manutenção das Habitações de Interesse Social (HIS) construída com sistema não convencional de placas moldadas *in loco* abordadas no presente estudo.

Mediante apreciação da contextualização do tema, bem como das informações previamente elencadas, ratifica-se a adequação do trabalho na esfera da Engenharia Civil e Ambiental, inserido no campo da Engenharia Urbana.

A presente pesquisa teve início no ano de 2011, através de um projeto aprovado e financiado pela FINEP, em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, a Universidade Federal da Paraíba e outras instituições nacionais, constituindo um grupo de pesquisa denominado Rede Inovatec. Buscou-se, inicialmente, a realização do diagnóstico do cenário existente, em termos de custos de manutenção, para, a partir daí, desenvolver ferramenta para mensurar os custos de manutenção em construções que utilizam sistemas construtivos não convencionais. Houve, para essa finalidade, a alocação de um aluno de mestrado do curso de pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, a referida autora dessa dissertação.

O desenvolvimento desta pesquisa de mestrado pode ser dividido de forma macro em quatro grandes etapas. Essa divisão diz respeito à revisão bibliográfica, à pesquisa empírica, à empírica exploratória e a elaboração da ferramenta. Quanto à revisão bibliográfica, houve um processo de levantamento e seleção de referencial teórico nacional, bem como internacional. Quando selecionado, esse material se constituiu como o embasamento bibliográfico do referido estudo. Paralelamente ao aporte teórico da pesquisa foi trabalhado o delineamento do estudo empírico, quando as estratégias foram traçadas e estabelecidas. Nessa fase, a experiência e as informações obtidas a partir de formulários de entrevistas, realizados em um conjunto de Habitações de Interesse Social (HIS) construídas com sistema não convencional, contribuíram de forma determinante no mapeamento dos custos de manutenção das edificações estudadas, bem como no aprimoramento e aplicação de instrumentos de coletas de dados. Como as informações oriundas dos formulários nem sempre eram coerentes, entrou em ação o estudo empírico exploratório, no qual as informações obtidas pelo estudo empírico foram medidas *in loco*. Por fim, o fechamento do trabalho culminou no processo de elaboração propriamente dito da ferramenta; que se deu de maneira sistêmica, onde a partir da determinação dos custos de manutenção dos itens de serviços realizados no período do estudo, foi possível com a seleção de um item, aquele com maior representatividade em termos de manutenção prever custos futuros.

A supracitada dissertação está dividida em 6 (seis) capítulos. O primeiro capítulo consiste numa introdução, na qual são apresentados os principais aspectos do contexto onde a pesquisa está inserida; que justificam a sua realização e a concretização dos seus objetivos. No capítulo dois estão inseridas todas as temáticas relacionadas ao desenvolvimento do estudo em forma de uma aprofundada revisão bibliográfica. No capítulo três está exposta a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, bem como os métodos, as técnicas, os materiais utilizados e todas as

etapas minuciosamente descritas do estudo em destaque. No capítulo quatro encontra-se uma descrição do cenário onde foi desenvolvida toda a pesquisa, desde o ambiente físico, bem como os aspectos peculiares as edificações abordadas no supracitado estudo. No capítulo cinco estão apresentados os dados referentes aos custos de manutenção das (HIS) coletados, ao longo de toda a pesquisa; os mesmos são apresentados e analisados, nesta mesma seção de forma complementar foram também formalizadas as discussões sobre o padrão socioeconômico e o sistema construtivo adotado com os custos de manutenção. Neste mesmo capítulo a partir dos dados anteriormente apresentados, consta o passo a passo do desenvolvimento da ferramenta de mensuração dos custos de manutenção. E, finalmente, o capítulo seis, o último, que está dedicado às conclusões e as sugestões para trabalhos futuros.

1.2 JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA

Há uma real necessidade de acompanhamento e avaliação criteriosa de edificações construídas com sistema construtivo inovador, ou seja, aquele desenvolvido sem norma técnica prescritiva, cujo comportamento em uso (desempenho) não é totalmente conhecido. Tecnologias construtivas inovadoras carecem de atenção especial, no sentido de serem acompanhadas e avaliadas criteriosamente, para que os riscos de insucesso das mesmas, quando utilizadas, sejam minimizados. Um dos aspectos que merece destaque no que diz respeito ao uso dessas tecnologias inovadoras refere-se aos custos de manutenção.

Existem algumas pesquisas que mostram o comportamento dos custos de manutenção ao longo da vida útil de construções que utilizam sistemas construtivos abrangidos pelas normas, ou seja, sistemas convencionais. No entanto, pouco se sabe sobre os custos de manutenção em construções com tecnologias inovadoras, o que mostra a necessidade de desenvolvimento de ferramentas que possam avaliar esses custos e retroalimentar o processo produtivo com informações capazes de otimizar os sistemas.

Espera-se obter como resultado desse estudo, a formulação da ferramenta de custos de manutenção em construções que utilizam um determinado sistema inovador. Assim, almeja-se que a mesma seja capaz de mensurar os custos relacionados a manutenção de (HIS) Habitações de Interesse Social com as características estudadas. Acredita-se que a geração dessa ferramenta trará impactos consideráveis, tais como:

- Impacto Científico – diagnóstico sobre o que há em relação ao tema.
- Impacto Tecnológico – buscando aperfeiçoamento dos sistemas construtivos inovadores, através da retroalimentação do processo construtivo.
- Impacto Econômico – atuando tanto na fase de uso quanto nas futuras construções, reduzindo custos e estabelecendo metas de melhorias de desempenho.

- Impacto Ambiental – a ferramenta servirá para avaliar os custos em uso e será um instrumento que contribuirá para a escolha de obras mais duráveis.
- Impacto Social – validar sistemas construtivos inovadores, em termos de custos de manutenção, para que sejam utilizados nas construções, sem riscos de insucesso.

Diante do que foi apresentado, justifica-se a realização da pesquisa, ressaltando sua relevância no âmbito dos custos de manutenção de Habitação de Interesse Social (HIS), construída com sistema inovador.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma ferramenta de previsão dos custos de manutenção para as habitações de interesse social que utilizaram o sistema construtivo inovador de paredes de placas moldadas *in loco* do Conjunto Mariz I.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os itens em que foram feitas manutenções durante a etapa de uso.
- Verificar o estado de conservação das habitações, a partir da observação da qualidade da manutenção realizada.
- Fazer medições *in loco* dos itens que sofreram manutenções nas referidas habitações.
- Elaborar planilhas orçamentárias para as despesas com o desenvolvimento da atividade de manutenção.
- Determinar os valores gastos com os serviços de manutenções que foram feitos nas habitações, a partir das planilhas orçamentárias montadas.
- Prever os valores que serão gastos com manutenções em um período específico para as habitações, a partir da aplicação do conceito de custos de itens significativos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A atividade de manutenção despontou a partir do interesse na temática pelo setor industrial, onde muitos dos avanços e atividades desenvolvidas foram adaptados para a Construção Civil, assim como a assimilação dos conceitos de manutenção por este setor. Os estudos realizados ao longo do tempo, em termos de manutenção na construção civil, revelam, de forma geral, o caráter quantitativo e qualitativo peculiar ao desenvolvimento ou não desta atividade. Existe uma crescente preocupação por parte dos diversos autores consultados, tanto nacionais como internacionais, no que diz respeito à influência da atividade de manutenção no desempenho da edificação, bem como no seu tempo de vida útil.

O desempenho de uma edificação depende da eficiência do projeto, da construção, das condições de agressividade do meio e dos cuidados no uso e manutenção. A vida útil prevista no projeto da edificação só poderá ser atingida no caso do seu uso correto e adoção de eficientes processos de manutenção.

No entanto, a atividade de manutenção infelizmente ainda é vista de maneira corretiva em muitos casos, ou seja, só há preocupação e medidas mitigadoras quando os problemas já se instalaram. Mesmo assim, alguns estudiosos tem investido tempo na busca de conhecimentos que possam melhorar a gestão da atividade de manutenção, e isso é perceptível já no aperfeiçoamento das próprias normas, de forma bem específica nas atualizações ocorridas recentemente nas três normas técnicas que determinam os meios para se desenvolver a boa prática da construção, bem como o bom desenvolvimento da atividade de manutenção, que são: a NBR 5674 (ABNT, 2012), a NBR 15575 (ABNT, 2013) e a NBR 14037 (ABNT, 2011).

O próprio termo manutenção tem se reformulado no decorrer dos anos. Anteriormente, o mesmo estava atrelado apenas ao caráter de conservação; hoje o mesmo já faz referência de forma íntima, aos conceitos de durabilidade, qualidade e até mesmo de sustentabilidade.

A grande maioria dos estudos desenvolvidos sobre a temática abordada está inserida no contexto da manutenção predial, ou seja, são poucos os trabalhos que abordam a atividade de manutenção em edificações populares e, mesmo os que o fazem, abordam na vertente da gestão da manutenção, a partir da conhecida APO (Avaliação Pós-Ocupação).

Portanto, o estudo da atividade de manutenção em edificações populares é uma temática pouco explorada e quando se fala do mapeamento dos custos desta atividade também. E quanto ao estudo dos custos de manutenção em Habitações de Interesse Social construídas com sistema não convencional, pouco se encontrou em termos nacionais e internacionais sobre o assunto. Desta feita, assumiu-se o grande desafio de contribuir para a abertura do conhecimento desta temática tão pouco explorada até o presente momento.

Fez-se necessário, para uma melhor compreensão do tema abordado nesta dissertação, o aprofundamento dos assuntos diretamente relacionados a este estudo, que são: Habitação de Interesse Social e Manutenção, ambos expostos em variadas vertentes nas seções posteriores.

Visando um melhor entendimento, os termos “inovador” e “não convencional” neste trabalho, são tratados como sinônimos.

2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

A habitação tem a função primordial de abrigo. É considerada, também, condição para a motivação e busca de outros objetivos, tais como: participação, integração a um grupo e auto realização. E para cumprir essas funções, é necessário que a habitação, além de conter um espaço confortável, seguro e salubre, esteja integrado de forma adequada ao ambiente que a cerca (ABIKO, 1995; MASLOW, 1943 *apud* BISMARCH, 2011).

A questão habitacional teve sua origem a partir das transformações sociais, políticas, econômicas e culturais ocorridas a partir do século XVIII, em decorrência da Revolução Industrial (NUNES 2008).

Na segunda metade do século XIX, com a penetração do capitalismo, começou a se constituir no Brasil a problemática da habitação popular urbana, assim como, cem anos antes, também se constituía na Inglaterra. Havendo o surgimento do “homem livre”, tanto brasileiros como estrangeiros, que foram despejados de suas terras, de suas oficinas, de seus meios de trabalhos, de seus meios de vida e chegaram, em grandes quantidades, no espaço urbano, ocasionando o problema da habitação (VILLAÇA, 1986; ZANFERDINI *et al.*, 2008).

No Brasil, o acesso à moradia sempre esteve articulado a interesses contraditórios. As primeiras ações voltadas para a moradia, além de ajudarem a consolidar a classe operária no país, foram articuladas por diversas forças sociais, a exemplo do próprio estado. Segundo Rodrigues (2003), no final do século XIX e início do século XX, as cidades apresentavam um padrão concentrado, com a maioria dos trabalhadores morando em cortiços.

A partir de 1964, contraditoriamente aos fatos políticos e sociais inerentes à época que a habitação popular passa a ser assumida como questão social, elaborou-se a Política Habitacional Brasileira (PHB) e criou-se o Banco Nacional de Habitação (BNH), sem, contudo, abrir mão da centralização da política (PAULO NETTO, 2002).

O BNH passou a financiar a construção de várias unidades habitacionais no país, contudo, tratava-se de uma estratégia tipicamente keynesiana de impulsionar a economia por meio de incremento à construção civil e da geração de empregos, num contexto de total ausência de transparência e controle dos gastos públicos (CIGNOLLI *apud* BEHRING; BOSCHETTI, 2008).

De acordo com Bonduki (1994), dentre outras características da política desenvolvida nesse período, destaca-se a opção por grandes conjuntos localizados na periferia das cidades, a desarticulação entre os projetos habitacionais e a política urbana, a utilização de soluções uniformizadas, padronizadas, sem nenhuma preocupação com a qualidade da moradia.

Com o fim do regime militar e a extinção do BNH deixou-se de ter uma estrutura de caráter nacional responsável pela política habitacional, abrindo espaço para uma nova fase na política, conhecida como pós-BNH, período no qual os Estados e Municípios passaram a enfrentar a questão habitacional a partir de modelos alternativos. Progressivamente, essa responsabilidade passou a ser transferida para os Estados e Municípios, tendo como marco a Constituição Federal de 1988, que tornou a habitação uma atribuição concorrente dos três níveis de governo, processo que se deve, sobretudo, pelas crescentes mobilizações em torno da moradia, consolidando o poder local enquanto principal interlocutor das organizações populares, acentuando a tendência à descentralização dos programas habitacionais.

Nesse período, surgiram, paralelamente às intervenções tradicionais, diversas experiências municipais de habitação de interesse social, além de programas que adotam pressupostos não convencionais, dentre os quais: desenvolvimento sustentável; diversidade de tipologias; estímulo a processos participativos, além de projetos integrados e a articulação com a política urbana (BONDUKI, 1994).

Embora rompendo com a concepção herdada do BNH, essas alterações não conseguiram impulsionar uma nova política. As ações habitacionais durante o governo FHC foram ineficientes no combate ao déficit habitacional que se concentrava nos segmentos de baixa renda, uma vez que os financiamentos para a obtenção da casa própria se concentravam nas faixas de renda acima de cinco salários mínimos. Como consequência, acesso à terra urbanizada, dotada de serviços, equipamentos e infraestrutura tornou-se cada vez mais caro, impulsionando aqueles que não tem recursos a habitarem locais cada vez mais distantes, precários, irregulares e insalubres.

Nessa perspectiva, Rolnik (2008) ressalta que os terrenos que a lei permite urbanizar, assim como os financiamentos que a política habitacional praticada no país tem disponibilizado, estão reservados ao restrito círculo dos que têm dinheiro e propriedade da terra. [...] Para as maiorias, sobram os mercados informais e irregulares, em terras que a legislação urbanística e ambiental não disponibilizou para o mercado formal: áreas de preservação, zonas rurais, áreas *non-edificandi*, parcelamentos irregulares.

No entanto, após um longo processo de discussão, um importante avanço foi alcançado: a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), criando novos instrumentos urbanísticos para viabilizar a regularização fundiária, fazendo cumprir a função social da propriedade. Com sua aprovação ficou regulamentado o capítulo da política urbana da Constituição Federal de 1988.

A partir de 2003, surgiu uma nova interface para a política de habitação no país, com a criação do Ministério das Cidades, incumbido de exercer a coordenação da Política Urbana Nacional. Sua criação representou um grande avanço no âmbito da gestão pública, pois pressupõe um tratamento integrado da questão urbana, sendo considerado o mais importante órgão responsável pelo enfrentamento à questão da moradia desde a extinção do BNH.

Dentre os princípios que regem a nova política, ganham destaque: o direito à moradia digna como vetor de inclusão social, que pressupõe não só o acesso à unidade habitacional, mas a diversos serviços que garantam um padrão mínimo de habitabilidade; função social da propriedade urbana; gestão democrática com participação dos diferentes segmentos sociais e da articulação à política urbana, de modo integrado às demais políticas sociais e ambientais, e tem como principal objetivo promover condições de acesso à moradia digna para todos, especialmente os segmentos de baixa renda, historicamente excluídos, com os quais há uma enorme dívida social a ser resgatada.

Outra importante inovação foi à inclusão, em 2003, do trabalho social em todos os programas em que o Ministério das Cidades concede recursos a fundo perdido ou através de empréstimos aos Estados e Municípios. O trabalho social passou a ser um componente essencial na política habitacional e urbana, tendo como principal objetivo contribuir com a melhoria da qualidade de vida, a defesa dos direitos e a promoção da inclusão social das famílias beneficiadas pelos projetos.

Em 2009, foi lançado o Programa “Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV) 1, com o objetivo de produzir um milhão de unidades habitacionais e de alavancar a promoção de habitação orientada, principalmente para o segmento econômico, corroborando os vínculos entre Estado e empresas, já esboçados desde o início da década. Atualmente na sua segunda fase, que pretende produzir mais 2,4 milhões de unidades, o programa atendeu sua motivação primordial de fomentar, ainda mais, o setor da construção civil e o mercado imobiliário.

Praticamente em todos os estados do país, o PMCMV incentivou a produção em escala da habitação, consolidando o mercado, propriamente dito, de habitação. Além do aumento de recursos para financiamento habitacional, o setor da construção civil como um todo apresentou um crescimento contínuo entre 2007 e 2010: nesse período, o valor adicionado da atividade da construção foi praticamente dobrado, passando de R\$ 63 bilhões, em 2007, para R\$ 125 bilhões em 2010. Em especial, as obras residenciais tiveram aumento na participação no total das incorporações, obras e/ou serviços da construção, passando de 15,1%, em 2007, para 20,6% em 2010 (IBGE, 2010).

Entretanto, esse crescimento da Construção Civil está restrito à produção de novas edificações e não é acompanhado por um incremento nos serviços de manutenção do estoque existente. Para exemplificar, dentro da modalidade “construção de edifícios”, a participação dos serviços de reforma ou manutenção de edifícios residenciais é diminuta, em torno de 6%, enquanto que a construção de edifícios residenciais abrange mais de 50% (IBGE, 2010). Vale ressaltar que dentro

desses 6% estão incluídos os serviços de reforma e não é possível identificar a porcentagem exata de participação específica dos serviços relacionados à manutenção dos edifícios.

De acordo com Vale e Garcia (2008), em João Pessoa, os principais investimentos na questão da moradia se deram a partir de 1964, quando começaram a ser construídos conjuntos habitacionais seguindo a política do BNH, direcionando a expansão urbana a partir de dois eixos: norte, onde se concentrava a população de maior poder aquisitivo, e sul, onde prevalecia a população de baixa renda. Entre a década de 1970 e 1980 a cidade estendeu-se em direção ao Sudeste, processo que se deu através da construção de habitações populares pelo poder estatal, a exemplo dos conjuntos habitacionais Ernesto Geisel, José Américo de Almeida, Mangabeira e Valentina de Figueiredo.

A partir de 1997, o poder público municipal passou a desenvolver diversos programas habitacionais como o “É pra Morar”, “Habitar Brasil” e “Morar Melhor”, beneficiando diversas famílias através da construção de unidades habitacionais em condomínios localizados nas áreas periféricas da cidade.

No entanto, percebe-se que a qualidade das habitações populares só tem se agravado com o passar das décadas. Para reduzir o custo das moradias, diversos outros problemas passaram a ser adicionados àquele aspecto dimensional das moradias do período pós BNH, como: a sua localização na malha urbana (em periferias ausentes de infraestrutura), a padronização das moradias (produção em larga escala de moradias justificava o baixo custo dessas unidades), as frequentes modificações das unidades com o comprometimento do conforto ambiental, as dificuldades de se fazer manutenção devido ao elevado custo inerente a essa atividade e a baixa qualidade dos materiais construtivos, entre outros.

Para Scussel e Satler (2010), na conformação do espaço residencial, são identificados três grandes campos de análise e suas respectivas variáveis: a moradia propriamente dita (tamanho/densidade de ocupação; funcionalidade; material e técnica construtiva; tipo arquitetônico; estado de conservação; conforto térmico); a infraestrutura (água: tipo de abastecimento/tratamento; esgoto: coleta/destino/tratamento; lixo: coleta/destino; luz e telefone; transportes; escola; posto de saúde; áreas verdes, praças e parques; espaços culturais: museus/bibliotecas/teatro; comércio) e o entorno ou paisagem (patrimônio arquitetônico; arborização; trânsito; ruído; ventilação; insolação – exposição solar; segurança; vizinhança).

Ainda dentro do tema HIS, entretanto, partindo para os aspectos conceituais, o Plano Diretor da cidade de João Pessoa define a Habitação de Interesse Social como: “aquela destinada à população que vive em condições precárias de habitabilidade ou auferir renda familiar igual ou inferior a cinco vezes o salário mínimo ou seu sucedâneo legal” (JOÃO PESSOA, 2009).

Conforme Larcher (2005), o termo Habitação de Interesse Social (HIS) define uma série de soluções de moradia voltadas à população de baixa renda e, segundo (1995), é definido genericamente como Habitação Popular, que também apresenta outras denominações como:

- Habitação de baixo custo (*low-cost housing*) é um termo utilizado para designar habitação barata, sem que isto signifique necessariamente habitação para população de baixa renda.
- Habitação para população de baixa renda (*housing for low-income people*) é um termo mais adequado que o anterior, tendo a mesma conotação que habitação social; este termo traz, no entanto, a necessidade de se definir a renda máxima das famílias e indivíduos situados nesta faixa de atendimento social.

Dentro do contexto das soluções habitacionais voltadas para uma população de baixa renda, tem-se aquelas construídas com materiais ou processos construtivos não convencionais, que são as ditas habitações de interesse social construídas com sistema inovador.

2.1.1 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL CONSTRUÍDAS COM SISTEMA INOVADOR

Segundo Brasil (2007), os materiais de construção, componentes, elementos, sistemas e processos construtivos são tidos como “inovadores” se não há norma técnica brasileira prescritiva ou se a normalização existente não é suficiente para a análise de desempenho do produto.

Voltando-se ao contexto histórico do uso de sistemas inovadores, temos que os países europeus arrasados pela segunda guerra precisaram de soluções de reconstrução em períodos relativamente curtos, o que repercutiu no desenvolvimento de novos materiais, técnicas e sistemas construtivos de maior complexidade e fazendo com que a arte de construir se tornasse de difícil domínio. Essa necessidade de industrialização da construção pós-Segunda Grande Guerra começou a gerar uma consciência de avaliação de desempenho de soluções não convencionais (MITIDIERI FILHO, 1998).

No Reino Unido, habitações pré-fabricadas foram usadas durante períodos de alta demanda e também durante a erradicação de habitações subnormais da década de 1960. Por volta de um milhão de habitações pré-fabricadas foram construídas no século XX, muitas das quais foram projetadas para serem temporárias. No entanto, surgiram problemas devido à qualidade dos materiais de construção e da mão de obra desqualificada, levando a atitudes negativas com relação à pré-fabricação (PARLAMENTARY OFFICE OF SCIENC, 2003).

A desastrosa experiência na Inglaterra, quando várias habitações de um programa de construção de habitações pré-fabricadas para reconstrução pós Segunda Grande Guerra tiveram que ser demolidas, levou a conclusão que “não se pode empregar novas tecnologias, novos processos e sistemas de construção, sem antes ter ensaiado ou avaliado”, gerando um ceticismo geral quanto ao emprego de novas tecnologias (KELLETT, 1901 *apud* MITIDIERI FILHO, 1998).

A produção de habitação social inglesa tem se mostrado uma experiência contínua, mesmo após a adoção de políticas neo-liberais por parte do estado. Nesse sentido, guardadas as diferenças entre os contextos ingleses e britânicos, tal experiência constitui-se em uma referência importante para a discussão de políticas habitacionais e também da adoção de práticas construtivas inovadoras.

A partir da década de 1970, surgiram novos sistemas construtivos mirando a racionalização e industrialização da construção em forma de alternativas a produtos e processos estabelecidos (GONÇALVES *et al.*, 2003). Consequentemente, ao tempo que surgiam propostas de soluções não convencionais, surgiam também tentativas de solucionar problemas oriundos da falta de normalização.

No Brasil, por volta do final dos anos 1980 e em meio a um ambiente competitivo, os indivíduos vinculados à construção civil brasileira perceberam que o crescimento do setor dependia do comprometimento dos profissionais com a qualidade, produtividade e com a inovação tecnológica (CASTRO, 1999). Neste contexto, os produtos não convencionais são fundamentais para intensificar a competitividade da construção.

Mesmo o Banco Nacional de Habitação, cuja uma das suas marcas foi a resistência a adoção ou promoção de tecnologias construtivas não convencionais, investiu, em pesquisas visando à elaboração de avaliação e critérios já no período final da existência deste órgão (IPT, 1981 *apud* GONÇALVES *et al.*, 2003).

Na intenção de harmonizar as diversas referências desenvolvidas, a Caixa Econômica Federal, então sucessora do Banco Nacional de Habitação (BNH), como principal agente financeiro da política habitacional nacional, em conjunto com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) - financiou o projeto de pesquisa: Normas Técnicas para Avaliação de Sistemas Construtivos não convencionais para Habitações (GONÇALVES *et al.*, 2003).

Ainda que de forma descontinuada, algumas iniciativas relativamente recentes retomam o tema da qualidade na construção e da inserção de novas tecnologias (e sistemas) na construção civil. Dentro do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), foi criado o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), com o objetivo de harmonizar requisitos, critérios e métodos para avaliação técnica de produtos não convencionais no Brasil, harmonizando procedimentos para a concessão dos documentos de avaliação técnica (MITIDIERI FILHO *et al.*, 2007).

O SINAT viabiliza processos para o monitoramento de obras através de atividades para atestar os serviços realizados e materiais empregados. Esse monitoramento é efetuado por instituições técnico-científicas (universidade ou instituto de pesquisa), com reconhecida competência.

A inserção de novas técnicas construtivas, para fins habitacionais, por exemplo, que podem ser os conhecidos sistemas inovadores, se em caso específico não houver normas prescritas, tem em suas entrelinhas questões que precisam ser melhor compreendidas, dentre as quais pode-se destacar o desenvolvimento da atividade de manutenção para as construções que fizerem uso de algum tipo de

técnica construtiva que se enquadre no perfil anteriormente exposto. A atividade de manutenção poderá se configurar como um divisor de águas na avaliação de um sistema tido como inovador/ não convencional.

2.2 MANUTENÇÃO

O termo “manutenção” teve sua origem histórica junto aos militares, com o significado de “manter”, nas unidades de combate, o efetivo e os equipamentos bélicos em condições de combate (FERREIRA, 2010 *apud* VILLANUEVA, 2015). Já na década de 1950, tanto nos Estados Unidos, como na França, “manutenção” passou a ser um termo utilizado na indústria, no sentido de conservação. (MONCHY, 1989 *apud* ANTUNES, 2004).

Notoriamente, as edificações que sobreviveram ao tempo têm um caráter religioso ou de grande apelo popular, tais como igrejas e palácios. Mesmo grandes monumentos históricos, como a Esfinge, o Fórum Romano e tantos outros, foram negligenciados ou mesmo esquecidos.

Para os construtores medievais, havia uma natural falta de reverência ao trabalho ancestral e cada nova catedral gótica seguia os partidos arquitetônicos vigentes na época de sua construção.

Com o movimento renascentista na Europa, cresceu o respeito pela Antiguidade clássica, surgindo um novo interesse pelas suas formas arquitetônicas. Pelo fim do século XVIII, o estudo e conhecimento da arqueologia já haviam se tornado um admirável talento do homem educado (ANTUNES, 2004). Diante deste novo cenário, o projeto arquitetônico, por si próprio, valorizou-se, fazendo com que a conservação dos edifícios se tornasse assunto importante e a correção das falhas se tornasse uma prática usual. Iniciaram-se obras de restauração por toda a parte, acentuando-se o respeito ao estilo original.

Para Antunes (2004), com a propagação da Revolução Industrial e o crescente desenvolvimento dos processos mecânicos, o trabalho manual valorizou-se, e o artesanato adquiriu um novo significado. Os edifícios antigos, que sempre exibiram os toques pessoais dos artesãos mestres, passaram a ser vistos com admiração.

No final do Século XIX, foi fundada a Society for the Protection of Ancient Building (SPAB), sociedade instituída para garantir a proteção dos edifícios antigos, a qual passou a realizar restaurações conjecturais, às quais a sociedade inglesa se opôs. Já no início do Século XX, diversas organizações, de várias partes do mundo, começaram a luta pela conservação da arquitetura. Especialmente após a Segunda Guerra Mundial, preservar a arquitetura passou a ser símbolo da reconstrução nacional.

Castro (2007) indica que a manutenção predial, como é entendida atualmente, começou a ganhar ênfase, na Europa, no final da década de 1950, ainda que de forma bastante modesta. Em 1965, a importância das pesquisas focadas neste assunto foi reconhecida pela criação do Comitê de

Manutenção das Construções pelo Ministério de Construções e Serviços Públicos do Governo Britânico.

A partir desse momento, o assunto ganhou muito destaque, em caráter mundial, e em 1979, dando ainda mais importância aos estudos sobre manutenção predial, foi fundado o grupo de trabalho W70 do CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction). Desde então, esse grupo se firmou como uma das mais importantes fontes de pesquisa na área (CASTRO, 2007).

Em termos nacionais, o tema começou a ser discutido com a criação da NBR 5674 em 1977. Lopes (1993) verifica que a norma limitava-se a fornecer informações não muito precisas, incapazes de orientar a implantação de um sistema de manutenção predial. No entanto Neto (2012) afirma que a publicação recente em Julho de 2012 da versão atualizada da NBR 5674 proporciona uma melhoria significativa na abordagem do assunto e avança ao esclarecer e delinear a metodologia de implantação além de explorar os aspectos associados à gestão do programa de manutenção.

Mesmo possuindo diversas lacunas, a criação da Norma estimulou a elaboração de trabalhos técnicos na área de manutenção, uma vez que diversos autores publicaram trabalhos técnicos no final da década de 1980, tais como Cremonini (1989), Dal Molin (1988), Helene (1988), Ioshimoto (1988) e Lichtenstein (1986), concentrando-se prioritariamente no levantamento de manifestações patológicas e de suas respectivas causas e origens, em estudos de durabilidade de materiais e componentes e em trabalhos visando melhorias nas etapas iniciais do processo construtivo. Mais tarde foram realizadas também pesquisas com ênfase em sistemas de manutenção aplicados a edificações não residenciais (LOPES, J. 1993; LOPES, B. 1998). Na área de gestão da manutenção, pode-se destacar o trabalho de Meira (2002), que enfoca o gerenciamento da manutenção em habitações verticais, a pesquisa de Sanches (2010) com ênfase em gestão de manutenção em HIS (Habitações de Interesse Social) e mais recentemente o trabalho de Weber (2012) na gestão da operação e manutenção em empreendimento habitacional de interesse social.

Logo, todos esses estudos feitos anteriormente, serviram para constatar que as edificações devem sofrer procedimentos rotineiros de manutenção para maximizar a vida útil. Entretanto, essa ideia para muitos é considerada como um encargo financeiro desnecessário e, por vezes, acabam negligenciando a sua importância.

Recentemente, o termo manutenção passou a fazer alusão a aspectos como desempenho, vida útil e necessidades dos usuários. Na mesma linha de pensamento, Gomide (2006) define manutenção como sendo “o conjunto de atividades e recursos que garanta o melhor desempenho da edificação para atender às necessidades dos usuários, com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível”. De forma complementar, a NBR 15575 (ABNT, 2013) relaciona manutenção a um conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da edificação, para conservar ou

recuperar a sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes de atender às necessidades e segurança dos seus usuários.

A manutenção pode ser classificada em: corretiva, preventiva, detectiva e preditiva. A manutenção corretiva é a atividade que visa à reparação, caracterizada por serviços planejados ou não, a fim de corrigir falhas. Implica, necessariamente, a paralisação de um sistema. Os custos de manutenção corretiva são elevados em relação a outras atividades de manutenção. Em se tratando da manutenção preventiva, trata-se de uma atividade que atua antecipadamente, para que não haja a reparação. São atividades programadas em datas preestabelecidas obedecendo, portanto, critérios técnicos e administrativos baseados em dados estatísticos ou do próprio histórico da manutenção realizada. Já a manutenção detectiva é a atividade que visa apurar a causa de problemas e falhas para a sua análise, auxiliando nos planos de manutenção. É a engenharia de manutenção ou a manutenção proativa. Por fim, a manutenção preditiva é a atividade que visa estudar os sistemas e equipamentos com análises de seus comportamentos em uso, a fim de prever e apontar eventuais anomalias, além de direcionar e implementar os procedimentos de manutenção preventiva (GOMIDE, 2006).

Ressalta-se que a definição de qual tipo de manutenção fazer uso está intrinsecamente ligada à viabilidade dos serviços de manutenção; às falhas e anomalias existentes; à estratégia de manutenção adotada, ou seja, quais são as atividades que constituem o plano de manutenção; ao tipo de intervenção feita pela manutenção; e à periodicidade de realização das atividades ou rotinas estabelecidas no plano de manutenção.

No âmbito construtivo, El-Haram e Horner (2002) ressaltam a existência de várias definições para a manutenção das construções. Entretanto, de forma objetiva, os autores associam manutenção à capacidade de manter a construção em condições apropriadas para uso. Em síntese, os objetivos da manutenção são (ALNER e FELLOWS, 1990): [i] garantir que as construções e suas partes estejam em condições seguras; [ii] garantir que as construções estejam adequadas para uso; [iii] garantir que as condições das construções atendam aos requisitos normativos; [iv] manter o valor das construções; [v] manter ou melhorar a qualidade das construções.

Levando-se em consideração os aspectos normativos que norteiam, entre outros, a atividade de manutenção, temos que a NBR 5674, a NBR 15575 e a NBR 14037 foram concebidas possivelmente a partir da preocupação em preservar o bom comportamento em uso da edificação, visando, de certa forma, antecipar-se aos problemas oriundos do desgaste natural que atinge toda construção e que compromete suas funções, as quais deveriam sustentar-se ao longo do período de uso.

2.2.1 ASPECTOS NORMATIVOS PARA A ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO

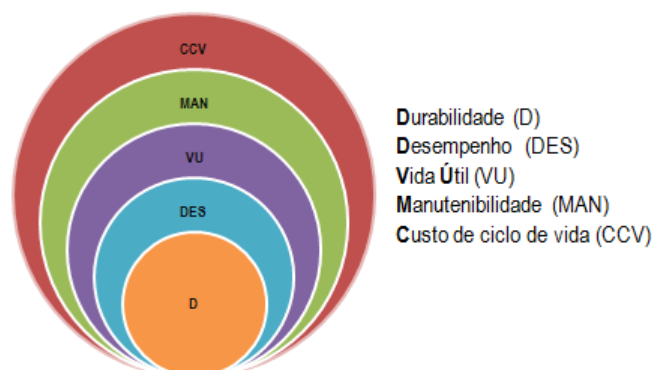
Com o passar dos anos o ambiente onde as construções foram edificadas, podem passar por muitas mudanças, tais como: climáticas, agentes biológicos, fenômenos incidentes da natureza, etc. As construções também sofrem com alterações em função do uso abusivo ou exagerado do homem, a falta de conservação preventiva, execução de intervenções indevidas, desenvolvimento urbano, entre outras; modificando assim, o ambiente de exposição das construções, bem como as mesmas. Daí surge a eminente importância dos conceitos que norteiam às normas que regem parte do processo construtivo, a etapa de uso mais propriamente dita.

Para NBR 5674 (2012) aplicam-se os termos e definições da NBR 15575-1 (2013), logo, de acordo com a NBR 15575-1 (2013), o termo **vida útil** é tido como o período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal e certificada); o termo **desempenho** é definido como comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas; **durabilidade** é a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas; **manutenibilidade** é o grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente ser mantido ou recolocado no estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas, procedimentos e meios prescritos; a referida norma traz o termo **custo global** que é definido como o custo total de uma edificação ou de seus sistemas, determinado considerando-se, além do custo inicial, os custos de operação e manutenção ao longo da sua vida útil; e esse conceito é muito próximo da definição dada por All- Hajj (1991) do termo **custo de ciclo de vida** que pode ser definido como o custo total de um ativo durante a sua vida operacional, incluindo os custos de aquisição inicial e as despesas de funcionamento subsequentes.

A Construção Civil tem enfatizado a durabilidade (D) das edificações e dos seus materiais constituintes, aliado ao conceito de desempenho (DES) e de vida útil (VU). O conceito de manutenibilidade também surge como um importante facilitador em termos de execução da manutenção. Atualmente, fatores como competitividade, custos e preservação do meio ambiente estão novamente impondo mudanças na maneira de se conceber essas construções, exigindo que estas sejam projetadas e construídas de forma holística, ou seja, observando o processo como um todo, não de maneira pontual. Pensa-se, portanto, no seu ciclo de vida (CV) e nos custos associados (CCV - Custo do Ciclo de Vida). A partir do CCV vários estudos podem ser conduzidos, com destaque às estimativas de custos de manutenção ao longo da vida útil, estudos de impacto ambiental, entre outros,

auxiliando na seleção da melhor alternativa de projeto para novas edificações ou de manutenção. A Figura 1, traz a representação conceitual dos termos citados anteriormente.

Figura 1-Representação conceitual de termos utilizados no âmbito construtivo



Fonte: adaptado de Possan (2010).

Para que se consiga uma boa resposta em termos de desempenho em uma edificação, com o passar dos anos, a prática da atividade de manutenção assumiu um importante e imprescindível papel na busca por manter as funções do que foi construído. Para entender melhor todo esse processo de desenvolvimento da atividade de manutenção se faz necessário, de forma objetiva, a abordagem de alguns termos, tais como: vida útil, desempenho, durabilidade, manutenibilidade e custo de ciclo de vida.

Se reportando ainda a etapa de uso, tem-se que a NBR 5674 (2012)- Manutenção de edificações- Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, incluem meios para: preservar as características originais da edificação; prevenir a perda de desempenho decorrente da degradação dos seus sistemas, elementos ou componentes; a obrigatoriedade do registro da aplicação do Programa de Manutenção e Conservação Patrimonial.

Segundo a referida norma, manutenção é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

A NBR 5674 (2012) enfatiza que as atividades de manutenção não devem ser realizadas improvisadamente e casualmente, mas, fundamentadas em procedimentos organizados e, ainda, com o controle dos custos. Assim sendo, para evitar o desperdício financeiro, é de grande importância a visualização de todo o processo construtivo, iniciado com um bom projeto, bons insumos, passando por uma boa construção e, então, a apresentação de procedimentos sistemáticos para manutenção da edificação, que contemplem características técnicas, administrativas e financeiras, as quais irão, consequentemente, resultar em uma maior segurança e vida útil do imóvel.

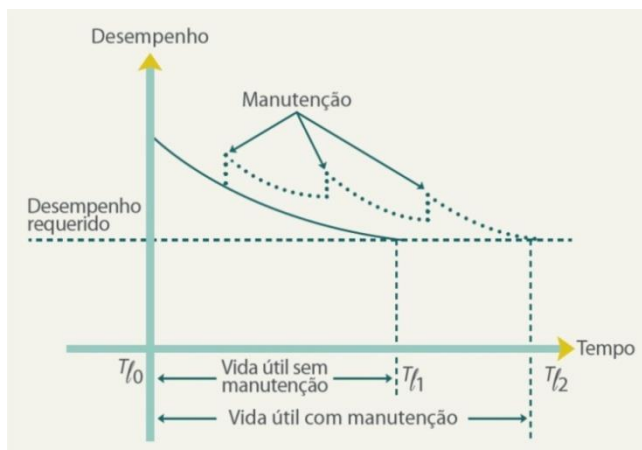
Já o conjunto normativo NBR 15575 (2013) – Edificações Habitacionais – Desempenho, institui nível de desempenho mínimo ao longo de uma vida útil para os elementos principais (estrutura, vedações, instalações elétricas e hidrossanitárias, pisos, fachada e cobertura) de toda e qualquer edificação habitacional, ou seja, a referida norma trata de forma detalhada o conceito de comportamento em uso dos elementos e sistemas das edificações.

Cada parte da referida norma foi organizada por elementos da construção, percorrendo uma sequência de exigências relativas à segurança (desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental).

Se reportando ao termo “manutenibilidade” que está intrinsecamente relacionado à facilidade de se desenvolver a atividade de manutenção, para que assim a edificação se mantenha com um bom desempenho durante toda a sua vida útil, tem-se que o desempenho das edificações depende de muitos fatores que interferem isolada ou conjuntamente, desde a concepção e projeto até os cuidados mais corriqueiros de limpeza, uso e conservação. Tomando, por exemplo, a falta de uma boa política de manutenção, é perceptível que a baixa frequência de operações de manutenção pode, muitas vezes, ocasionar elevação dos custos de manutenção, pois alguns problemas se agravam ou causam efeitos colaterais com o passar do tempo. Por isso, deve-se programar a frequência de manutenção, buscando o menor custo final ou maior benefício final.

Para tanto, há necessidade de correta utilização dos sistemas construtivos, bem como de realização de manutenções periódicas em estrita obediência as recomendações do fornecedor do produto, sendo que as manutenções devem recuperar parcialmente (ou integralmente) a perda de desempenho resultante da degradação, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2-Recuperação do desempenho por ações de manutenção



Fonte: NBR 15575-1.

Mediante a importância da realização da atividade de manutenção, a mesma deve estar pautada em procedimentos previamente estabelecidos e estruturados para cada situação que a solicite, desta forma o potencial usuário ficará informado da maneira correta de operação, uso e manutenção do bem adquirido. Sabe-se que parte das problemáticas na etapa de uso em uma edificação está atrelada ao mau uso do imóvel devido à falta de informações do morador. Nesse sentido, o manual das edificações apresenta-se como um elemento fundamental, porque define bem as responsabilidades do construtor, bem como a maneira correta de uso da edificação.

A necessidade da elaboração do manual de toda e qualquer construção pode ser evidenciada pela publicação de normas técnicas que auxiliem neste processo, para isso a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) dispõe da NBR 14037:2011- Manual de operação, uso e manutenção. Para a referida norma, alguns termos e definições que ainda não foram explorados no discorrer do texto anteriormente merecem destaque tais, como o “Manual de uso, operação e manutenção”, que é tido como documento que reúne todas as informações necessárias para orientar as atividades de operação, uso, inspeção e manutenção da edificação e operação dos equipamentos. “Prazo de garantia”, definido como período de tempo em que é elevada a probabilidade de que eventuais vícios ou defeitos em um sistema, em estado de novo, venham a se manifestar, decorrentes de anomalias que repercutam em desempenho inferior àquele previsto. “Vida útil de projeto (VPU)”, que é o período estimado de tempo em que um sistema é projetado para atender aos requisitos de desempenho estabelecido na norma ABNT NBR 14037:2011, desde que cumprido o programa de manutenção previsto no manual e equipamentos instalados na edificação.

A NBR 14037:2011, tendo em vista o planejamento da atividade de manutenção, traz explicito em suas linhas os requisitos mínimos para a elaboração e apresentação dos conteúdos a serem incluídos no manual do uso, operação e manutenção das edificações, elaborado e entregue pelo construtor e/ou incorporador, conforme legislação vigente, de forma a: informar aos proprietários e ao condomínio as características técnicas da edificação construída; descrever procedimentos recomendáveis e obrigatórios para a conservação, uso e manutenção da edificação, bem como para a operação dos equipamentos. Em linguagem didática, informar e orientar os proprietários e o condomínio com relação às suas obrigações no tocante à realização de atividades de manutenção e conservação, e de condições de utilização da edificação; prevenir a ocorrência de falhas ou acidentes decorrentes de uso inadequado; contribuir para que a edificação atinja a vida útil de projeto.

As supracitadas normas de maneira geral servem para subsidiar a atividade de manutenção em seus variados aspectos, desde a segurança, bem como a qualidade para se produzir algo ou realizar um determinado serviço.

Tanto a literatura quanto a prática demonstram que todas as intervenções necessárias, em termos de manutenção, implicam em despesas, ou seja, os conhecidos custos de manutenção.

2.2.2 CUSTOS DE MANUTENÇÃO

A partir da visão geral do processo construtivo, tem-se que os custos totais de uma construção não se limitam às despesas provenientes da fase construtiva em si, mas abrangem outras, identificadas ao longo de sua vida útil, associadas, por exemplo, aos custos de correntes. Estes envolvem tanto os custos de manutenção, relativos à substituição de materiais ou componentes e reparos a componentes e elementos, quanto os custos operacionais, referentes à limpeza, energia, operação de equipamentos e instalações, segurança, substituição de bens de consumo, como lâmpadas e recarga de extintores.

Os custos globais ou custos ao longo da vida útil (*life cycle costs*) apresentados por Stone (1980) englobam: [i] custos de construção; [ii] custos de operação; [iii] custos de manutenção; [iv] custos de modernização ou adaptação; e [v] custos de demolição ou venda.

Examinando de forma mais específica os custos presentes na fase de uso das edificações, se vê o quanto são relevantes as despesas com operação e manutenção, que juntas compõem os custos correntes (ALL-HAJJ e HORNER, 1997). Os custos operacionais são os decorrentes de limpeza, iluminação, operação de equipamentos e instalações, consumo de água, impostos, taxas de seguro e, para o caso de habitações coletivas sujeitas a regime condominial, acrescentam-se as despesas administrativas (ROSSO, 1990). Os custos de manutenção são aqueles necessários para manter a edificação em bom estado e em condições de uso, (RICS, 1987 *apud* ALL-HAJJ e HORNER, 1997).

Consoante El-Haram e Horner (2002), os custos de manutenção incluem todas as despesas necessárias para se manter a edificação acima dos padrões aceitáveis. Isso significa que os custos de manutenção compreendem reparos do dia a dia, atividades preventivas e melhorias. Os autores classificam esses custos em diretos e indiretos. Os custos diretos abrangem, por exemplo, materiais, mão de obra e ferramentas. Já os custos indiretos contemplam os custos gerenciais e administrativos, além dos custos gerais necessários à realização das tarefas com êxito. Os custos referentes à manutenção são bastante variados e dependem de uma série de fatores. El-Haram e Horner (2002) agrupam tais fatores em cinco classes distintas: [i] características das construções; [ii] fatores relacionados aos próprios moradores; [iii] características da manutenção; [iv] aspectos relacionados à política pública; [v] outros. Para esse trabalho, realizado na Escócia, restrições orçamentárias e uso indevido da edificação foram fatores significativos.

Os custos de manutenção variam também conforme os países e, de acordo com pesquisa realizada pela ONU/CEE têm ônus anual da ordem de 0,25% a 2,5% do custo inicial (Rosso, 1990). Na Suécia e Alemanha as despesas com manutenção são estimadas como sendo 3% do valor da produção anual de construções (HAMMARLUND e JOSEPHSON, 1991 *apud* KOSKELA, 2000) e para a Noruega o valor correspondente é de 5% (INGUALDSEN, 1994 *apud* KOSKELA, 2000). Para o caso

do Estado de Queensland na Austrália, em se tratando de construções residenciais, McEwan (2000) constatou que os gastos com manutenção correspondem a 2,47% do valor do imóvel.

De acordo com os autores Marteinson e Jónsson (1999) os custos com manutenção ainda podem variar de acordo com a idade das construções; estes concluíram que a média anual de custos calculada sobre 60 anos de vida útil é de 2% do valor de uma nova moradia. Também há estudos que mostram os custos com manutenção em habitações de interesse social. É o caso do trabalho desenvolvido por Andersen (1995) na Dinamarca. O autor constatou que os custos crescem com a idade ao longo dos primeiros 20 a 25 anos, permanecendo constante a partir de então. As pesquisas citadas anteriormente, permite um melhor entendimento quanto a variabilidade dos custos de manutenção, em função de aspectos como localização, idade e tipologia construtiva.

Alguns dos fatores que interferem nos custos de manutenção também foram abordados por Meira (2002), que se reporta a autores diversos para justificar a influência, por exemplo, da localização (ROSSO, 1990; BROMILOW, 1985 *apud* CREMONINI, 1989; HAMMARLUND e JOSEPHSON, 1991 *apud* KOSKELA, 2000; INGUALDSEN, 1994 *apud* KOSKELA, 2000) e da idade da edificação (MARTEINSSON e JÓNSSON, 1999; ABRANTES e CALEJO, 1999; ANDERSEN, 1995). Embora os custos de manutenção sofram diversos tipos de influências, numa análise macro de toda a vida útil, (Booty, 2006 *apud* OLANREWAJU *et al.*, 2011) afirma que 75% das despesas totais de uma edificação ao longo da vida útil são atribuídas à manutenção.

Segundo a NBR 5674:2012 os custos relativos ao desenvolvimento das atividades de manutenção nos imóveis são crescentes no decorrer de seu uso. A mesma norma afirma que os custos anuais destinados à operação e manutenção das edificações em uso variam de 1% a 2% do seu custo inicial; logo os serviços dessa natureza podem se tornar inviáveis devido ao montante financeiro requerido ao longo da vida útil do imóvel, podendo chegar ao valor da edificação ou até mesmo superá-lo.

Nesse contexto, pode-se destacar também a lei de evolução dos custos, conhecida como Lei de *Sitter*, a mesma mostra que os custos de correção crescem segundo uma progressão geométrica de razão cinco.

“Para cada real que é gasto no planejamento/projeto se economiza 5 reais para a execução, 25 reais para manutenção preventiva e 125 reais em manutenção corretiva (Lei de *Sitter*)”.

A figura 3 mostra graficamente a evolução exponencial dos custos de intervenção, ao longo das fases de um empreendimento.

Figura 3- Lei de Sitter



Fonte: SITTER, 1984

Para melhor compreensão dessa Lei, podemos analisar o efeito preconizado por ela, fase a fase de um empreendimento.

1. Fase de Projeto - Toda medida tomada em nível de projeto com o objetivo de aumentar a manutenibilidade, a durabilidade, vida útil e etc, corresponde a um custo X reais do projeto.
2. Fase de Execução - Toda medida extra projeto, tomada durante a execução da obra, implica num custo cinco vezes maior ao custo que teria sido acarretado se esta medida tivesse sido tomada em nível de projeto, para obter o mesmo grau de proteção e durabilidade;

Fase de Manutenção Preventiva - Toda medida tomada com antecedência e previsão, durante o período de uso e manutenção do empreendimento, pode ser associado a um custo vinte e cinco vezes maior que aquele necessário se a decisão de obter certo grau de proteção e durabilidade tivesse sido tomada no projeto.

Fase de Manutenção Corretiva - Correspondem ao trabalho de diagnostico, prognostico reparo e proteção dos sistemas que já apresentam manifestações patológicas. A esta atividade pode associar um custo de cento e vinte e cinco vezes superior ao custo das medidas que poderiam ser tomadas em nível de projeto (Curso de Patologias das construções, UFMG/2011 *apud* VILLANUEVA, 2015).

A maior contribuição da “Lei de Sitter” não são os valores em si, mas a conscientização da cadeia produtiva de que, o foco da atenção deve ser concentrado nas fases de projeto e construção e na manutenção preventiva para obtenção da durabilidade dos sistemas.

Diante da constatação da importância da manutenção, devido aos altos custos diretos e indiretos envolvidos e também por causa do impacto operacional que a manutenção pode exercer no desempenho, a concepção da manutenção deve ser feita de forma estruturada para cada caso (WAEYENBERGH e PINTELON, 2002). Deste modo, é importante haver um planejamento para o exercício contínuo da atividade de manutenção, buscando dentre outros recursos, a previsão dos

possíveis gastos para esse tipo de despesa em uma edificação; através de inferências estatísticas é possível fazer as estimativas de custos.

Correa (2003) diz que ao conjunto de técnicas e procedimentos que permitem dar ao pesquisador um grau de confiabilidade, nas afirmações que faz para uma população, baseadas nos resultados das amostras, dar-se o nome de Inferência Estatística. Complementando esse conceito, Barbetta (2001) acrescenta que o termo Inferência Estatística se refere ao uso apropriado dos dados da amostra para se ter algum conhecimento sobre os parâmetros da população.

Para efeito de uma melhor compreensão, se faz necessário à definição de alguns termos, tais como: população, amostra, parâmetro e estimador.

Segundo Correa (2003), “população” é o conjunto de dados que consiste de todas as observações possíveis (concebíveis ou hipotéticas). Barbetta (2001) atribui a esse termo um conjunto de elementos passíveis de serem mensurados, com respeito às variáveis que se pretende levantar. Já “amostra”, é definida por Correa (2003) como sendo um conjunto de dados que consiste apenas de uma parte dessas observações. O mesmo autor define “parâmetro” como a medida usada para escrever uma característica numérica populacional, ex.: média, variância e coeficiente de correlação; e o “estimador” é definido como uma característica numérica determinada na amostra, uma função de seus elementos, ex.: média amostral e variância amostral.

As estimativas de custos são feitas nas várias etapas do desenvolvimento de uma construção e são usadas diferentes técnicas; ela é por natureza uma aproximação, nela são aplicados métodos conceituais, aqueles em que a variável (ou variáveis) é usada no modelo de predição. Numa estimativa de custos o que se faz é atrelar dados históricos a algum parâmetro relacionado ao que se quer prevê.

Os custos de manutenção podem ser inferidos a partir de métodos estatísticos, para isso, é pertinente utilizar a inferência estatística que, de acordo com Ferreira (2005), tem o objetivo de generalizar, para toda a população, os resultados obtidos da amostra. Segundo o supracitado autor, existem dois processos para inferir estatisticamente. O primeiro é a técnica de estimação, segundo a qual se pretende encontrar um valor ou um intervalo para o parâmetro desconhecido. O outro é o teste de hipóteses no qual, com base em duas afirmações opostas, decide-se acerca dos possíveis valores do parâmetro. Se reportando ao primeiro processo, o mesmo autor considera que existem dois tipos de estimação, a estimação pontual- para se obter um valor que se constitua como a melhor aproximação do parâmetro, e a estimação intervalar- para se obter um conjunto de valores no qual seja provável que o parâmetro da população se encontre.

Vale ressaltar que uma das maneiras de se estudar uma variável em função de outra, é através da análise de regressão que, segundo Crespo (2002), permite descrever através de um modelo matemático, a relação de duas variáveis, partindo de “n” informações das mesmas.

O termo “modelo” pode ser definido de forma simplificada como sendo uma representação da realidade que visa explicar o comportamento de algo. De acordo com Machline, (1968), os modelos têm sido classificados tradicionalmente em três grupos, que são:

- Modelos físicos- os que preservam certas relações físicas dos objetos que representam, são, em geral, construídos em escala, ex.: plantas-baixas, maquetes e fotografias.
- Modelos análogos- quando a correspondência entre o objeto e o modelo físico se torna mais abstrata, ex.: representações gráficas, organogramas e esquemas.
- Modelo simbólico ou matemático- são relações matemáticas entre símbolos que representam as variáveis em jogo, ex.: as leis físicas.

Desta forma, os custos oriundos da atividade de manutenção podem ser representados por modelos de custos, que se classificariam como modelos simbólicos ou matemáticos, e que se utilizam de técnicas de estimação dentro da inferência estatística, para a determinação de custos futuros. A construção de um modelo é tarefa delicada, tanto mais quanto maior for o número de variáveis em questão. Porém, em muitas situações, apenas um número restrito de fatores intervém, permitindo a análise quantitativa do problema.

O custo de funcionamento de uma edificação contém muitos itens, dos quais alguns têm pouca ou nenhuma influência sobre o custo de ciclo de vida da mesma. O exame de elementos insignificantes torna a tarefa de mapeamento dos custos mais longa e difícil. O desenvolvimento de um modelo que elimina os itens insignificantes e concentra esforço sobre elementos que têm influência, simplifica e torna mais representativo o processo como um todo. O desenvolvimento de tais modelos é baseado no princípio de custo significativo. A ideia original veio do economista Italiano Vilfredo Pareto (1897). Ele afirmou que 80% das consequências decorrem de 20% das causas. O resultado desta regra empírica ficou conhecido como a “lei de Pareto”, sendo a mesma aplicável a muitas áreas de gestão, incluindo a análise de custos. Como o próprio termo revela “custos significativos” são aqueles custos com maior representatividade em um montante total de algum tipo de despesa.

Então, segundo All-Hajj (1999), os custos de manutenção podem ser estimados por um pequeno número de itens de custo significativo (CSI's), e derivar daí correspondente modelo de custo. Os itens de custos significativos (CSI's) incluídos no modelo são selecionados a partir daqueles que forem vistos se repetirem de forma consistente e que contribuirão com uma constante proporção no custo referente à manutenção ao longo do tempo de vida da habitação. Assim, os custos futuros poderão ser estimados pelo cálculo dos custos apenas daqueles itens incluídos no modelo.

Dessa forma, o conceito de CSI (Custos Significativos) é adequado, dentre outros, para projetos que utilizam novas técnicas e métodos de construção, e têm uma pequena quantidade de amostras e falta de projetos de engenharia semelhantes (DUAN *et al.*, 2008).

Foram desenvolvidos alguns trabalhos utilizando o conceito de custos significativos no âmbito da atividade de manutenção, tais como: All-Hajj (1991), que mensurou os custos de manutenção de diferentes categorias de construção, desde residências, universidades e laboratórios; Wang e Horner (2007), que estudaram grandes projetos de manutenção rodoviária, os quais precisavam de uma estimativa precisa, simples e rápida de custos; Lim *et al.*, (2013), que calculou os custos de manutenção de um bloco de apartamentos de médio custo em *Sungai*. Na pesquisa bibliográfica realizada para embasamento desta dissertação não foi encontrado material nacional sobre a temática de determinação dos custos de manutenção a partir do modelo de itens de custos significativos.

3. METODOLOGIA

A partir dos estudos bibliográficos relacionados à metodologia da pesquisa científica, escolheu-se o trabalho de Marconi e Lakatos (2003) para referenciar a construção desta dissertação. Assim, tem-se que:

- O Método de abordagem utilizado na pesquisa em destaque é o dedutivo - que partindo das teorias e leis, na maioria das vezes prediz a ocorrência dos fenômenos particulares (conexão descendente).
- No estudo proposto foram utilizadas as técnicas de documentação indireta (documental e bibliográfica) e documentação direta (extensiva). A direta extensiva, através do uso de formulários - que são roteiros de perguntas enunciadas pelo entrevistador e preenchidas por ele com as respostas do pesquisado.
- Foi adotado o processo de amostragem probabilista para o estudo proposto, uma vez que o mesmo baseia-se na escolha aleatória, ou seja, cada membro da população tem a mesma probabilidade de ser escolhido. Esta escolha permite a utilização de tratamento estatístico, que possibilita compensar erros amostrais e outros aspectos relevantes para a representatividade e significância da amostra.
- A pesquisa classifica-se quanto à natureza em quantitativa, quanto à finalidade em aplicada, quanto ao tipo em descritiva e quanto ao delineamento em pesquisa de levantamento.

3.1 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA

A população utilizada nesse estudo compreende todas as moradias do Conjunto Habitacional Mariz I, composto por 130 casas.

Para efeito da determinação do tamanho da amostra para uma característica contínua, no caso o custo por m², utilizou-se a expressão dada em Lohr (2010), que é a equação (1), a qual está na calculadora desenvolvida pelo Centro de Métodos Quantitativos (CEMEQ) utilizada neste trabalho, evitando assim o cálculo manual e permitindo a rapidez do cálculo computacional, esta vista na figura 4.

Assim, para o cálculo do tamanho da amostra considerou-se:

- Tamanho da população igual a $N = 130$ (população finita)
- Desvio padrão estimado com a amostra piloto de $\sigma = 141,00 \text{ R\$/m}^2$
- Erro absoluto tolerável de $d = 85,00 \text{ R\$/m}^2$
- Confiança de 95%, ou seja, $z = 1,96$

Obteve-se, nestas condições, um tamanho de amostra igual a 10 casas ($n = 10$).

$$n = \frac{Z_{(1-\gamma)/2}^2 N \sigma^2}{d^2(N-1) + Z_{(1-\gamma)/2}^2 \sigma^2}$$

Equação 1- Expressão para cálculo de amostra

Figura 4- Calculadora CEMEQ

Considerando uma população finita

Desvio padrão populacional (σ)	141
Erro absoluto tolerável (d')	85
Tamanho da população (N)	130
Coefficiente de confiança	95%

$n =$ 10

$$n = \frac{Z_{(1-\gamma)/2}^2 N \sigma^2}{d^2(N-1) + Z_{(1-\gamma)/2}^2 \sigma^2}$$

CEMEQ
centro de métodos quantitativos

Fonte: CEMEQ

O erro de “ $d = 85,00 \text{ R\$/m}^2$ ”, em termo absoluto equivalente a 2.847,50 R\$, uma vez que cada unidade habitacional possui, cerca de, 33,5 m² de área; o valor de erro admitido para dimensionar o tamanho da amostra ($n=10$) pode parecer um valor elevado, porém deve-se considerar que o mesmo está levando em consideração a soma dos 16 anos estudados em relação ao m² construído, e que ao longo deste período os preços foram sujeitos a grandes mudanças, tais como o próprio incremento do preço. Tomando a Casa 1 para efeito de demonstração da aplicação dos cálculos de determinação do tamanho da amostra, percebe-se que os custos totais de manutenção da mesma somam um montante de 432,27 R\$/m² no período abordado; em termos absolutos de custo, uma vez que a casa possui uma área equivalente a 33,5 m² temos um valor de 14.481,04 R\$; isto torna o erro como sendo um percentual equivalente a aproximadamente 19,66% para esta casa isoladamente. Quando verificamos o erro em relação ao conjunto das 10 casas, onde o valor dos custos de manutenção soma 2.405,76 R\$/m², temos que, levando-se em conta que a área das casas possui 33, 50 m² aproximadamente, temos em valor absoluto de 80.592,96 R\$; onde o valor do erro que é 2.847,50 R\$, representa em termos percentuais 3,53% para todo o período em destaque.

No processo de seleção da amostra, alguns fatores precisam ser mencionados: houve dificuldade de se encontrar unidades que mantiveram intacto o sistema construtivo utilizado no processo construtivo das habitações; o desaparecimento de algumas unidades desde o processo de construção, devido entre outros motivos, a venda de propriedades, onde deram lugar a outros tipos de construções; a logística do cronograma de execução deste trabalho não permitiria o término no prazo hábil caso o tamanho da amostra fosse maior. No entanto, alguns indícios levam a crer que existe uma grande possibilidade de não haver acréscimos de informações relevantes em termos de custos de manutenção caso fosse viável o aumento da amostra, pois há grande homogeneidade nas unidades

amostrais; quando isto acontece, então uma amostra aparentemente pequena poderá refletir as mesmas informações contidas em uma grande amostra. Tomando como exemplo o caso de lâmpadas fluorescentes, em uma população de $N = 1000$ unidades, se escolhe uma amostra de $n = 10$ para monitorar a qualidade do processo de fabricação.

3.2 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida a partir de etapas previamente estabelecidas, que estão descritas a seguir:

- **Concepção da proposta de pesquisa-** etapa inicial, onde foi pensado sobre as possibilidades de temas a serem desenvolvidos em uma pesquisa de mestrado. Nesse momento, foi escolhida a atividade de manutenção, mas precisamente o mapeamento dos custos desta atividade em habitações de interesse social (HIS) construída com sistema inovador, por se tratar de um assunto ainda não abordado, até o presente momento.
- **Pesquisa bibliográfica-** consistiu no embasamento teórico da pesquisa, fundamentado em bibliografia nacional e internacional relacionada à temática de manutenção de edificações e de custos resultantes dessa atividade.
- **Seleção das construções-** com base em pesquisa realizada junto à Companhia de Habitação do Estado da Paraíba (CEHAP), foram investigadas possíveis habitações de interesse social (HIS) construídas com algum sistema inovador. Com esse perfil, identificou-se o Conjunto Habitacional Mariz I, localizado na cidade de João Pessoa, no bairro de Mangabeira. As moradias que compõem esse conjunto habitacional datam do final da década de 1990 e foram construídas utilizando paredes em placas de concreto, moldadas *in loco*.
- **Visita preliminar-** com o objetivo de conhecer a realidade das habitações, em termos de estrutura física, e ter uma visão geral da dinâmica de alterações construtivas realizadas ao longo dos anos, procedeu-se com uma visita inicial no local de estudo. Em função dessa visita, foram descartadas diversas habitações, por não manterem, na íntegra, o sistema construtivo empregado durante a execução da obra.
- **Elaboração de formulário de entrevista-** com o objetivo de auxiliar na condução da pesquisa de campo, elaborou-se um formulário de entrevista, no qual se buscou contemplar todos os possíveis elementos construtivos, passíveis de manutenção. Consequentemente, os possíveis serviços de manutenção foram abordados, visando, dessa forma, investigar os custos gerados pelos serviços realizados, ao longo dos anos de uso das habitações. O formulário de entrevista utilizado pode ser visto no item 1 dos anexos.

• **Elaboração de formulário socioeconômico-** com o objetivo de traçar o perfil socioeconômico dos moradores e suas influências nos custos de manutenção, foi elaborado um formulário padrão com perguntas concernentes a essa temática. O formulário de socioeconômico utilizado pode ser visto no item 2 dos anexos.

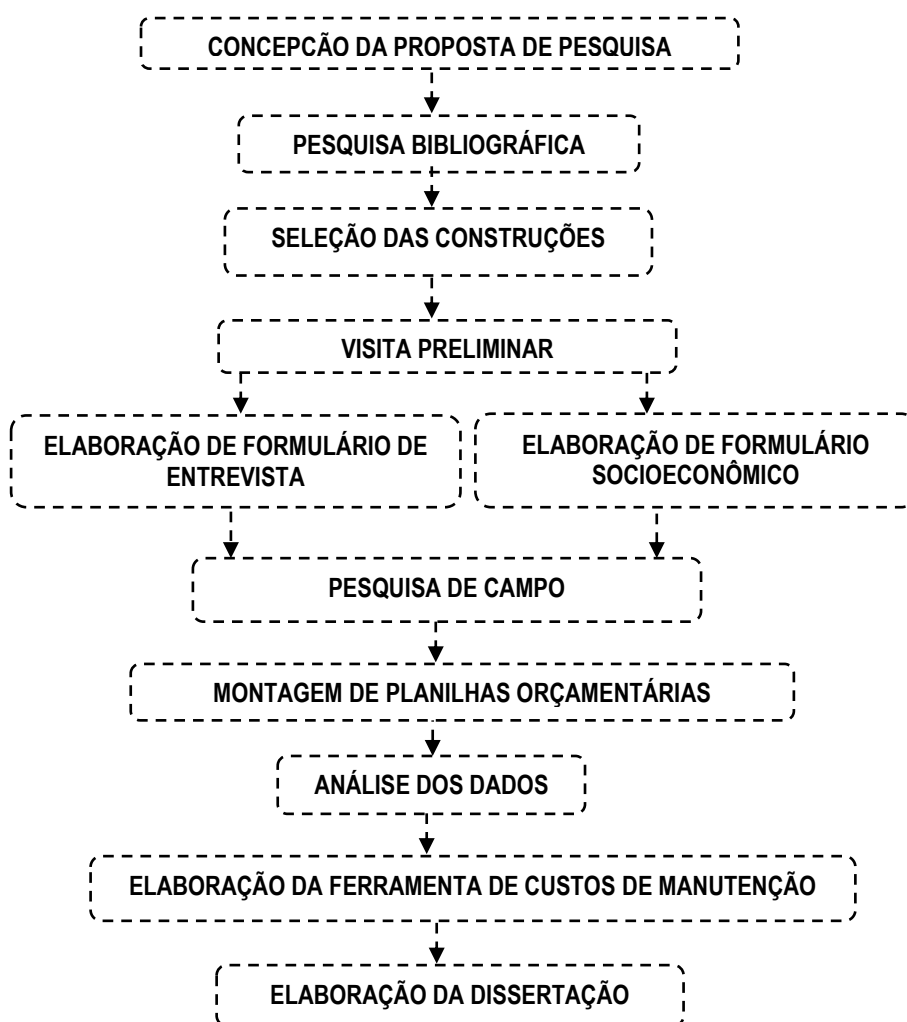
• **Pesquisa de campo-** dentre as moradias que mantiveram o mesmo sistema construtivo, foram selecionadas, 10 (dez) unidades para a realização da pesquisa. Uma vez que nem todos os custos foram obtidos diretamente através das entrevistas com os moradores, foram realizadas medições *in loco* dos serviços realizados ao longo dos anos, bem como dos potenciais serviços de manutenção, ou seja, aqueles que não foram realizados, mas que, durante a pesquisa, foram considerados como necessários.

• **Montagem de planilhas orçamentárias-** a partir dos dados obtidos em campo foram montadas planilhas orçamentárias relativas aos serviços de manutenção realizados ao longo dos anos de 1998 a 2013. Para a elaboração das planilhas tomou-se como referência os valores dos insumos atualizados e dos coeficientes de consumo de mão de obra e de materiais que compõem os custos unitários dos serviços da base do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). O valor da mão de obra foi baseado em dados do SINTRICOM-JP (Sindicato Intermunicipal dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção Civil, da Construção Pesada e do Mobiliário, de João Pessoa) e foram excluídos das composições de preços os encargos sociais, visando uma aproximação da realidade das técnicas de manutenção empregadas pelos moradores do estudo de caso. Os custos de insumos e mão de obra foram retroagidos, aplicando-se o INCC (Índice Nacional de Custo da Construção), para então se poder traçar a evolução dos custos ao longo do período estudado. Ressalta-se, no entanto, que os custos obtidos estão bem acima das despesas efetivamente realizadas com serviços de manutenção e não traduzem os valores reais, em moeda corrente, dos serviços executados pelos moradores. Essa diferença dos valores ocorre em função de fatores como, por exemplo, técnicas empregadas para fazer os serviços (reparos em peças de concreto armado, utilizando argamassa de cimento e areia, sem o prévio tratamento da armadura exposta e em processo de corrosão), mão de obra utilizada (contratada, doada ou própria) e materiais utilizados (comprados ou doados). A opção pelo emprego dos coeficientes do SINAPI deve-se ao fato de que estes imprimem um padrão essencial aos custos dos serviços quantificados. A partir das composições de preços unitários dos serviços realizados foram elaboradas as planilhas orçamentárias das edificações pesquisadas. Concomitantemente a essas planilhas orçamentárias, também foram montadas aquelas referentes aos serviços não realizados, que se traduziam em potenciais necessidades de manutenção. Esses serviços foram quantificados dentro do mesmo modelo de planilha, baseando-se em dados do SINAPI. O padrão das composições permitiu o levantamento simultâneo dos serviços que foram executados e dos potenciais serviços de manutenção, em vários pontos das edificações pesquisadas.

- **Análise dos dados**- Os dados obtidos no estudo foram analisados e interpretados quantitativamente, utilizando-se, para tanto, de recursos do *software Excel*. Para procede-se com a uniformização dos dados, todos os custos de manutenção apresentados estão expressos em R\$/m².
- **Elaboração da ferramenta de custos de manutenção**- após a conclusão das etapas anteriores chegou-se ao ferramental que possibilitou a estimação os custos de manutenção ao longo da vida útil das habitações estudadas. Para isso utilizou-se de recursos do *software* livre “R”.
- **Elaboração da dissertação**- realizando todos os procedimentos necessários ao desenvolvimento da ferramenta proposta, a dissertação foi formalizada mediante a sua redação.

Na figura a seguir está a representação sintética das etapas da pesquisa em destaque.

Figura 5-Diagrama esquemático das etapas da pesquisa

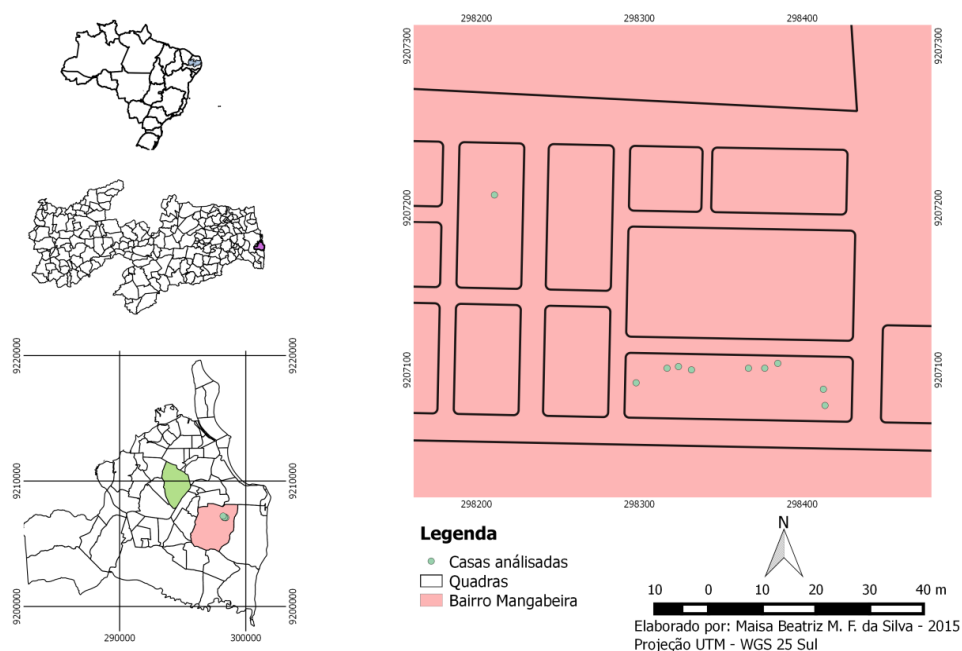


Fonte: elaborado pela autora

4. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO EM ESTUDO

Os custos de manutenção que serviram de embasamento para o desenvolvimento do estudo em destaque, foram oriundos de dez Habitações de Interesse Social (HIS) construídas com sistema não convencional, de um projeto habitacional da cidade de João Pessoa- PB, no bairro de Mangabeira. Nas figuras 6 e 7 pode-se ver a espacialização da área onde está o objeto em estudo; as demais informações detalhadas do referido projeto estão contidas nas seções posteriores.

Figura 6-Mapa de localização da área em estudo



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 7-Visão aérea da área de estudo



Fonte: Google Earth.

4.1 PROJETO ANTÔNIO MARIZ

Desde 1964, quando foi implantado o Sistema Financeiro da Habitação (SFH), a alternativa encontrada pelo poder público para redução do déficit habitacional tem sido a construção de conjuntos residenciais populares. A localização desses conjuntos em periferias ausentes de infraestrutura justifica o baixo custo dessas unidades, e possibilita a produção em larga escala de moradias padronizadas destinadas à população de menor poder aquisitivo, uma vez que o governo do estado é proprietário de extensas glebas nessa área, o que favorece a implantação desses conjuntos habitacionais. Isso não significa, todavia, que as terras foram doadas; seu custo foi repassado aos mutuários, embutido no financiamento. O uso de sistemas construtivos não convencionais pode ser entendido como um possível caminho para o avanço do processo de urbanização dessas áreas.

O Projeto Antônio Mariz foi executado e financiado pela CEHAP (Companhia Estadual de Habitação Popular), para atender a uma população com faixa de renda inferior a três salários mínimos, por meio do programa Habitar-Brasil, que se localiza na Zona Sul da cidade de João Pessoa-PB, no bairro de Mangabeira (bairro mais populoso da cidade). Esse projeto foi dividido em Projeto Mangabeira Mariz I, com 130 unidades habitacionais, Projeto Mangabeira Mariz II, com 220 unidades habitacionais e Projeto Mangabeira Mariz III, com 590 unidades habitacionais, totalizando 940 unidades habitacionais. As 10 HIS estudadas são oriundas do conjunto selecionado para o desenvolvimento da pesquisa em destaque, que foi o Conjunto Mariz I.

As 940 unidades do Projeto Antônio Mariz foram entregues por volta do final dos anos 90 a início os anos 2000. As habitações são do tipo “embrião”, possuem 33,50 m² de área, e apresentam a seguinte distribuição: 1 sala (10,48m²), 1 quarto (8,37m²), circulação (0,79m²), cozinha (5,58m²), terraço (4,18m²), banheiro (2,79m²) e área de serviço (1,28m²) com um tanque. Os lotes têm as dimensões de 8m x 20m (160m²) e de 10m x 20m (200m²) os de esquina.

A infraestrutura do conjunto é precária, não havendo pavimentação em todas as ruas e nem drenagem das vias, o que deixa as moradias sujeitas a inundações e transtornos quanto à locomoção interna em período chuvoso (BONATES, 2009). Além disso, inexistem equipamentos público-comunitários e áreas verdes previamente pensadas dentro do espaço – apenas foram demarcadas áreas dentro do traçado do conjunto que poderiam ser destinadas a esses usos (fato que torna o conjunto dependente das áreas adjacentes para usufruir desses equipamentos), reproduzindo-se, assim, o modelo de produção do BNH. Outra característica da política do BNH na cidade foi o nome dado a esse conjunto, que corresponde ao de um político, Antônio Mariz, antigo governador da Paraíba.

Do ponto de vista técnico, a tipologia das habitações construídas, na produção do conjunto Mariz, de maneira geral, apresentou uma característica própria que merece destaque, o sistema

construtivo utilizado, de “paredes de placas moldadas *in loco*”; que se caracteriza como sendo um tipo de sistema para vedação tido como inovador.

As paredes de concreto moldadas *in loco* apareceram possivelmente como uma opção em relação aos sistemas convencionais, por serem de rápida execução e economicamente viáveis para construções de grande repetitividade. O sistema construtivo surgiu na década de setenta, porém, pelo fato de na época não existir demanda suficiente para tornar sua utilização economicamente viável, a tecnologia não foi consolidada no mercado brasileiro (GONÇALVES *et al.*, 2003).

O referido sistema apresenta diversas vantagens em relação aos sistemas construtivos convencionais, como por exemplo: alta velocidade de produção; baixa geração de resíduos; econômico para empreendimentos de alta repetitividade, como condomínios, edifícios residenciais e conjuntos habitacionais; maior uniformidade. Entretanto, o sistema apresenta algumas desvantagens, como: baixa flexibilidade arquitetônica; paredes não removíveis; necessidade de mão de obra qualificada; dificuldade de manutenção; mais suscetível à retração do que as estruturas convencionais.

Em termos normativos, a NBR 16055:2012 (Parede de concreto moldada “*in loco*” para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos), apresenta requisitos gerais de qualidade, critérios de projeto, propriedade de materiais, limites para dimensões, deslocamentos e aberturas de fissuras, análise estrutural, dimensionamento e procedimentos para a fabricação das paredes. A referida norma define paredes de concreto como “elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes a sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede”.

Essa norma surgiu bem depois da construção do projeto Mariz, deste modo acredita-se que as empresas que empregavam esse método construtivo precisavam se submeter às diretrizes do Sistema Nacional de Aprovações Técnicas (Sinat) para obter o Documento de Avaliação Técnica (DATec).

A ABNT NBR 16055:2012 escreve que a espessura mínima das paredes com altura de até 3 m deve ser de 10 cm. Permite-se espessura de 8 cm apenas nas paredes internas de edificações de até dois pavimentos.

Em termos de espessura das paredes, segundo a ABNT NBR 16055:2012 as referidas casas estariam fora desta norma; no entanto, isso leva a crer que por apresentarem 3 cm de espessura, as mesmas se configuram como sistema inovador, aquele que não tem norma prescrita. A espessura das paredes de placas moldadas *in loco* está ilustrado na figura 8.

Figura 8- Espessura da placa usada na parede de vedação

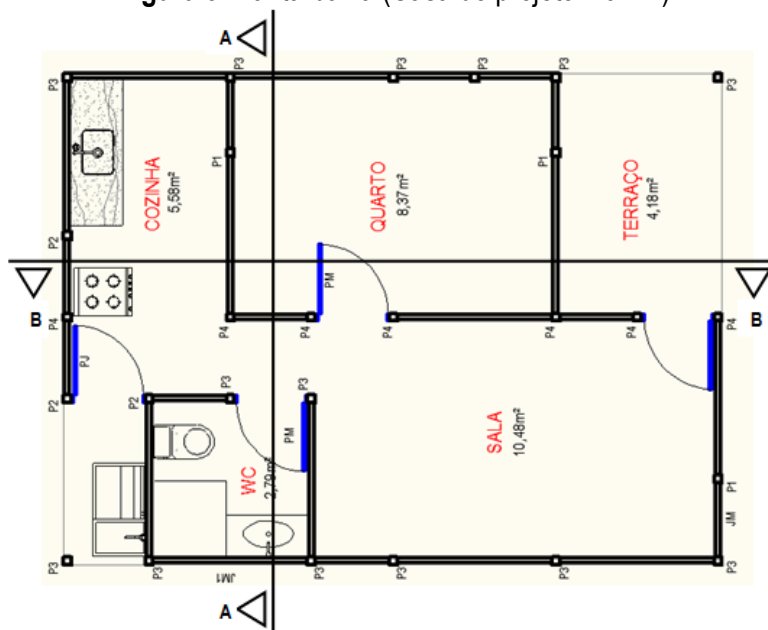


Fonte: acervo da autora

Em termos de características construtivas das casas do projeto Mariz, tem-se o seguinte: 27 (vinte e sete) pilares (10x10cm) de seção quadrada, encaixados em 127 (cento e vinte e sete) placas de vedação, em concreto pré-moldado (espessura de 3 cm), cujas paredes formadas receberam pintura a cal, as telhas são do tipo canal, as instalações hidrossanitárias e elétricas são aparentes e as esquadrias são de madeira, pintadas com esmalte sintético.

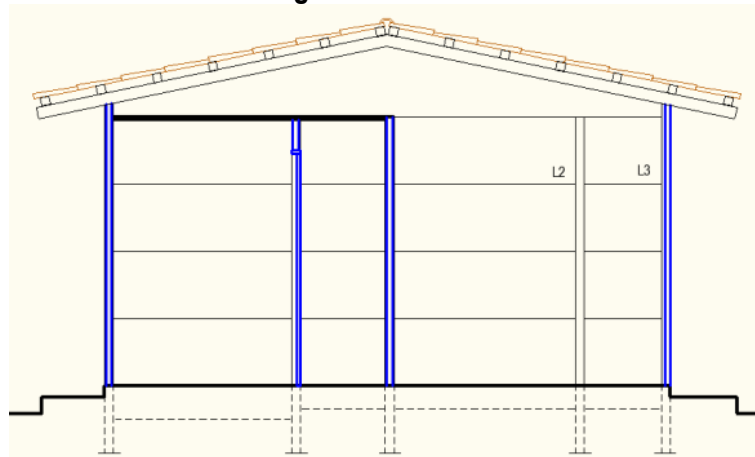
Nas figuras a seguir estão reproduzidos todos os elementos que compõem o projeto arquitetônico das casas do projeto Mariz I.

Figura 9- Planta-baixa (Casa do projeto Mariz I)



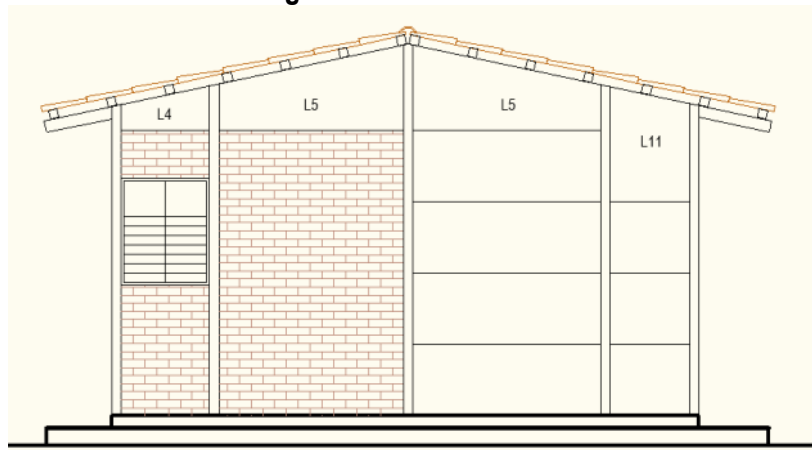
Fonte: elaborada pela autora

Figura 10-Corte AA



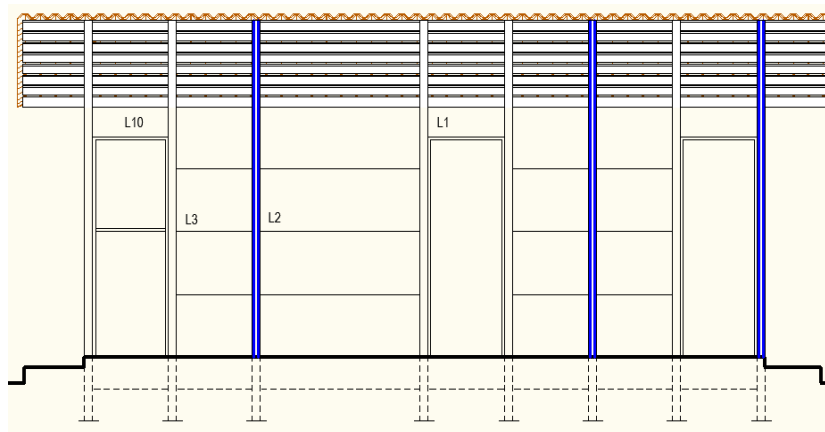
Fonte: elaborada pela autora

Figura 11-Fachada frontal



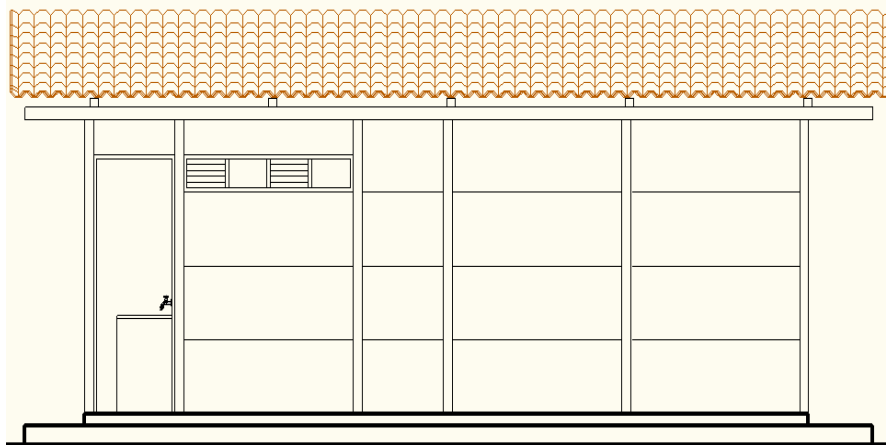
Fonte: elaborada pela autora

Figura 12-Corte BB



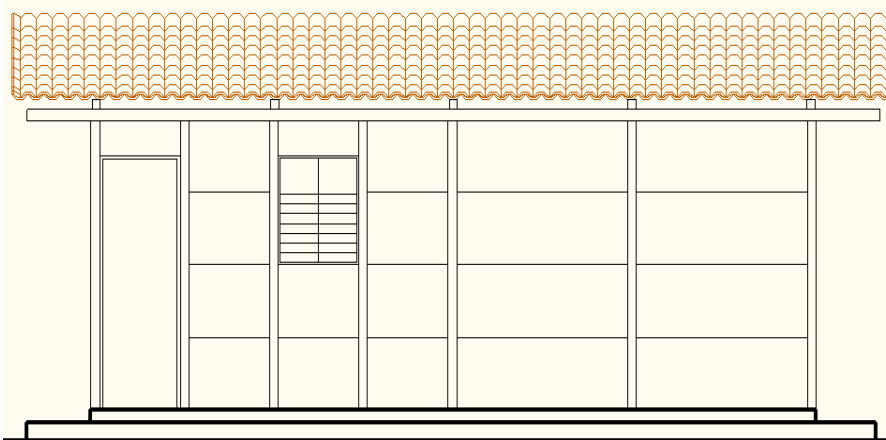
Fonte: elaborada pela autora

Figura 13-Fachada lateral direita



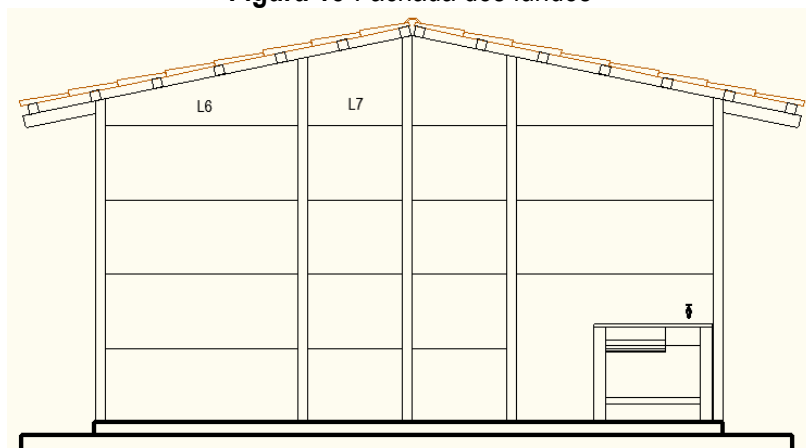
Fonte: elaborada pela autora

Figura 14-Fachada lateral esquerda



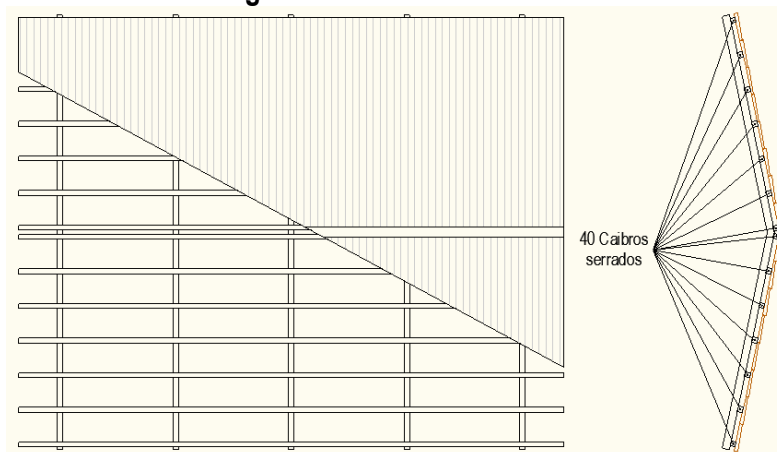
Fonte: elaborada pela autora

Figura 15-Fachada dos fundos



Fonte: elaborada pela autora

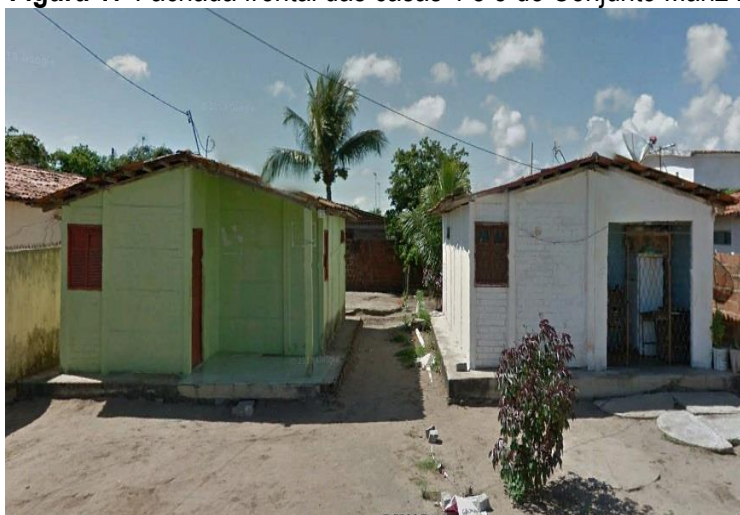
Figura 16-Detalhe da coberta



Fonte: elaborada pela autora

A figura 17 representa, de maneira real, duas das dez casas, que a presente pesquisa utilizou para o desenvolvimento deste estudo, que são a casa 4 e a casa 5. Essas casas mantêm o padrão construtivo quase que em sua totalidade, de acordo com o projeto original.

Figura 17-Fachada frontal das casas 4 e 5 do Conjunto Mariz I



Fonte: acervo da autora

4.2 ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS HABITAÇÕES A PARTIR DE INSPEÇÃO VISUAL

Visando traçar um panorama da realidade encontrada no conjunto Mariz I, mais precisamente nas casas abordadas no presente estudo, buscou-se representar de forma meramente ilustrativa o estado de conservação das referidas edificações.

Vale ressaltar que a intenção deste retrato de realidade não é o aprofundamento sistemático e analítico de todo o processo patológico visto que não foi possível a busca de informações que permitissem ao investigador a determinação, com rigor, da origem, do mecanismo e dos danos subsequentes, de forma a possibilitar avaliar e concluir sobre as técnicas de recomendações mais eficazes no combate a essa problemática.

No entanto, quando uma edificação apresenta algum problema em sua integridade, podem surgir sinais externos, sintomas, indicando que algo não está bem. Algumas vezes esses sinais externos demoram a aparecer e outras podem ser imperceptíveis. Logo, a partir da inspeção visual, pode ser possível identificar os sintomas desenvolvidos pela edificação oriundos de algum tipo de manifestação patológica, assim como sua localização e algumas vezes a intensidade (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

Deste modo, com base em uma inspeção visual realizada juntamente com o estudo do desenvolvimento da atividade de manutenção nas referidas habitações, foi possível identificar as principais manifestações patológicas encontradas e citadas na presente dissertação; e com isso determinar, de maneira geral, o estado de conservação das construções abordadas neste trabalho.

A importância da manutenção para a conservação da edificação é inegável, é impossível manter o desempenho da edificação no limite aceitável sem que haja intervenções de manutenção periodicamente. Segundo Lichtenstein (1986), uma vez que as edificações estão submetidas a inúmeros agentes de deterioração, tendem a deteriorar-se ao longo de sua vida útil, assim para que essa deterioração seja minimizada e a construção consiga atender, durante a sua vida útil, os requisitos de desempenho para os quais foi projetado, é necessário realizar atividades de manutenção nos vários componentes, elementos, subsistemas e sistemas da mesma.

Desse modo, leva-se a crer que a definição do estado de conservação de uma construção pode ser determinada a partir de avaliação do desenvolvimento da atividade manutenção e condições de uso; considerando-se para isto, entre outros, os sintomas de possíveis manifestações patológicas.

Além disso, devem ser analisadas as condições de regularidade do uso, bem como os níveis de aprofundamento da inspeção realizada, devendo-se indicar uma das seguintes classificações da Qualidade da Manutenção/Estado de Conservação (IBAPE, 2009):

1. Manutenção Ótima
2. Manutenção Normal
3. Manutenção Mínima
4. Manutenção Deficiente
5. Manutenção Inexistente

Baseando-se nos estudos anteriores foi elaborado um meio de classificação para o estado de conservação das habitações citadas na presente dissertação. Esta foi pensada a partir da observação da qualidade do desenvolvimento da atividade de manutenção, como pode ser visto no quadro 1, onde está sintetizado o estado de cada uma das casas.

No quesito de qualidade de manutenção, as casas 1, 2, 5, 7 e 8 estão na classificação mínima, enquanto que as casas 3, 4, 6, 9 e 10 estão classificadas em deficiente. Desse modo, pode-se

dizer que todas as 10 (dez) habitações não estão em bom estado de conservação, pois, apesar de terem realizado algum tipo de intervenção nas edificações, estas foram de baixa qualidade.

Quadro 1-Estado de Conservação a partir da atividade de manutenção

CASA	QUALIDADE DA MANUTENÇÃO				
	ÓTIMO (1)	NORMAL (2)	MÍNIMA (3)	DEFICIÊNTE (4)	INEXISTENTE (5)
1			X		
2			X		
3				X	
4				X	
5			X		
6				X	
7			X		
8			X		
9				X	
10				X	

Fonte: elaborada pela autora

Em posse de alguns registros fotográficos feitos no decorrer da pesquisa ratificou-se o que foi descrito na tabela anterior, que a qualidade da atividade de manutenção feita se deu de maneira mínima e deficiente, ou seja, não contemplou todas as necessidades das habitações em foco.

A literatura afirma que as manifestações patológicas que surgem na edificação com o decorrer natural do tempo, podem se configurar como possíveis agentes de deterioração, favorecendo o desgaste dos seus materiais, componentes e sistemas, por algum motivo (LIMA, MORELLI, 2005). E Verçosa (1991) ainda afirma que as características construtivas modernas podem favorecer o aparecimento de fenômenos patológicos.

Como se está falando de habitações de Interesse Social construídas com o sistema construtivo inovador denominado de parede de placas moldadas *in loco*, percebeu-se a relevância de se destacar algumas manifestações patológicas encontradas nas referidas habitações. Uma vez que na maioria dos casos os problemas patológicos encontrados se repetem, estão citadas apenas algumas das casas para exemplificá-los.

Na figura 18 tem-se um pilar localizado no terraço da casa 3 com armadura exposta, em processo de oxidação, e uma fissura acentuada no sentido longitudinal do pilar.

Figura 18-Pilar com armadura exposta e fissura (Casa 3)



Fonte: acervo da autora

Pode ser visto a partir da figura 19 um desnivelamento nas placas moldadas *in loco* que compõem a parede da fachada lateral esquerda da casa 4, com um certo afundamento em trechos da parede. Também pode ser observada deficiência de aderência entre pilares e placas, com a existência de uma fissura entre estes os dois elementos estruturais.

Figura 19- Parede com afundamento de placa de vedação e fissura (Casa 4)



Fonte: acervo da autora

Na figura 20 é visto o desgaste na pintura externa da parede da fachada lateral esquerda da casa 4. É perceptível, de maneira mais evidente, a desagregação da pintura na parte inferior da parede. Ainda nesta mesma figura, observa-se também que a calçada de entorno apresenta rachaduras bem evidentes.

Figura 20- Parede com desgaste na pintura e calçada rachada (Casa 4)



Fonte: acervo da autora

Na figura 21, que diz respeito ao banheiro da casa 5, observa-se um afundamento de piso no sentido do caimento da água ao ralo.

Figura 21- Afundamento do piso do Wc° (Casa 5)



Fonte: acervo da autora

Na figura 22 observa-se deficiência na junta de movimentação, entre as placas de vedação que compõem parte da parede da sala da casa 5.

Figura 22- Problema na junta entre as placas de vedação (Casa 5)



Fonte: acervo da autora

É possível observar na figura 23 que a placa de vedação na parede da área de serviço está com a armadura exposta em processo de oxidação, onde também já se observa desagregação de concreto no referido trecho.

Figura 23- Armadura exposta na placa de vedação (Casa 3)



Fonte: acervo da autora

Pode ser visto, a partir da figura 24, que a forra da porta de acesso a sala da casa 4 está bastante danificada, bem como a pintura da mesma está deteriorada.

Figura 24- Forra da porta danificada (Casa 4)



Fonte: acervo da autora

Na figura 25 observa-se que parte dos caibros que estão visíveis na fachada frontal da casa 6 está bastante deteriorada.

Figura 25- Caibros deteriorados (Casa 6)



Fonte: acervo da autora

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 APRESENTAÇÃO DOS DADOS DO ESTUDO

Os quantitativos de serviços foram convertidos em dados passíveis de análises a partir da inserção destes na planilha de custos. Para a elaboração das planilhas tomou-se como referência os valores dos insumos e dos coeficientes de consumo de mão de obra e de materiais do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). O valor da mão de obra foi baseado no SINTRICOM-JP (Sindicato Intermunicipal dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção Civil, da Construção Pesada e do Mobiliário, de João Pessoa). O Quadro 2 demonstra uma composição resumida elaborada na pesquisa, e o Quadro 3 uma composição, detalhada.

Quadro 2-Composição unitária simplificada baseada no SINAPI para o item pintura

Item	Fonte	Cód.	Descrição do serviço	Unid.	Preço unit. (R\$)	Período
1	Sinapi	73445	Caiação (int./ext.), inclusive fixador, 2 demãos	m²	4,71	Abril/2013
2	Sinapi	73954	Pintura Acrílica em paredes (ext./int.) 2 demãos- sem massa	m²	10,85	Abril/2013
3	Sinapi	73739	Pintura com esmalte sintético em esquadrias de madeira- 2 demãos	m²	8,91	Abril/2013
4	Sinapi	73750	Pintura latex PVA em paredes (ext./int.) 2 demãos sem massa	m²	7,07	Abril/2013
5	Sinapi	6082	Verniz em esquadrias de madeira - 3 demãos	m²	9,86	Abril/2013

Fonte: elaborada pela autora

Quadro 3-Exemplo de composição de preço unitário detalhada com insumos do SINAPI

Serviço: Piso cimentado áspero – 1:4 (sem junta de dilatação)					Unidade: m2
Cód. SINAPI	Insumos	Und	Consumo	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
73449	Argamassa de cimento e areia – 1:4 (prep. manual)	kg	0,015	256,72	3,85
4750	Pedreiro	h	0,850	4,59	3,90
6111	Servente	h	0,850	3,41	2,90
Custo Total de Materiais – R\$					3,85
Custo Total de Mão de obra – R\$					6,80
Custo Total – R\$					10,65

Fonte: Elaborada pela autora.

Os custos obtidos estão acima das despesas efetivamente realizadas com serviços de manutenção e não traduzem os valores reais, em moeda corrente, dos serviços executados pelos moradores. Essa diferença dos valores ocorre possivelmente em função de fatores como, por exemplo, técnicas empregadas para fazer os serviços (reparos em peças de concreto armado, utilizando

argamassa de cimento e areia, sem o prévio tratamento da armadura exposta e em processo de corrosão), mão de obra utilizada (contratada, doada ou própria) e materiais utilizados (comprados ou doados). Visando adequar as composições às práticas de execução dos serviços realizados, em sua maioria, pelos próprios moradores, foram excluídos os coeficientes referentes aos encargos sociais e trabalhistas. Em função disso, houve uma redução dos preços dos serviços efetuados na manutenção das moradias. Para se proceder com a uniformização dos dados, todos os custos de manutenção estão expressos em R\$/m².

Para que fosse possível traçar a evolução dos custos de manutenção para o estudo proposto, fez-se necessário o uso do INCC (Índice Nacional de Custo da Construção). Este índice tem a finalidade de aferir a evolução dos custos de construções habitacionais e configurou-se como o primeiro índice oficial de custo da construção civil no país. Foi divulgado pela primeira vez em 1950.

Visando determinar os índices de correção (Ic), foram realizados alguns cálculos, ano a ano. Desse modo, se fez necessário a obtenção de um recorte do período em destaque de 1998 a 2013 na série histórica do INCC, que pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4-Série histórica INCC- recorte do período estudado

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho
1998	162,805	163,593	164,361	163,535	165,133	165,781
1999	167,648	169,288	170,221	171,100	172,578	173,279
2000	184,039	185,461	186,492	187,604	190,136	191,527
2001	197,174	197,849	198,388	199,112	203,321	205,682
2002	214,162	215,399	216,577	217,288	222,793	224,054
2003	244,489	247,898	251,318	253,585	260,778	263,516
2004	276,490	279,243	282,47	284,128	289,317	291,348
2005	308,284	309,646	311,733	313,977	320,524	322,974
2006	328,042	328,651	329,32	330,501	334,867	337,892
2007	344,943	345,682	346,617	348,194	352,204	355,456
2008	365,906	367,382	369,812	373,031	380,582	387,906
2009	409,166	410,262	409,216	409,042	414,742	417,657
2010	423,740	425,268	428,476	432,079	439,914	444,718
2011	455,619	456,917	458,887	463,766	477,405	479,183
2012	492,106	493,584	496,079	499,791	509,184	512,903
2013	525,850	529,029	531,691	535,601	-	-

Fonte: Adaptado da Ademi-PE

Quadro 4- Série histórica INCC- recorte do período estudado (continuação)

Ano	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1998	166,345	166,705	166,729	166,738	166,657	166,733
1999	174,074	175,28	176,785	178,574	180,207	182,084
2000	192,104	192,846	193,342	193,984	194,789	196,037
2001	206,742	208,026	209,174	211,122	212,676	213,393
2002	224,712	226,968	228,576	231,167	236,83	240,861
2003	266,132	269,967	270,555	272,325	275,152	275,594

2004	294,625	297,003	298,722	302,275	304,429	305,974
2005	323,332	323,382	324,164	324,782	325,703	326,915
2006	339,484	340,283	340,67	341,369	342,159	343,401
2007	356,545	357,467	359,276	361,102	362,403	364,525
2008	393,556	398,202	401,975	405,09	407,109	407,807
2009	418,757	418,528	419,147	419,405	420,635	421,051
2010	446,688	447,296	448,222	449,103	450,763	453,766
2011	481,33	481,966	482,658	483,758	487,221	487,749
2012	516,318	517,657	518,816	519,907	521,638	522,474
2013	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado da Ademi-PE

Em seguida, depois do recorte na série histórica, foi efetuada a retroação dos valores dos insumos e serviços a partir do índice de correção do INCC (Ic). Os índices de correção de INCC (Ic) foram calculados para cada ano, tomando como INCC anual a média anual desse índice ($INCC_{anual} = \sum INCC \text{ (Jan a Dez)}/12$). Todos os valores de insumos e serviços foram retroagidos de abril/2013 para os anos em que foram efetuados os serviços realizados nas moradias estudadas. A Equação (2) apresenta a fórmula utilizada para o cálculo dos índices corrigidos através do fator (IR) e o Quadro 5 mostra os resultados para cada ano:

$$IR = \frac{INCC_{\text{mês/ano (base)}}}{INCC_{\text{MÉDIA anual}}}$$

Equação 2- expressão para o cálculo dos índices de retroação

Quadro 5-Série histórica INCC- recorte do período estudado

Ano	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
INCC (média anual)	165,426	174,26	190,697	205,222	224,949	262,609	292,169	319,618
IR	3,238	3,074	2,809	2,610	2,381	2,040	1,833	1,676

Fonte: elaborada pela autora

Quadro 5- Série histórica INCC- recorte do período estudado (continuação)

Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
INCC (média anual)	336,387	354,535	388,197	415,634	440,836	470,981	515,125	533,965
IR	1,592	1,511	1,380	1,289	1,215	1,137	1,040	1,003

Fonte: elaborada pela autora

A partir de tudo que foi descrito anteriormente se chegou, de fato, a elaboração das planilhas de manutenção. Elas foram criadas para permitir a determinação dos custos oriundos desta atividade especificamente. As mesmas estão organizadas, por itens de serviços passíveis de manutenção, ambos detalhados ano a ano, para então, se determinar a evolução destes custos no recorte temporal da pesquisa, como pode ser visto no Quadro 6.

Quadro 6- Ampliação da planilha orçamentária formulada para a manutenção do item pintura

Cód. Sinapi	Descrição	Und	Ano	Qt	Ano	Qt	Ano	Qt	Ano	Qt
	Pintura									
73445	Caição (int./ext.), inclusive fixador, 2 demãos	m²	1998	-	1999	-	2000	-	2001	-
			2002	-	2003	-	2004	-	2005	-
			2006	-	2007	-	2008	-	2009	-
			2010	-	2011	-	2012	-	2013	-
73954	Pintura Acrílica em paredes (externa) 2 demãos- sem massa	m²	1998	-	1999	61,74	2000	61,74	2001	61,74
			2002	61,74	2003	61,74	2004	61,74	2005	61,74
			2006	61,74	2007	61,74	2008	61,74	2009	61,74
			2010	61,74	2011	61,74	2012	61,74	2013	61,74
73954	Pintura Acrílica em paredes (interna) 2 demãos- sem massa	m²	1998	-	1999	-	2000	-	2001	-
			2002	-	2003	-	2004	-	2005	-
			2006	-	2007	-	2008	-	2009	-
			2010	-	2011	-	2012	-	2013	-
73739	Pintura com esmalte sintético em esquadrias de madeira- 2 demãos	m²	1998	-	1999	11,94	2000	11,94	2001	11,94
			2002	11,94	2003	11,94	2004	11,94	2005	11,94
			2006	11,94	2007	11,94	2008	11,94	2009	11,94
			2010	11,94	2011	11,94	2012	11,94	2013	11,94
73750	Pintura latex PVA em paredes (externa) 2 demãos sem massa	m²	1998	-	1999	-	2000	-	2001	-
			2002	-	2003	-	2004	-	2005	-
			2006	-	2007	-	2008	-	2009	-
			2010	-	2011	-	2012	-	2013	-
73750	Pintura latex PVA em paredes (interna) 2 demãos sem massa	m²	1998	-	1999	110,93	2000	110,93	2001	110,93
			2002	110,93	2003	110,93	2004	110,93	2005	110,93
			2006	110,93	2007	110,93	2008	110,93	2009	110,93
			2010	110,93	2011	110,93	2012	110,93	2013	110,93
6082	Verniz em esquadrias de madeira - 3 demãos	m²	1998	-	1999	-	2000	-	2001	-
			2002	-	2003	-	2004	-	2005	-
			2006	-	2007	-	2008	-	2009	-
			2010	-	2011	-	2012	-	2013	-

Fonte: elaborada pela autora

Quadro 6- Ampliação da planilha orçamentária formulada para a manutenção do item pintura (continuação da lateral)

Preço	Ano	Valor (R\$)	Ano	Valor (R\$)	Ano	Valor (R\$)	Ano	Valor (R\$)
Totais	1998	-	1999	496,56	2000	543,39	2001	584,78
	2002	640,99	2003	748,31	2004	832,54	2005	910,76
	2006	958,54	2007	1.010,25	2008	1.106,17	2009	1.184,35
	2010	1.256,17	2011	1.342,07	2012	1.467,86	2013	1.521,54
4,71	1998	-	1999	-	2000	-	2001	-
	2002	-	2003	-	2004	-	2005	-
	2006	-	2007	-	2008	-	2009	-
	2010	-	2011	-	2012	-	2013	-
10,85	1998	-	1999	213,15	2000	233,26	2001	251,02
	2002	275,15	2003	321,22	2004	357,37	2005	390,95
	2006	411,46	2007	433,66	2008	474,83	2009	508,39
	2010	539,22	2011	576,09	2012	630,09	2013	653,13
10,85	1998	-	1999	-	2000	-	2001	-
	2002	-	2003	-	2004	-	2005	-
	2006	-	2007	-	2008	-	2009	-
	2010	-	2011	-	2012	-	2013	-
8,91	1998	-	1999	33,85	2000	37,05	2001	39,87
	2002	43,70	2003	51,02	2004	56,76	2005	62,09
	2006	65,35	2007	68,87	2008	75,41	2009	80,74
	2010	85,64	2011	91,49	2012	100,07	2013	103,73
7,07	1998	-	1999	-	2000	-	2001	-
	2002	-	2003	-	2004	-	2005	-
	2006	-	2007	-	2008	-	2009	-
	2010	-	2011	-	2012	-	2013	-
7,07	1998	-	1999	249,55	2000	243,09	2001	293,89
	2002	322,14	2003	376,07	2004	418,41	2005	457,72
	2006	481,73	2007	507,72	2008	555,92	2009	595,22
	2010	631,31	2011	674,48	2012	737,70	2013	764,68
9,86	1998	-	1999	-	2000	-	2001	-
	2002	-	2003	-	2004	-	2005	-
	2006	-	2007	-	2008	-	2009	-
	2010	-	2011	-	2012	-	2013	-

Fonte: elaborada pela autora

A investigação *in loco* trouxe à tona revelações importantes para a pesquisa. Além de confirmar teses encontradas na literatura, que apontam para o aumento dos custos de manutenção ao longo do tempo, com destaque, neste sentido para a Lei de Sittler, que trata do aumento progressivo do custo de manutenção com o passar do tempo, também se observou o aparecimento de diferentes perfis de custos, quando há certa protelação na execução da atividade de manutenção, visto em (MEIRA, 2002). Provenientes ainda da fase de obra ou em função da irregularidade com que ocorre a manutenção, os dados levantados evidenciam a procrastinação desta atividade, que somada a outros tipos de problemas, comprometem o desempenho da edificação.

Em relação à manutenção corretiva ocorrida em habitações de interesse social e comprovada no estudo em destaque, onde a informalidade e o imprevisto predominam, percebe-se que, se recebessem a devida atenção, o diagnóstico preciso do problema teria fundamental importância para o saneamento do defeito. Na maioria das vezes, a causa é indicada pelo morador ou profissional informal

e nem sempre é a correta. A partir da identificação, o morador vislumbra a execução dos serviços de reparo, com técnicas, ferramentas e materiais, geralmente compatíveis com o seu poder aquisitivo e/ou a habilidade do executor. Fato corriqueiro em conjunturas que envolvem habitações de interesse social. É provável que a manutenção ocorra motivada pelas urgentes necessidades dos moradores incomodados com o problema. O que se vê, de uma forma geral, são intervenções realizadas sem planejamento e previsão de custos, resultando, muitas vezes, em acréscimo significativo dos mesmos.

Durante o desenvolvimento da etapa de pesquisa em campo foram analisados os serviços de manutenção realizados durante os anos de uso (período compreendido de 1998 a 2013) nas dez habitações de interesse social construídas com sistema inovador de parede de placas moldadas *in loco* estudadas no conjunto Mariz I. No período da pesquisa, observou-se a deterioração de várias partes de cada casa, evidenciando, dessa forma, a necessidade de analisar também as manutenções potenciais e seus custos, ou seja, aquelas não realizadas até então, mas consideradas necessárias. Isso é percebido ao se detectar que um serviço precisa acontecer com uma periodicidade maior que a realizada, ou quando o mesmo é executado, porém de forma insatisfatória.

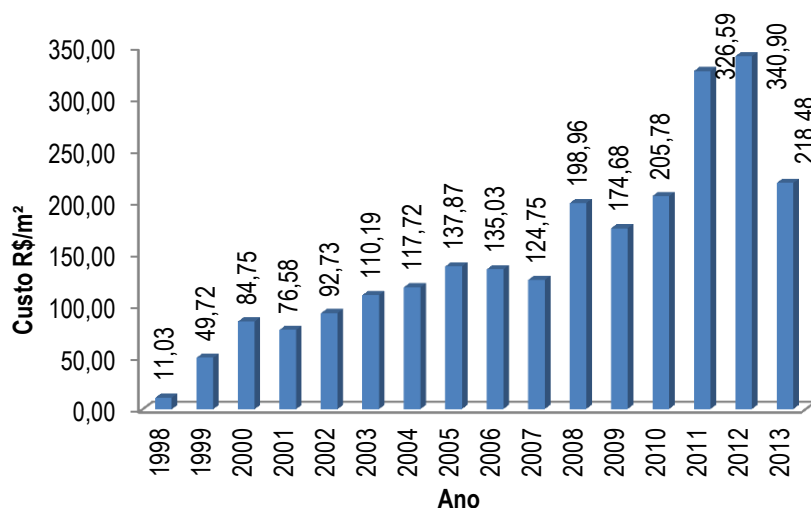
Desta feita, neste item são apresentados os custos de forma quantitativa, ou seja, são expostos os valores encontrados com base nos cálculos feitos nas planilhas orçamentárias de manutenção elaboradas a partir dos dados coletados com a aplicação dos formulários de entrevistas ainda na etapa da pesquisa em campo. Existem dois tipos de custos abordados nesta seção: os custos efetivos e os custos potenciais.

5.2 CUSTOS EFETIVOS

Podem ser entendidos como custos efetivos aqueles gastos oriundos dos serviços de manutenção que foram efetivamente realizados nas habitações estudadas durante todo o período estudado (1998-2013).

Pelo que se vê na Figura 26, é notório o aumento dos custos, ao longo do tempo, com a manutenção das edificações pesquisadas. É consenso o entendimento de que edificações novas, de forma geral, requerem pouca manutenção. Entretanto, com o passar do tempo, conforme Freitas (2009), a manutenção das construções se faz necessária, seja preventiva ou reparadora. Convém ainda destacar que o crescimento das despesas com manutenção nas HIS analisadas é resultante, entre outros, de dois fatos consideráveis: do natural incremento dos preços e do avanço da degradação dos componentes da construção, ambos seguindo trajetória cronológica. No gráfico a seguir destacam-se os anos de 2011 e 2012 com os respectivos valores de 326,59 R\$/m² e 340,90 R\$/m² e os menores valores em 1998 e 1999, com 11,03 R\$/m² e 49,72 R\$/m².

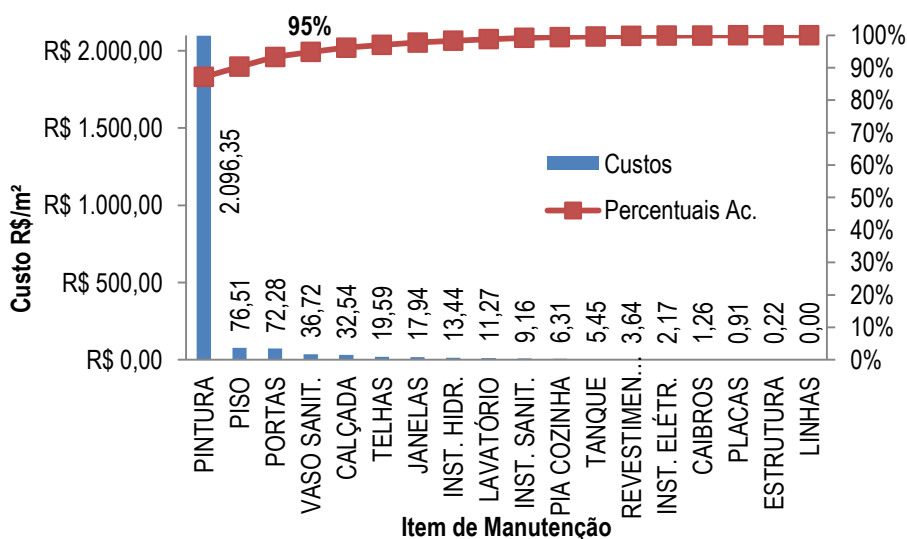
Figura 26-Evolução dos custos efetivos de manutenção (1998 a 2013)



Fonte: Silva, 2015

Apesar da crescente solicitação de manutenção por parte das casas acompanhadas, nem sempre os serviços foram realizados, ou até o foram, porém em momento tardio. Um serviço de manutenção, quando não realizado na ocasião oportuna, resulta no agravamento de tal demanda, que evolui para a necessidade de reparo. A Figura 27 apresenta os custos de manutenção de cada serviço. O gráfico evidencia que em torno de 22% dos itens de manutenção contribuíram com 95% dos recursos investidos em manutenção e que destes, 87% são destinados ao item pintura. Essa atitude é compatível com a intenção de evitar custos, já que, corriqueiramente, a pintura é executada pelos próprios moradores.

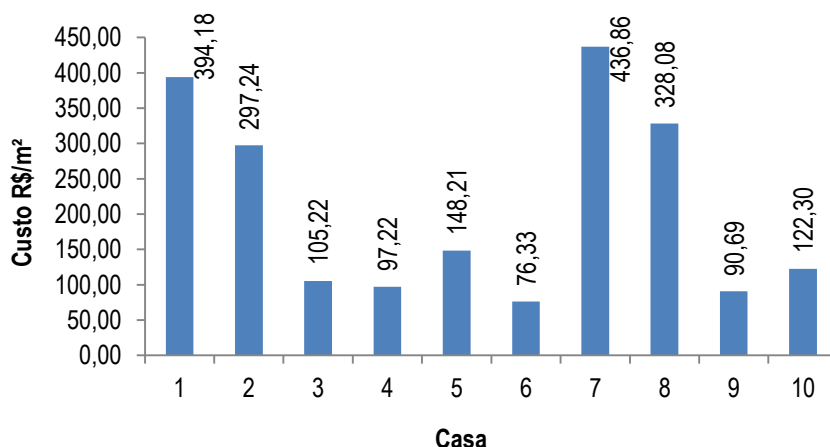
Figura 27-Totais de custos efetivos por item de Manutenção (Gráfico de Pareto)



Fonte: Silva, 2015

Na figura 28 está representado, de maneira mais detalhada, o item pintura. Este foi o que mais sofreu intervenções de manutenção (como o 88% do total dos 18 itens de manutenção contabilizados) nas referidas casas em estudo, como foi visualizado na figura anterior. As casas que mais gastaram com o item pintura foram a 1 e a 7, com os respectivos valores de 394,18 R\$/m² e 436,86 R\$/m² e as casas que menos gastaram com o item pintura fora a casa 6 e a 9 com os respectivos valores de 76,33 R\$/m² e 90,69 R\$/m².

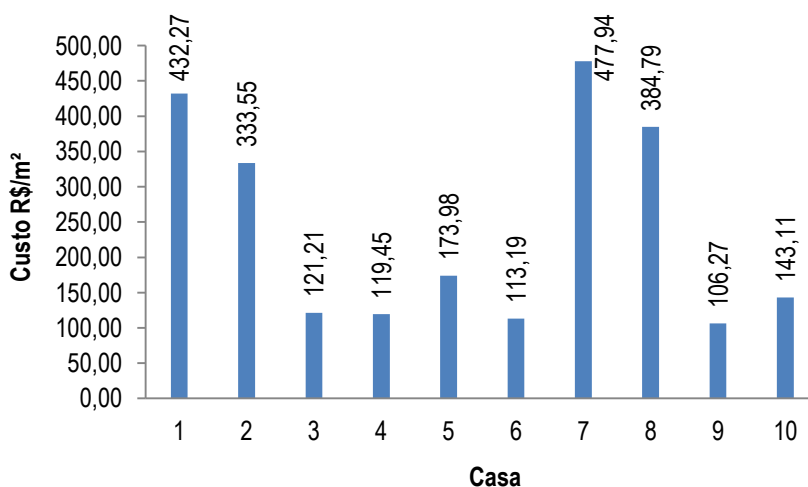
Figura 28-Totais dos Custos efetivos de manutenção para o item pintura



Fonte: elaborado pela autora

Percebe-se, através da Figura 29, que as casas que mais investiram na atividade de manutenção foram as 7 e 8, com os respectivos valores de 477,94 R\$/m² e 384,79 R\$/m²; e as casas que menos investiram na atividade de manutenção foram a casa 6, com um valor de 113,19 R\$/m² e a casa 9, com um valor de 106,27 R\$/m².

Figura 29-Totais de Custos efetivos de manutenção

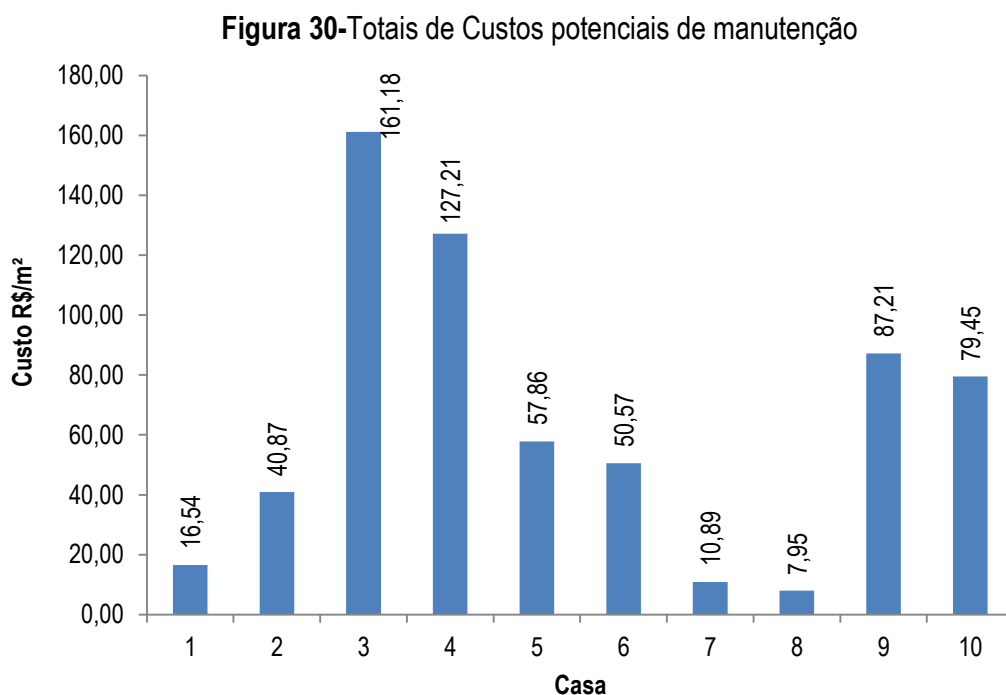


Fonte: Silva, 2015

5.3 CUSTOS POTENCIAIS

Podem ser entendidos como custos potenciais aqueles gastos oriundos dos serviços de manutenção que não foram realizados, mas que foram identificados como necessários. Estes se referem ao ano de 2013, por retratar, no momento da pesquisa, a realidade em termos de custos de manutenção para os casos em destaque.

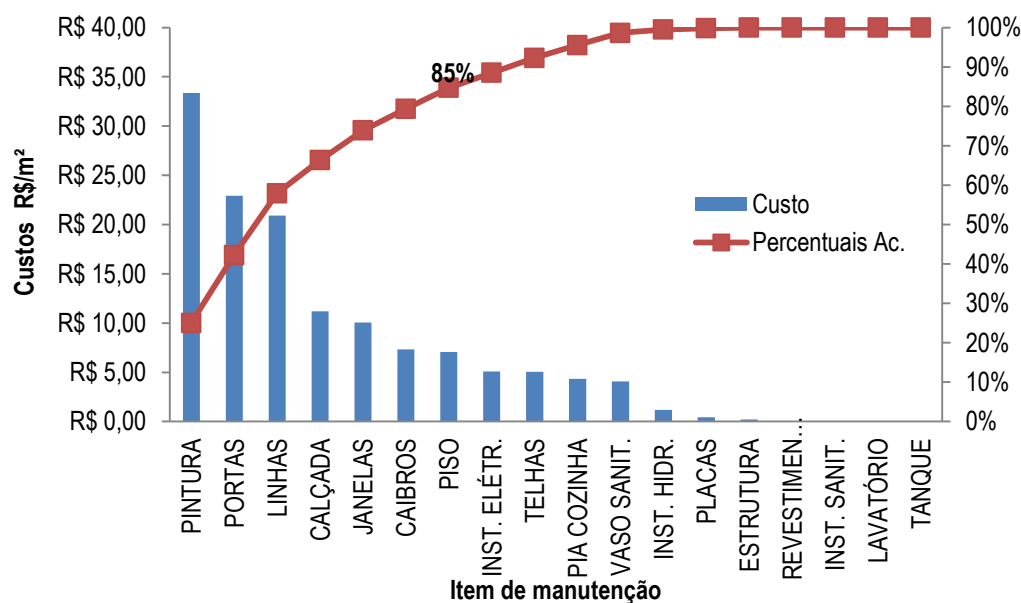
Percebe-se, através da Figura 30, que as casas 3 e 4, segundo as despesas potenciais levantadas, são as que mais necessitam de intervenções de manutenção, sendo as respectivas estimativas de custos, em valores de (abril/2013), representadas por 161,18 R\$/m² e 127,21 R\$/m², respectivamente. Comparativamente, no gráfico dos custos totais efetivos (Figura 29), as mesmas casas estão entre as que apresentam os menores montantes com este tipo de despesa, ratificando os seus valores elevados nesta análise de custos potenciais. Analogamente, as casas 1, 7 e 8 ilustram exatamente o contrário, pois, nas discussões dos custos efetivos, as mesmas apresentaram os maiores valores em termos de custos (Figura 29), e aqui, analisando os potenciais, são os menores, com os valores 16,54 R\$/m², 10,89 R\$/m² e 7,95 R\$/m², respectivamente. Mais uma vez, comprovou-se que quanto mais se investir em manutenção, menos se gastará com referida prática no decorrer do tempo.



Fonte: elaborado pela autora

Na Figura 31, é vista a contribuição em média de cada item de manutenção na soma dos custos potenciais totais das dez casas do estudo de caso analisado. Percebe-se que 39% dos itens de manutenção, contribuíram para 85% dos custos potenciais.

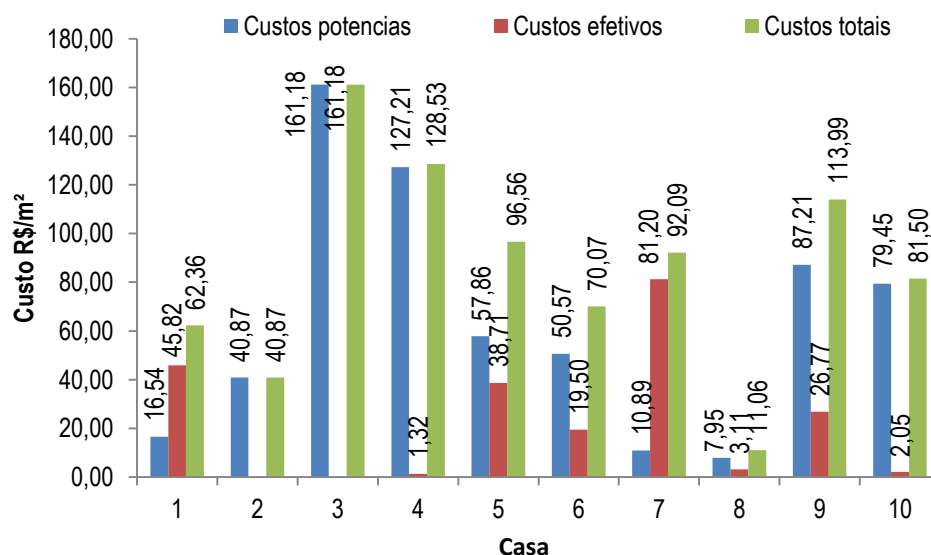
Figura 31-Totais de custos médios potenciais por item de Manutenção (Gráfico de Pareto)



Fonte: elaborado pela autora

Na figura 32 apresenta-se uma análise comparativa entre os custos das manutenções efetivamente realizadas e aqueles referentes às manutenções ainda não postas em prática, ou seja, os potenciais. Assim, efetuando-se as ponderações entre os custos efetivos e potenciais, percebe-se que as moradias possuem comportamentos distintos com relação aos custos, onde observa-se que, dentre as dez moradias pesquisadas, três apresentaram custo total de manutenção superior a 110,00 R\$/m², enquanto que três moradias apresentaram custo inferior a 110,00 R\$/m² e as outras quatro apresentaram custos entre 11,00 R\$/m² e 75,00 R\$/m².

Figura 32-Custos potenciais, efetivos e totais (ano de 2013)



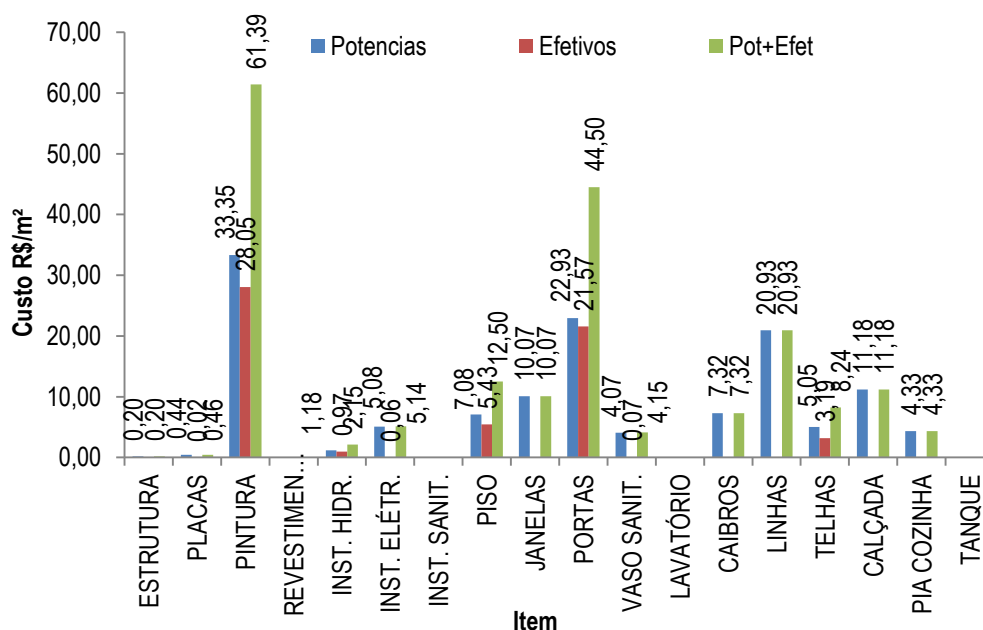
Fonte: elaborado pela autora

Na figura 33 apresenta-se uma análise comparativa entre os custos médios referentes às manutenções ainda não postas em prática, ou seja, os potenciais para cada item de manutenção, com

os custos das manutenções efetivamente realizadas para cada item de manutenção em relação aos custos totais, ou seja, o somatório dos custos potenciais e efetivos. Assim, efetuando-se as devidas ponderações entre os custos potenciais, efetivos e totais, percebe-se que as moradias possuem comportamentos distintos com relação aos custos dos diferentes itens de manutenção, como mostra a Figura 33, onde observa-se, que o item pintura continua sendo o mais executado entre os demais, seguido dos itens portas e linhas. Ressalta-se este último item, em que não houve manutenção efetiva, como pode ser visto na figura 33. É importante ressaltar que algumas dificuldades podem ter contribuído para o adiamento da manutenção de vários itens das moradias que são objeto deste estudo. A relutância na consecução de reparos, por exemplo, nas placas de vedação pode estar associada às características das peças de concreto armado, que possuem espessura média de 3 cm e armadura fina e pouco densa, transformando qualquer intervenção em sua estrutura em risco de dano grave nesses elementos.

Por outro lado, alguns itens encontram motivação para a sua execução, justamente pela facilidade no acesso aos materiais e métodos, bem como motivados de certa forma pela questão estética. Um exemplo desta constatação são os serviços de pintura, bastante presente em todas as unidades pesquisadas. Com efeito, os serviços de manutenção logram êxito quando melhoram o desempenho dos sistemas construtivos ao longo da vida útil e asseguram a sua importância quando vem à tona a queda no desempenho, com consequente aumento dos seus custos.

Figura 33-Custos potenciais, efetivos e totais médios (ano de 2013) por item de manutenção

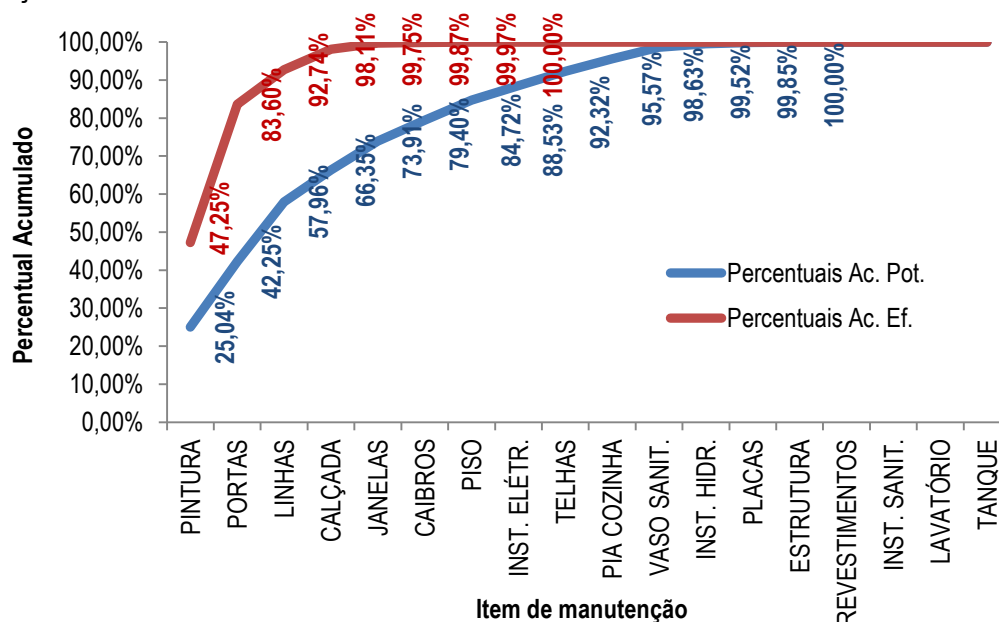


Fonte: Elaborado pela autora

A Figura 34 demonstra que os comportamentos dos custos efetivos e dos custos potenciais geram curvas distintas, onde um grande percentual dos custos efetivos se concentra num menor

número de itens de serviços e o seu montante excede consideravelmente o somatório dos custos potenciais. Estes, por sua vez, apresentam maior quantidade de itens de serviço de manutenção.

Figura 34-Custos potenciais e efetivos (ano de 2013) - percentuais acumulados por item de manutenção



Fonte: Elaborado pela autora

5.4 PERFIL SOCIOECONÔMICO DOS MORADORES E OS CUSTOS DE MANUTENÇÃO

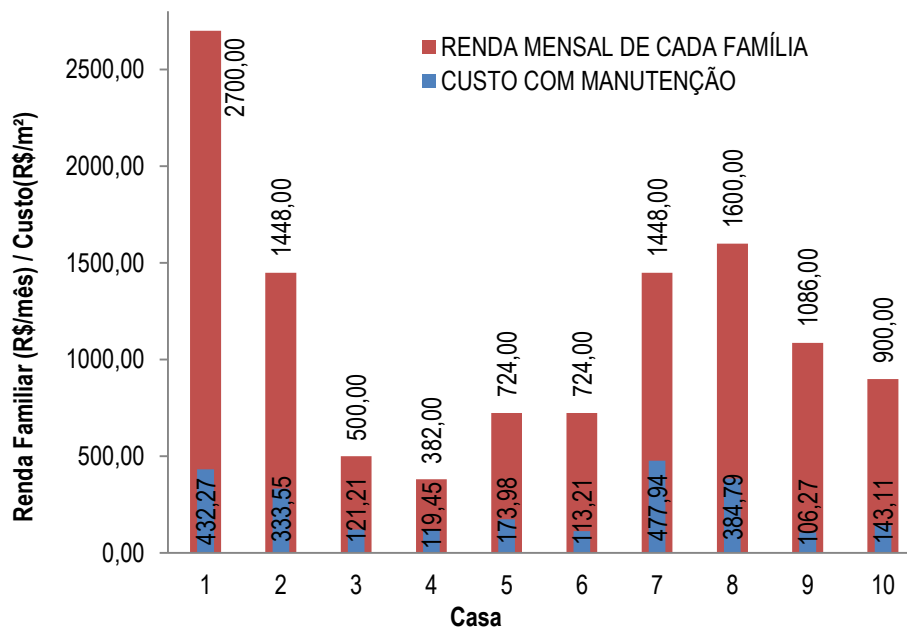
Buscando verificar a influência da renda nos custos de manutenção foi traçado o perfil socioeconômico dos moradores das edificações da pesquisa em destaque. A estrutura familiar encontrada na maioria dos casos é formada por um núcleo composto por um casal e uma quantidade variada de filhos. O número médio de pessoas na moradia é de 3,5 indivíduos (no mínimo 3 e no máximo 5 pessoas). Quanto ao tempo de moradia, todos os 10 entrevistados, proprietários das unidades, lá residem desde a entrega do conjunto, há 16 anos.

No tocante à renda mensal familiar, através dos dados constantes na Figura 35, percebe-se que as casas com as maiores rendas mensais são: casa 1, casa 2, casa 7 e a casa 8; em contrapartida as casas com as menores rendas são: casa 3 e casa 4.

Confrontando os dados referentes à renda com os custos de manutenção desembolsados por cada família, conforme consta na Figura 35, constata-se que os valores dos custos de manutenção totais foram mais expressivos justamente onde há um maior poder aquisitivo, e menores onde os moradores possuem menor renda. Embora as diferenças, em termos de renda, não sejam significativas, e os moradores estejam enquadrados em classes sociais semelhantes, conforme classificação da Secretaria de Assuntos Estratégicos do Governo Federal (SAE, 2014 a; 2014 b), ainda

assim foram observadas diferenças nos gastos com manutenção. A média de renda entre eles foi de aproximadamente 1,6 salários, tendo um desvio padrão em torno de 0,9 salários.

Figura 35-Análise comparativa entre a renda mensal familiar e os custos com manutenção de cada casa

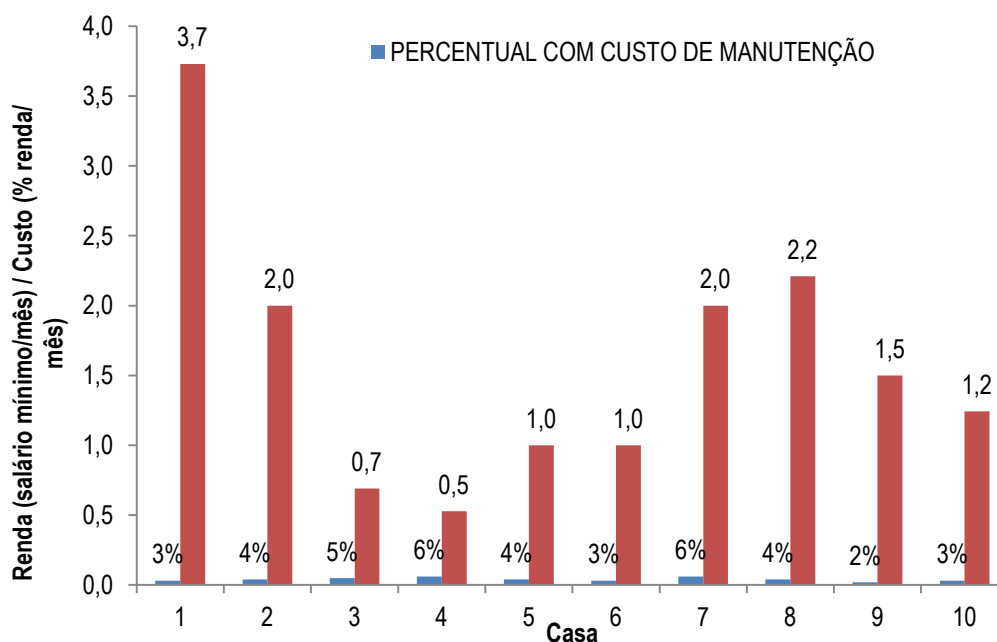


Fonte: Silva, 2014

A seguir, apresentam-se resultados relativos à relação entre a renda dos moradores das HIS e os seus respectivos custos com manutenção. Para isso, expõe-se o percentual mensal da renda de cada família destinado aos gastos com a manutenção de cada casa ao longo dos anos. Visando facilitar o entendimento da questão, excepcionalmente na análise exibida na Figura 36, se fez uso dos valores das rendas, convertidos em salários mínimos, e quanto destes em termos percentuais estiveram comprometidos com os custos de manutenção. Em média 4% da renda mensal dos moradores estiveram comprometidas com as despesas de manutenção.

As famílias dessas habitações, em geral, empregam suas rendas nas despesas de água, luz, transporte, alimentação, entre outras prioridades. Frente a essa realidade, pouco ou nada se investe em manutenção de forma preventiva, caracterizando-se as atividades realizadas como manutenções corretivas. Os dados socioeconômicos levantados vêm ratificar o que já havia sido informado pelos moradores que os serviços são realizados de acordo com a disponibilidade financeira da família.

Figura 36-Renda e percentual gasto com custo total de manutenção por casa



Fonte: Silva, 2014

5.5 FERRAMENTA DE CUSTO DE MANUTENÇÃO

Este item faz menção ao objetivo geral deste trabalho, que é o desenvolvimento de uma ferramenta de previsão de custo a partir da aplicação de um modelo de determinação dos custos de manutenção, conhecido na literatura consultada para a concepção da presente dissertação, como modelo de custos de itens significativos; essa metodologia foi aplicada aos dados de manutenção obtidos a partir do estudo de caso proposto.

Em primeiro lugar, o procedimento utilizado para desenvolver a ferramenta de custo de manutenção é descrito. O objetivo é demonstrar como os custos de manutenção podem ser representados por um pequeno número de itens de custo significativos, e daí, derivar correspondente modelo de custo.

Para determinação dos modelos de custos, um conjunto de itens de custos significativos, que contribuíram com uma constante proporção no montante total dos custos de manutenção ao longo dos anos estudados das edificações foram identificados. Esta constante proporção é denominada de “fator de modelo de custos” e foi criado para cada conjunto de itens de custos significativos.

Os itens de custo significativos incluídos nos modelos foram selecionados a partir daqueles que foram vistos se repetir de forma consistente ao longo do tempo estudado para cada uma das habitações abordadas; assim, os custos futuros puderam ser estimados através do cálculo apenas daqueles itens incluídos no modelo. O modelo de itens de custo significativos para a atividade de manutenção é a ferramenta, pela qual buscou-se determinar e prever os custos de manutenção para

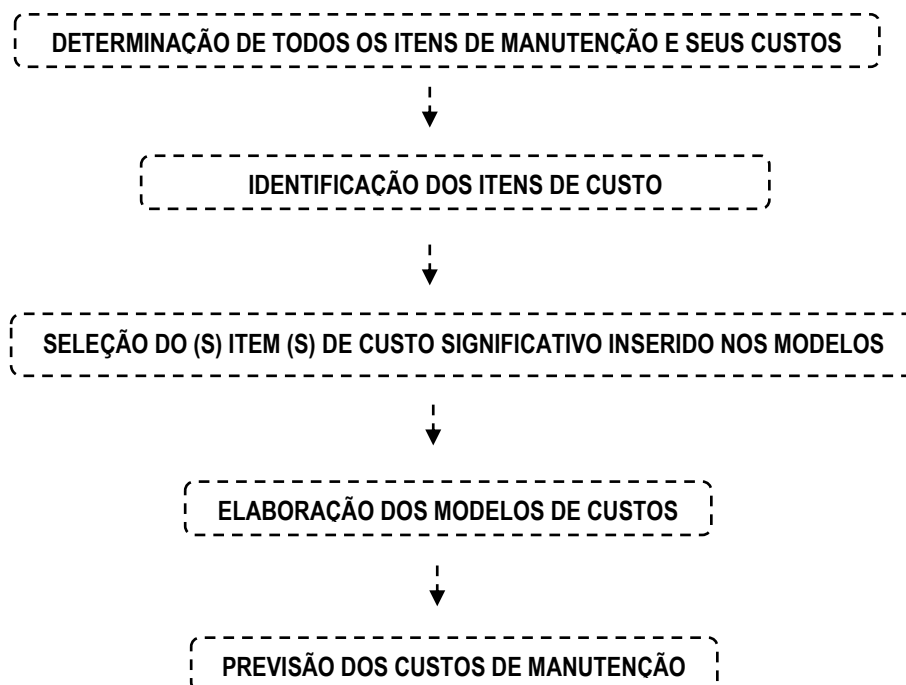
as dez habitações estudadas, e por ser tratar de um modelo simples, possivelmente poderá ser aplicado a diferentes tipos de edificações.

O procedimento utilizado para o desenvolvimento do modelo de custo de itens significativos foi realizado a partir das etapas a seguir:

- **Determinação de todos os itens de manutenção e seus custos**- etapa inicial onde foram calculados todos os itens de manutenção e seus custos no período de (1998-2013).
- **Identificação dos itens de custo significativo**- consistiu na identificação de todos os custos de itens significativos.
- **Seleção do (s) item (s) de custo significativo inserido nos modelos**- nesta etapa foi selecionado o item significativo que, além de ter uma maior representatividade em termos de repetição durante o período abordado, também se destacou em termos de valor.
- **Elaboração dos modelos de custos**- etapa onde foram elaborados os modelos de custos de manutenção a partir de procedimentos estatísticos.
- **Previsão dos custos de manutenção**- a partir do item de custo significativo selecionado e com o uso de modelos de regressão foi possível prever os custos de manutenção futuros.

Na figura 37 pode ser visto a representação esquemática das etapas do processo de desenvolvimento da ferramenta de previsão dos custos de manutenção.

Figura 37- esquema das etapas do processo de concepção da ferramenta de custos de manutenção



Fonte: elaborado pela autora

Para cada uma das habitações estudadas identificou-se e sintetizou-se, em tabelas, todos os itens de manutenção e os seus referidos custos por ano. O total de itens estudados foram 18, sendo eles: pintura, janelas, portas, calçada, piso, instalação sanitária, instalação elétrica, instalação hidrossanitária, vaso sanitário, pia da cozinha, lavatório, estrutura, placas, caibros, linhas, telhas, tanque e revestimento. O período de tempo em que foram determinados os custos de manutenção foi de (1998-2013), entretanto, houve anos em que não foi possível a identificação dos referidos custos.

As etapas de identificação dos itens de custo significativo, seleção do (s) item (s) de custo significativo inserido nos modelos, elaboração dos modelos de custos e previsão dos custos de manutenção foram detalhadas nos itens das seções posteriores.

5.5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ITENS DE CUSTO SIGNIFICATIVO E SELEÇÃO DO (S) ITEM (S) DE CUSTO SIGNIFICATIVO INSERIDO NOS MODELOS

Em cada uma das edificações por ano fizeram-se cálculos para a determinação dos itens e os custos significativos. Na equação (3) tem-se a expressão que calcula a representação do valor do custo significativo em relação ao custo total.

$$V_v/V (\%)$$

Equação 3- expressão para cálculo da relação entre os custos de manutenção

Onde,

V_v- valores de custos dos itens que excedem a média por ano;

V- valor total dos itens por ano.

Na equação (4) tem-se a expressão que calcula a representação do número de itens significativos em relação ao número de item total.

$$N_v/N (\%)$$

Equação 4- expressão para cálculo da relação entre os itens de manutenção

Onde,

N_v- número dos itens que excedem a média por ano;

N- número do total de itens por ano.

O modelo que foi desenvolvido está baseado no trabalho de (Ali-Hajj, 1991) na seguinte concepção, que está descrita na equação (5):

$$Mc = \frac{1}{CMF} \sum_{i=1}^n CSI_i$$

Equação 5- expressão genérica para cálculo dos custos de manutenção totais

Onde,

Mc- custo total de manutenção

CMF- razão entre os custos de itens significativos pelos custos totais

CSI- custos que excedem o valor da média

Na casa 1, apresentada no Quadro7, foram feitos os cálculos anteriormente descritos em cada ano do período estudado e foi encontrado, quase que de maneira unânime, a representação do item pintura como significativo, exceto no ano de 2012 que houve o aparecimento de outro item, porta; mas não apresenta em termos de proporção uma boa representatividade como item significativo. Isto é comprovado, uma vez que, em 9 dos 16 anos estudados, apenas o item pintura é tido como significativo, representado por 100% do custo de item significativo em cada um dos referidos anos. É possível identificar através dos valores sintetizados no Quadro1, dentre outras coisas, que na casa 1 o item pintura está com um percentual mínimo acima de 70% de contribuição para o montante de custos totais de manutenção para o ano de 2007; e também se vê que a pintura representa em termos percentuais de número de itens um valor mínimo de 33,33%, ou seja para o ano de 2000 apenas 1 item de 3 que foram realizados, num total de 18 itens estudados foi considerado significativo, comprovando o que diz a literatura consultada (All-Hajj, 1991), quando afirma que um número pequeno de itens poderá representar uma realidade.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 1 totalizou um valor de 432,27 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 411,29 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,95, como pode ser visto no Quadro (7). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (6), chegando-se ao valor de 432,27 R\$/m², que é o valor equivalente ao custo total com manutenção.

$$Mc = \frac{1}{0,95} \sum_{i=1}^n (15,30 + 16,47 + 18,05 \dots)_i$$

Equação 6- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 1)

Quadro 7-Os itens de custo significativo para casa 1

CASA 1								
Ano	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Item CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	0,01	1,0	0,01	Placa Ved.	0,01	1,00	100,00	100,00
2000	16,72	3,0	5,57	Pintura	15,30	1,00	91,51	33,33
2001	16,47	1,0	16,47	Pintura	16,47	1,00	100,00	100,00
2002	18,05	1,0	18,05	Pintura	18,05	1,00	100,00	100,00
2003	21,07	1,0	21,07	Pintura	21,07	1,00	100,00	100,00
2004	23,45	1,0	23,45	Pintura	23,45	1,00	100,00	100,00
2005	25,39	1,0	25,39	Pintura	25,39	1,00	100,00	100,00
2006	26,72	1,0	26,72	Pintura	26,72	1,00	100,00	100,00
2007	39,27	5,0	7,85	Pintura	28,16	1,00	71,71	20,00

2008	30,82	1,0	30,82	Pintura	30,82	1,00	100,00	100,00
2009	33,01	1,0	33,01	Pintura	33,01	1,00	100,00	100,00
2010	35,10	2,0	17,55	Pintura	35,01	1,00	99,74	50,00
2011	37,41	1,0	37,41	Pintura	37,41	1,00	100,00	100,00
2012	62,96	5,0	12,59	Pintura e Porta	58,01	2,00	92,14	40,00
2013	45,82	4,0	11,46	Pintura	42,41	1,00	92,56	25,00
Total	432,27	-	-	-	411,29	-	-	-
CMF	0,95							
Mc	432,27							

Fonte: Elaborada pela autora

Para todas as demais casas foram realizados cálculos semelhantes. No Quadro 8, onde está apresentada a casa 2, foi encontrado de maneira unânime a representação do item pintura como significativo. É perceptível que este item está com um percentual de 100% na metade dos anos que ocorreram manutenção, isto quer dizer, que para estes anos só o item pintura foi considerado significativo. O item pintura está com um percentual acima de 75% de contribuição em quase todos os anos em que houve gasto com manutenção em termos de itens totais estudados para este caso específico, exceto em 2004 com percentual de 63,58% do total de itens.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 2 totalizou um valor de 333,55 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 297,24 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,89, como pode ser visto no quadro (8). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (7), chegando-se ao valor de 333,55 R\$/m², que é o valor equivalente ao custo total com manutenção.

$$Mc = \frac{1}{0,89} \sum_{i=1}^n (12,72 + 13,68 + 15,00 \dots)_i$$

Equação 7- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 2)

Quadro 8-Os itens de custo significativo para casa 2

CASA 2								
Ano	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Itens CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	0,00	-	-	-	-		-	-
1999	0,00	-	-	-	-		-	-
2000	14,88	2,00	7,44	Pintura	12,72	1,00	85,48	50,00
2001	17,81	3,00	5,94	Pintura	13,68	1,00	76,81	33,33
2002	15,00	1,00	15,00	Pintura	15,00	1,00	100,00	100,00
2003	17,74	2,00	8,87	Pintura	17,51	1,00	98,70	50,00
2004	30,64	2,00	15,32	Pintura	19,48	1,00	63,58	50,00
2005	21,31	1,00	21,31	Pintura	21,31	1,00	100,00	100,00
2006	22,43	1,00	22,43	Pintura	22,43	1,00	100,00	100,00
2007	24,43	2,00	12,22	Pintura	23,64	1,00	96,77	50,00

2008	26,33	2,00	13,17	Pintura	25,88	1,00	98,29	50,00
2009	27,71	1,00	27,71	Pintura	27,71	1,00	100,00	100,00
2010	29,39	1,00	29,39	Pintura	29,39	1,00	100,00	100,00
2011	42,71	6,00	7,12	Pintura	34,14	1,00	79,93	16,67
2012	43,17	2,00	21,59	Pintura	34,35	1,00	79,57	50,00
2013	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Total	333,55	-	-	-	297,2	-	-	-
CMF	0,89							
Mc	333,55							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 9, está apresentada a casa 3, onde sintetizou-se os valores dos itens de custos significativos para a referida habitação. Pode-se tirar algumas informações, dentre as quais merecem destaque a questão do item pintura se consolidar como o de maior repetitividade em termos de significância ao longo dos anos que houve despesas com manutenção, apenas no ano de 2012 o item considerado significativo foi o piso, este apesar de ser representado por um percentual de 100% em relação ao número total de itens para o ano de 2012, em termos de custo significativo total tem um valor baixo de 2,67 R\$/m² em relação aos valores dos custos significativos totais para pintura nos anos anteriores.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 3 totalizou um valor de 121,21 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 107,88 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,89 como pode ser visto no quadro (9). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (8), chegando-se ao valor de 121,21 R\$/m², que é o valor equivalente ao custo total com manutenção.

$$Mc = \frac{1}{0,89} \sum_{i=1}^n (11,62 + 15,00 + 21,31 \dots)_i$$

Equação 8- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 3)

Quadro 9- Os itens de custo significativo para casa 3

CASA 3								
Ano	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Itens CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	11,62	1,00	11,62	Pintura	11,62	1,00	100,00	100,00
2000	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	15,00	1,00	15,00	Pintura	15,00	1,00	100,00	100,00
2003	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	21,31	1,00	21,31	Pintura	21,31	1,00	100,00	100,00
2006	-	-	-	-	-	-	-	-

2007	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	30,40	3,00	10,13	Pintura	25,88	1,00	85,13	33,33
2009	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	40,21	6,00	6,70	Pintura	31,4	1,00	78,09	16,67
2012	2,67	1,00	2,67	Piso	2,67	1,00	100,00	100,00
2013	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	<u>121,21</u>	-	-	-	107,88	-	-	-
CMF	0,89							
Mc	<u>121,21</u>							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro10, onde está apresentada a casa 4, foi encontrado, diferentemente das tabelas anteriores, mais itens de custos significativos, tais como: vaso sanitário, calçada e instalação hidráulica. Entretanto, os custos do item significativo para pintura continuam aparecendo com uma maior repetitividade. O item pintura tem um percentual acima de 89% de contribuição em todos os anos em que houve gastos com manutenção para este item.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 4 totalizou um valor de 119,45 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 109,92 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,92, como pode ser visto no Quadro (10). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (9), chegando-se ao valor de 119,45 R\$/m², que é o valor equivalente ao gasto total com manutenção para esse caso.

$$Mc = \frac{1}{0,92} \sum_{i=1}^n (1,11 + 17,51 + 21,31 \dots)_i$$

Equação 9- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 4)

Quadro 10-Os itens de custo significativo para casa 4

CASA 4								
Ano	Custo Total R\$/m ² (V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m ² (Vv)	Item CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	1,11	1,00	1,11	Pintura	1,11	1,00	100,00	100,00
2001	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	17,51	1,00	17,51	Pintura	17,51	1,00	100,00	100,00
2004	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	21,31	1,00	21,31	Pintura	21,31	1,00	100,00	100,00
2006	6,39	4,00	1,60	Vs. sanitário	2,57	1,00	40,22	25,00

2007	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	26,23	2,00	13,12	Pintura	25,88	1,00	98,67	50,00
2009	3,22	3,00	1,07	Calçada	2,82	1,00	87,58	33,33
2010	3,38	2,00	1,69	Calçada	2,99	1,00	88,46	50,00
2011	35,02	3,00	11,67	Pintura	31,4	1,00	89,66	33,33
2012	3,95	2,00	1,98	Calçada	3,49	1,00	88,35	50,00
2013	1,32	2,00	0,66	Inst. Hidrau.	0,84	1,00	63,64	50,00
Total	119,45	-	-	-	109,92	-	-	-
CMF	0,92							
Mc	119,45							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 11, estão sintetizados os valores dos itens de custos significativos identificados na casa 5. Nela encontrou-se, de maneira unânime, a representação do item pintura como significativo para os anos em que houve manutenção. Na maioria dos anos em que houve manutenção, a casa 5 só executou a pintura, exceto no ano de 2011 em que houve um item a mais, que foi o item piso.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 5 totalizou um valor de 173,98 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 148,21 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,85, como pode ser visto no Quadro (11). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (10), chegando-se ao valor de 173,98 R\$/m², que é o valor equivalente ao gasto total com manutenção para esse caso.

$$Mc = \frac{1}{0,85} \sum_{i=1}^n (11,62 + 29,39 + 34,14 \dots)_i$$

Equação 10- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 5)

Quadro 11-Os itens de custo significativo para casa 5

CASA 5								
Ano	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Itens CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Itens CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	11,62	1,00	11,62	Pintura	11,62	1,00	100,00	100,00
2000	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	29,39	1,00	29,39	Pintura	29,39	1,00	100,00	100,00

2011	59,91	2,00	29,95	Pintura e Piso	59,91	1,00	100,00	100,00
2012	34,35	1,00	34,35	Pintura	34,35	1,00	100,00	100,00
2013	38,71	1,00	38,71	Pintura	38,71	1,00	100,00	100,00
Total	173,98	-	-	-	148,21	-	-	-
CMF	0,85							
Mc	173,98							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 12, onde está apresentada a casa 6, foi encontrado também mais itens de custos significativos, tais como: janela, instalação sanitária, vaso sanitário, lavatório, instalação hidráulica e piso. Entretanto, os valores dos custos significativos para o item pintura continuam ainda aparecendo com uma maior repetitividade; mas mesmo havendo outros itens de custos significativos, estes, em termos de valores de itens de custos significativos totais, não apresentam boa representatividade, como por exemplo: o item instalação hidráulica, com valor de 0,53 R\$/m².

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 6 totalizou um valor de 113,19 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 96,58 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,85, como pode ser visto no Quadro (12). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (11), chegando-se ao valor de 113,19 R\$/m², que é o valor equivalente ao custo total com manutenção.

$$Mc = \frac{1}{0,85} \sum_{i=1}^n (8,47 + 9,12 + 11,67 \dots)_i$$

Equação 11- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 6)

Quadro 12-Os itens de custo significativo para casa 6

CASA 6								
Ano	Custo Total R\$/m² (V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Itens CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Itens CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	-	-		-	-	-	-	-
1999	-	-		-	-	-	-	-
2000	9,92	2,00	4,96	Pintura	8,47	1,00	85,38	50,00
2001	9,12	1,00	9,12	Pintura	9,12	1,00	100,00	100,00
2002	-	-		-	-	-	-	-
2003	13,99	3,00	4,66	Pintura	11,67	1,00	83,42	33,33
2004	4,64	2,00	2,32	Janela	2,67	1,00	57,54	50,00
2005	-	-		-	-	-	-	-
2006	9,73	2,00	4,86	Inst. Sanitária	6,71	1,00	68,96	50,00
2007	2,70	1,00	2,70	Vaso sanitário	2,7	1,00	100,00	100,00
2008	1,65	1,00	1,65	Lavatório	1,65	1,00	100,00	100,00
2009	0,53	1,00	0,53	Inst. Hidráulica	0,53	1,00	100,00	100,00

2010	1,79	2,00	0,90	Piso	1,73	1,00	96,65	50,00
2011	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	39,62	2,00	19,81	Pintura	34,35	1,00	86,70	50,00
2013	19,50	5,00	3,90	Pintura e Piso	16,98	2,00	87,08	40,00
Total	<u>113,19</u>	-	-	-	96,58	-	-	-
CMF	0,85							
Mc	<u>113,19</u>							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 13, onde estão sintetizados os valores dos itens de custos significativos; para a casa 7, temos que o item pintura é o mais expressivo para quase todos os anos em que houve manutenção, a não ser em 2013, que, além da pintura, apareceu o item porta, também significativo. Mas, apesar do item porta ser considerado significativo, ele não é representativo. O item pintura tem um percentual acima de 80% de contribuição na maioria dos anos em que houve gastos com manutenção para este item.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 7 totalizou um valor de 477,94 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 458,42 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,96, como pode ser visto no Quadro (13). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (12), chegando-se ao valor de 477,94 R\$/m², que é o valor equivalente ao custo total com manutenção.

$$Mc = \frac{1}{0,96} \sum_{i=1}^n (14,85 + 16,25 + 17,49 \dots)_i$$

Equação 12- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 7)

Quadro 13- Os itens de custo significativo para casa 7

CASA 7								
Ano	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Item CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	0,00	-	-	-	-		-	-
1999	14,85	1,00	14,85	Pintura	14,85	1,00	100,00	100,00
2000	16,25	1,00	16,25	Pintura	16,25	1,00	100,00	100,00
2001	17,49	1,00	17,49	Pintura	17,49	1,00	100,00	100,00
2002	19,34	2,00	9,67	Pintura	19,17	1,00	99,12	50,00
2003	22,38	1,00	22,38	Pintura	22,38	1,00	100,00	100,00
2004	24,90	1,00	24,90	Pintura	24,9	1,00	100,00	100,00
2005	27,24	1,00	27,24	Pintura	27,24	1,00	100,00	100,00
2006	28,67	1,00	28,67	Pintura	28,67	1,00	100,00	100,00
2007	30,22	1,00	30,22	Pintura	30,22	1,00	100,00	100,00
2008	33,09	1,00	33,09	Pintura	33,09	1,00	100,00	100,00
2009	40,65	2,00	20,32	Pintura	35,43	1,00	87,16	50,00

2010	37,58	1,00	37,58	Pintura	37,58	1,00	100,00	100,00
2011	40,15	1,00	40,15	Pintura	40,15	1,00	100,00	100,00
2012	43,91	1,00	43,91	Pintura	43,91	1,00	100,00	100,00
2013	81,20	2,00	40,60	Pintura e Porta	67,09	2,00	82,62	50,00
Total	477,94	-	-	-	458,42	-	-	-
CMF	0,96							
Mc	477,94							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 14, onde está apresentada a casa 8, foi encontrado de maneira unânime a representação do item pintura como significativo. É perceptível que este item está com um percentual de 100% na metade dos anos que ocorreram manutenção. Isso quer dizer que, para esses anos, só o item pintura foi considerado significativo. O item pintura está com um percentual acima de 55% de contribuição em todos os anos em que houve gasto com manutenção, em termos de itens totais estudados para este caso específico.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 8 totalizou um valor de 384,79 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 328,08 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,85, como pode ser visto no Quadro (14). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (13), chegando-se ao valor de 384,79 R\$/m², que é o valor equivalente ao custo total com manutenção.

$$Mc = \frac{1}{0,85} \sum_{i=1}^n (11,03 + 11,62 + 12,72 \dots)_i \quad (13)$$

Equação 13- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 8)

Quadro 14- Os itens de custo significativo para casa 8

CASA 8								
Ano	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Item CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	11,03	1,00	11,03	Pintura	11,03	1,00	100,00	100,00
1999	11,62	1,00	11,62	Pintura	11,62	1,00	100,00	100,00
2000	13,47	1,00	13,47	Pintura	12,72	1,00	94,43	100,00
2001	14,69	1,00	14,69	Pintura	14,69	1,00	100,00	100,00
2002	15,18	1,00	15,18	Pintura	15,00	1,00	98,81	100,00
2003	17,51	1,00	17,51	Pintura	17,51	1,00	100,00	100,00
2004	20,91	1,00	20,91	Pintura	20,91	1,00	100,00	100,00
2005	21,31	1,00	21,31	Pintura	21,31	1,00	100,00	100,00
2006	24,08	1,00	24,08	Pintura	24,08	1,00	100,00	100,00
2007	23,64	1,00	23,64	Pintura	23,64	1,00	100,00	100,00
2008	31,03	1,00	31,03	Pintura	27,79	1,00	89,56	100,00
2009	50,16	2,00	25,08	Pintura	27,71	1,00	55,24	50,00

2010	32,73	2,00	16,36	Pintura	29,39	1,00	89,80	50,00
2011	42,86	4,00	10,71	Pintura	33,71	1,00	78,65	25,00
2012	51,46	5,00	10,29	Pintura	34,35	1,00	66,75	20,00
2013	3,11	3,00	1,04	Pintura	2,62	1,00	84,24	33,33
Total	384,79	-	-	-	328,08	-	-	-
CMF	0,85							
Mc	384,79							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 15, onde estão sintetizados os valores dos itens de custos significativos; para a casa 9, merece destaque a questão do item pintura se consolidar como o de maior repetitividade em termos de significância ao longo dos anos, apenas nos anos de 2006, 2007 e 2008 os itens considerados significativos foram instalação hidráulica, vaso sanitário e lavatório. Estes, apesar de serem representados por um percentual de 90% em relação ao número total de itens para os anos em que ocorreram os respectivos itens significativos de manutenção, em termos de custo significativo total, apresentam valores baixos de 0,26 R\$/m², 4,21 R\$/m² e 0,31 R\$/m² respectivamente.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 9 totalizou um valor de 106,27 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura com um valor de 95,47 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,90 como pode ser visto no Quadro (15). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (14), chegando-se ao valor de 106,27 R\$/m², que é o valor equivalente ao custo total com manutenção.

$$Mc = \frac{1}{0,90} \sum_{i=1}^n (18,46 + 2,13 + 20,92 \dots)_i$$

Equação 14- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 9)

Quadro 15-Os itens de custo significativo para casa 9

CASA 9								
Ano	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Item CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	0,26	1,00	0,26	Inst. Hidráulica	0,26	1,00	100,00	100,00
2007	4,49	3,00	1,50	Vaso sanitário e Lavatório	4,21	2,00	93,76	66,67
2008	0,31	1,00	0,31	Inst. Hidráulica	0,31	1,00	100,00	100,00
2009	19,39	2,00	9,69	Pintura	18,46	1,00	95,20	50,00

2010	2,69	2,00	1,35	Pintura	2,13	1,00	79,18	50,00
2011	28,33	2,00	14,16	Pintura	20,92	1,00	73,84	50,00
2012	24,03	2,00	12,01	Pintura	22,88	1,00	95,21	50,00
2013	26,77	3,00	8,92	Pintura	26,30	1,00	98,24	33,33
Total	<u>106,27</u>	-	-	-	95,47	-	-	-
CMF	0,90							
Mc	<u>106,27</u>							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 16, onde está apresentada a casa 10, foi encontrado, em sua maioria, a representação do item pintura como significativo. É perceptível que este item está com um percentual acima de 65% em todos os anos que ocorreram manutenção, em termos de valores de itens de custos significativos. A casa 10 apesar de apresentar outros itens de custos significativos, tais como: vaso sanitário e instalação hidráulica, esses não se mantem com uma constante proporcionalidade nos demais anos em que houve gastos com manutenção.

A soma dos custos de 1998-2013 para a casa 10 totalizou um valor de 143,11 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 124,35 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,87, como pode ser visto no Quadro (16). O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (15), chegando-se ao valor de 143,11 R\$/m², que é o valor equivalente ao gasto total com manutenção para esse caso.

$$Mc = \frac{1}{0,87} \sum_{i=1}^n (8,47 + 0,99 + 9,99 \dots)_i$$

Equação 15- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (casa 10)

Quadro 16-Os itens de custo significativo para casa 10

CASA 10								
Ano	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Item CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1998	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	12,41	4,00	3,10	Pintura	8,47	1,00	68,25	25,00
2001	0,99	1,00	0,99	Pintura	0,99	1,00	100,00	100,00
2002	10,15	2,00	5,07	Pintura	9,99	1,00	98,42	50,00
2003	0,00	-	-	-	-	-	-	-
2004	13,18	2,00	6,59	Pintura	12,98	1,00	98,48	50,00
2005	0,00	-	-	-	-	-	-	-
2006	16,75	2,00	8,38	Pintura	16,57	1,00	98,93	50,00
2007	0,00	-	-	-	-	-	-	-
2008	19,08	2,00	9,54	Pintura	17,24	1,00	90,36	50,00
2009	0,00	-	-	-	-	-	-	-

2010	33,72	6,00	5,62	Pintura e Vaso sanitário	21,71	2,00	64,38	33,33
2011	0,00	-	-	-	-	-	-	-
2012	34,78	2,00	17,39	Pintura	34,35	1,00	98,76	50,00
2013	2,05	1,00	2,05	Inst. Hidráulica	2,05	1,00	100,00	100,00
Total	143,11	-	-	-	124,35	-	-	-
CMF	0,87							
Mc	143,11							

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 17, onde estão apresentadas as 10 casas, foi encontrada, em sua maioria, a representação do item pintura como significativo, consolidando, mais uma vez, este como o mais representativo. Foi perceptível que outros itens também foram tidos como significativos tais como: calçada, piso, instalação sanitária, janela, porta e vaso sanitário. No entanto, a todos o item pintura se sobrepõe. A casa 7, por exemplo, com um percentual de 91,40 % para o item pintura, revela a representatividade do referido item para esta casa.

A soma dos custos de 1998-2013 para as 10 casas totalizou um valor de 2405,76 R\$/m² e a soma do custo do item de custo significativo, a pintura, com um valor de 2181,09 R\$/m²; resultando em um fator de modelo de custo (CMF) de 0,91, como pode ser visto no Quadro 17. O custo de manutenção (Mc) para a referida casa foi representado a partir dos cálculos feitos de acordo com a equação (16), chegando-se ao valor de 2405,76 R\$/m², que é o valor equivalente ao gasto total com manutenção para a soma dos casos estudados.

$$Mc = \frac{1}{0,91} \sum_{i=1}^n (394,21 + 297,26 + 105,22 \dots)_i$$

Equação 16- expressão para cálculo dos custos de manutenção total (10 casas)

Quadro 17- Os itens de custo significativo para as 10 casas

Casa	Custo Total R\$/m²(V)	Total de item (N)	Média (V/N)	Item CSI	CSI R\$/m² (Vv)	Item CSI (Nv)	Vv/V (%)	Nv/N (%)
1	432,27	12,00	36,02	pintura	394,21	1,00	91,20	8,33
2	333,55	13,00	25,66	pintura	297,26	1,00	89,12	7,69
3	121,21	8,00	15,15	pintura	105,22	1,00	86,81	12,50
4	119,45	9,00	13,27	pintura e calçada	109,71	2,00	91,85	22,22
5	173,98	2,00	86,99	pintura e piso	173,98	2,00	100,00	100,00
6	113,19	12,00	9,43	pintura, int. sanitária e janela	90,97	3,00	80,37	25,00
7	477,94	6,00	79,66	pintura	436,86	1,00	91,40	16,67
8	384,79	10,00	38,48	pintura e porta	350,53	2,00	91,10	20,00
9	106,27	6,00	17,71	pintura	90,69	1,00	85,34	16,67
10	143,11	6,00	23,85	pintura e vaso sanitário	131,66	2,00	92,00	33,33
Total	2405,76	-	-	-	2181,09	-	-	-

CMF	0,91	
Mc	2405,76	

Fonte: Elaborada pela autora

5.5.2 ELABORAÇÃO DOS MODELOS DE CUSTOS E PREVISÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Buscando verificar se duas ou mais variáveis estão relacionadas de alguma forma, é muito importante estabelecer um modelo matemático. Este tipo de modelagem é chamado de regressão, e possibilita encontrar uma relação razoável entre as variáveis de entrada e saída, por meio de relações empíricas. A coleta de dados permite conhecer a natureza da relação entre as variáveis, como por exemplo, a abordada nesta dissertação, custos de manutenção com o período de tempo (anos). Como se está interessado na relação de apenas uma variável de entrada com a variável resposta, temos o caso de Regressão Linear Simples. Modelos de Regressão são construídos com os objetivos de: predição, seleção de variáveis, estimação de parâmetros e Inferência.

Nesta seção estão apresentados os modelos de regressão linear e não linear, a estimativa de seus parâmetros e seu coeficiente de ajuste (R^2), conhecido como coeficiente de determinação ou a razão entre a soma de quadrados da regressão (SQR) pelas somas de quadrados totais (SQT), determinadas pelo uso da expressão que está representada na equação (17).

$$R^2 = \frac{SQR}{SQT} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Equação 17- expressão para cálculo do coeficiente de ajuste (R^2)

O valor do R^2 *a priori* foi o critério de escolha do modelo de custos para cada casa e também para o conjunto das mesmas. Deste modo, em todos os casos, com base no maior valor de R^2 deveria-se escolher o modelo Cúbico, porém sua diferença em relação ao modelo Linear, que é o mais simples de todos e o mais usual na literatura pesquisada, é muito pequena, conforme pode ser visto nas figuras 21 a 30. Dessa forma, preferiu-se utilizar o modelo Linear. Além disso, corrobora-se com All-Hajj (1991) que, em sua tese, fez uso do modelo linear para representar os custos de manutenção de 20 edifícios. A significância da equação de regressão foi considerada quando o valor – p (que representa a probabilidade do coeficiente ser nulo com base na amostra) for menor que 0.05, então este coeficiente é significativo na composição do modelo; e se todos os coeficientes forem significantes, então considera-se o modelo também significativo. A medida descritiva de tendência central utilizada foi à média e como medida de variabilidade o desvio padrão. Para algumas estimativas de custo foi utilizado o método inferencial de estimação intervalar elaborando-se um intervalo com 95% de confiança para o custo médio.

Os modelos e as previsões contidas neste trabalho foram gerados a partir do software livre “R”, este possui linguagem de programação e também um ambiente de desenvolvimento integrado para cálculos estatísticos; nele está disponibilizada uma ampla variedade de técnicas estatísticas, incluindo modelação linear e não linear, testes estatísticos clássicos, análise de séries temporais, entre outros. No item 3 dos anexos é possível visualizar os produtos estatístico gerados a partir da linguagem de programação executada no “R”.

No Quadro 18 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 1. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9947.

Quadro 18-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste - casa 1

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
Linear	$Y = b_0 + b_1X$	$b_0 = 8,1405$	$0,9947$
		$b_1 = 2,1068$	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = -7,1870$	$0,9296$
		$b_1 = 16,5050$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 41,3270$	$0,7735$
		$b_1 = -98,0450$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 9,9621$	$0,9965$
		$b_1 = 1,6391$	
		$b_2 = 0,0246$	
Cúbico	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$	$b_0 = 8,0177$	$0,9968$
		$b_1 = 2,4474$	
		$b_2 = -0,0706$	
		$b_3 = 0,0033$	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 6,1288$	$0,9848$
		$b_1 = 0,6861$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 13,3016$	$0,9887$
		$b_1 = 1,0771$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0 = 3,9616$	$0,8957$
		$b_1 = -5,1774$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0 = 2,5878$	$0,9887$
		$b_1 = 0,0743$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0 = 13,3016$	$0,9887$
		$b_1 = 0,0743$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 + b_1X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0 = 0,1412$	$0,8531$
		$b_1 = 0,7066$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 19 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 2. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9861.

Quadro 19-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste - casa 2

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
<u>Linear</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X$</u>	<u>$b_0 = 6,2803$</u>	<u>0,9861</u>
		<u>$b_1 = 1,8426$</u>	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = -5,9220$	0,9164
		$b_1 = 13,7550$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 33,9620$	0,7648
		$b_1 = -79,3410$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 8,6990$	0,9903
		$b_1 = 1,1929$	
		$b_2 = 0,0361$	
<u>Cúbico</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$</u>	<u>$b_0 = 6,3684$</u>	<u>0,9910</u>
		<u>$b_1 = 2,2009$</u>	
		<u>$b_2 = -0,0887$</u>	
		<u>$b_3 = 0,0046$</u>	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 4,9439$	0,9747
		$b_1 = 0,7051$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 10,5886$	0,9862
		$b_1 = 1,0839$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0 = 3,7714$	0,8840
		$b_1 = -5,0913$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0 = 2,3597$	0,9863
		$b_1 = 0,0806$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0 = 10,5886$	0,9863
		$b_1 = 0,0806$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 b_1^X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0 = 0,1262$	0,9536
		$b_1 = 0,7821$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 20 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 3. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9936.

Quadro 20-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 3

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
<u>Linear</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X$</u>	<u>$b_0 = 7,5913$</u>	<u>0,9936</u>
		<u>$b_1 = 1,6813$</u>	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = 2,5390$	0,8914
		$b_1 = 9,8220$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 28,5350$	0,6974
		$b_1 = -37,9460$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 8,5186$	0,9954
		$b_1 = 1,3587$	
		$b_2 = 0,0201$	
<u>Cúbico</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$</u>	<u>$b_0 = 10,1515$</u>	<u>0,9969</u>
		<u>$b_1 = 0,3724$</u>	
		<u>$b_2 = 0,1668$</u>	
		<u>$b_3 = 0,0061$</u>	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 6,4404$	0,9692
		$b_1 = 0,5875$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 10,5535$	0,9851

		$b_1=1,0826$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0 = 3,5270$	0,8074
		$b_1 = -2,9254$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1 X)$	$b_0 = 2,3564$	0,9851
		$b_1 = 0,0794$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1 X)$	$b_0 = 10,5535$	0,9851
		$b_1 = 0,0794$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 + b_1 X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0 = 0,1028$	0,9829
		$b_1 = 0,8028$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 21 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 4. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9983.

Quadro 21-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 4

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
Linear	$Y = b_0 + b_1 X$	$b_0 = 7,3518$	0,9983
		$b_1 = 1,7100$	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = -11,7640$	0,9841
		$b_1 = 16,0700$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 39,8400$	0,9443
		$b_1 = -139,2900$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2$	$b_0 = 7,7959$	0,9983
		$b_1 = 1,6125$	
		$b_2 = 0,0048$	
Cúbico	$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3$	$b_0 = -5,9613$	0,9999
		$b_1 = 6,1894$	
		$b_2 = -0,4756$	
		$b_3 = 0,0160$	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 5,0784$	0,9967
		$b_1 = 0,6870$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 11,8970$	0,9935
		$b_1 = 1,0722$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0 = 3,8637$	0,9738
		$b_1 = -6,2564$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1 X)$	$b_0 = 2,4762$	0,9935
		$b_1 = 0,0697$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1 X)$	$b_0 = 11,8970$	0,9935
		$b_1 = 0,0697$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 + b_1 X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0 = 0,1264$	0,9837
		$b_1 = 0,7847$	

Fonte: Elaborada pela autor

No Quadro 22 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 5. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9805.

Quadro 22-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 5

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
<u>Linear</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X$</u>	<u>$b_0 = 7,5472$</u>	<u>0,9805</u>
		<u>$b_1 = 1,8412$</u>	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = 3,2190$	0,9461
		$b_1 = 11,6120$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 37,8420$	0,9183
		$b_1 = -52,7300$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 10,3715$	0,9913
		$b_1 = 0,4601$	
		$b_2 = 0,0808$	
<u>Cúbico</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$</u>	<u>$b_0 = 14,6590$</u>	<u>0,9914</u>
		<u>$b_1 = -2,2735$</u>	
		<u>$b_2 = 0,3970$</u>	
		<u>$b_3 = -0,0101$</u>	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 7,2329$	0,9669
		$b_1 = 0,5821$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 9,8928$	0,9911
		$b_1 = 1,0888$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0 = 3,7124$	0,9275
		$b_1 = -2,5906$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0 = 2,2918$	0,9911
		$b_1 = 0,0850$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0 = 9,8928$	0,9911
		$b_1 = 0,0850$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 b_1^X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0 = 0,1098$	0,9247
		$b_1 = 0,7313$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 23 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 6. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9856.

Quadro 23-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 6

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
<u>Linear</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X$</u>	<u>$b_0 = 0,1999$</u>	<u>0,9856</u>
		<u>$b_1 = 2,2432$</u>	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = -13,4410$	0,9071
		$b_1 = 16,8040$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 34,9560$	0,7410
		$b_1 = -93,3240$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 7,3541$	0,9999
		$b_1 = -0,0138$	
		$b_2 = 0,1209$	
<u>Cúbico</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$</u>	<u>$b_0 = 9,5909$</u>	<u>0,9999</u>
		<u>$b_1 = -1,2365$</u>	
		<u>$b_2 = 0,3114$</u>	
		<u>$b_3 = -0,0079$</u>	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 2,1843$	0,9856
		$b_1 = 1,0143$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 5,7544$	0,9998

		$b_1=1,1264$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0=4,0112$	0,9265
		$b_1=-7,5959$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0=1,7499$	0,9998
		$b_1=0,1190$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0=5,7544$	0,9998
		$b_1=0,1190$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 b_1^X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0=0,3366$	0,9762
		$b_1=0,7133$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 24 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 7. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9941.

Quadro 24-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 7

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
Linear	$Y = b_0 + b_1X$	$b_0=9,0002$	<u>0,9941</u>
		$b_1=2,2358$	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0=-2,0300$	0,8938
		$b_1=15,2350$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0=39,8000$	0,6640
		$b_1=-67,2900$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0=10,9307$	0,9969
		$b_1=1,6783$	
		$b_2=0,0309$	
Cúbico	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$	$b_0=1,0830$	<u>0,9969</u>
		$b_1=1,7260$	
		$b_2=2,4780$	
		$b_3=2,2920$	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0=7,0634$	0,9763
		$b_1=0,6569$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0=13,9127$	0,9884
		$b_1=1,0792$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0=3,9577$	0,8433
		$b_1=-4,4131$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0=2,6328$	0,9884
		$b_1=0,0762$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0=13,9127$	0,9884
		$b_1=0,0762$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 b_1^X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0=0,1200$	0,7924
		$b_1=0,6910$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 25 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 8. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9831.

Quadro 25-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 8

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
<u>Linear</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X$</u>	<u>$b_0 = 7,8399$</u>	<u>0,9831</u>
		<u>$b_1 = 1,7321$</u>	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = 4,7990$	0,8269
		$b_1 = 9,0850$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 26,6220$	0,4908
		$b_1 = -22,2610$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 9,0058$	0,9863
		$b_1 = 1,3206$	
		$b_2 = 0,0257$	
<u>Cúbico</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$</u>	<u>$b_0 = 9,4953$</u>	<u>0,9866</u>
		<u>$b_1 = 1,0034$</u>	
		<u>$b_2 = 0,0737$</u>	
		<u>$b_3 = -0,0020$</u>	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 6,6842$	0,9475
		$b_1 = 0,5849$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 10,8805$	0,9771
		$b_1 = 1,0824$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0 = 3,6216$	0,7484
		$b_1 = -3,4991$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0 = 2,3869$	0,9771
		$b_1 = 0,0792$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0 = 10,8805$	0,9771
		$b_1 = 0,0792$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 b_1^X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0 = 0,1017$	0,9622
		$b_1 = 0,7945$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 26 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 9. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9400.

Quadro 26-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 9

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
<u>Linear</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X$</u>	<u>$b_0 = -4,6010$</u>	<u>0,9400</u>
		<u>$b_1 = 1,8770$</u>	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = -45,8500$	0,9154
		$b_1 = 25,6500$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 46,7840$	0,8918
		$b_1 = -347,1800$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 71,7360$	0,9976
		$b_1 = -9,2156$	
		$b_2 = 0,3981$	
<u>Cúbico</u>	<u>$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$</u>	<u>$b_0 = -262,0200$</u>	<u>0,9999</u>
		<u>$b_1 = 62,7933$</u>	
		<u>$b_2 = -4,7450$</u>	
		<u>$b_3 = 0,1217$</u>	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 0,8270$	0,9415
		$b_1 = 1,2366$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 6,1290$	0,9602

		$b_1=1,0936$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0=4,2883$	0,9199
		$b_1=-16,8996$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0=1,8130$	0,9602
		$b_1=0,0895$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0=6,1290$	0,9602
		$b_1=0,0895$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 + b_1X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0=0,4094$	0,9198
		$b_1=0,7979$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 27 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para a casa 10. O modelo Linear, que foi o escolhido, possui um coeficiente de ajuste de 0,9749.

Quadro 27-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- casa 10

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
Linear	$Y = b_0 + b_1X$	$b_0=4,0316$	0,9749
		$b_1=1,3077$	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = -2,6180$	0,9094
		$b_1=8,6900$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 21,7230$	0,7726
		$b_1=-45,4150$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 5,3095$	0,9778
		$b_1=0,9170$	
		$b_2=0,0244$	
Cúbico	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$	$b_0=4,8675$	0,9778
		$b_1=1,1337$	
		$b_2=-0,0058$	
		$b_3=0,0012$	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 3,4496$	0,9641
		$b_1=0,6996$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 6,7274$	0,9723
		$b_1=1,0943$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0 = 3,3093$	0,8762
		$b_1=-4,4392$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0 = 1,9062$	0,9723
		$b_1=0,0901$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0 = 6,7274$	0,9723
		$b_1=0,0901$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 + b_1X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0 = 0,1499$	0,9769
		$b_1=0,8516$	

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 28 pode ser visto para cada um dos modelos de regressão, a estimativa de parâmetros e o coeficiente de ajuste dos valores de custos de manutenção para o conjunto das 10 casas.

Quadro 28-Modelos de regressão, estimativa de parâmetros e coeficiente de ajuste- 10 casas

Modelos de Regressão	Equação	Parâmetros	R ²
Linear	$Y = b_0 + b_1X$	$b_0 = 8,9297$	0,8910
		$b_1 = 1,4517$	
Logarítmico	$Y = b_0 + b_1 \ln(X)$	$b_0 = 5,2960$	0,8065
		$b_1 = 8,3320$	
Inverso	$Y = b_0 + b_1/X$	$b_0 = 25,7650$	0,4896
		$b_1 = -21,2740$	
Quadrático	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$	$b_0 = 6,9241$	0,9020
		$b_1 = 2,1202$	
		$b_2 = -0,0393$	
Cúbico	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$	$b_0 = 9,6178$	0,9116
		$b_1 = 0,4643$	
		$b_2 = 0,1969$	
		$b_3 = -0,0092$	
Potência	$Y = b_0 X^{b_1}$	$b_0 = 7,4507$	0,8854
		$b_1 = 0,5112$	
Composto	$Y = b_0 b_1^X$	$b_0 = 11,7802$	0,8473
		$b_1 = 1,0668$	
Sigmóide	$Y = \exp(b_0 + b_1/X)$	$b_0 = 3,5881$	0,7313
		$b_1 = -3,1682$	
Crescimento	$Y = \exp(b_0 + b_1X)$	$b_0 = 2,4664$	0,8474
		$b_1 = 0,0647$	
Exponencial	$Y = b_0 \exp(b_1X)$	$b_0 = 11,7802$	0,8474
		$b_1 = 0,0647$	
Logístico	$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 b_1^X}$ onde $u > Y_{\max}$	$b_0 = 0,0907$	0,9084
		$b_1 = 0,8203$	

Fonte: Elaborada pela autora

A partir dos modelos de custos vistos nas tabelas anteriores foi possível prever em cada caso estudado os custos futuros para o item de maior significância selecionado, que, de maneira unânime, foi o item pintura. Vale ressaltar que diante da variabilidade dos dados de custos de manutenção para cada uma das casas estudadas há diferentes perfis de previsões.

O período pesquisado foi de (1998-2013), no entanto temos casos em que alguns dos valores de custos dentro desse intervalo são desconhecidos, isso fez com que as previsões fossem feitas apenas a partir dos custos de manutenção conhecidos dentro do período abordado. A projeção futura em todos os casos foi de três anos para frente a depender dos valores de custos conhecidos do último ano, que não necessariamente foi 2013, mas o último com valores de custos conhecidos. Em alguns casos, precisamente nas casas 4, 6, 8, 9 e 10, se fez necessário o uso do *test* de *Dixon* para detectar *outliers* e as medidas de diagnósticos da regressão, tais como, *Dffit* e distância *D* de *Cook*, que detectam pontos influentes ou aberrantes na regressão.

Pode ser visto no Quadro 29 os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, sendo estes, os anos de 2014, 2015 e 2016 com os valores de 43,95 R\$/m², 46,06 R\$/m² e 48,17 R\$/m² respectivamente, isso apenas para a casa 1.

Quadro 29-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 1)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	-	-
2000	15,3	-
2001	16,47	-
2002	18,05	-
2003	21,07	-
2004	23,45	-
2005	25,39	-
2006	26,72	-
2007	28,16	-
2008	30,82	-
2009	33,01	-
2010	35,01	-
2011	37,41	-
2012	40,91	-
2013	42,41	-
2014	-	43,95
2015	-	46,06
2016	-	48,17

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 30 estão apresentados os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, sendo estes, os anos de 2013, 2014 e 2015 com os valores de 35,76 R\$/m², 37,61 R\$/m² e 39,45 R\$/m² respectivamente, isso para a casa 2 em questão.

Quadro 30-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 2)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	-	-
2000	12,72	-
2001	13,68	-
2002	15,00	-
2003	17,51	-
2004	19,48	-
2005	21,31	-
2006	22,43	-

2007	23,64	-
2008	25,88	-
2009	27,71	-
2010	29,39	-
2011	34,14	-
2012	34,35	-
2013	-	35,76
2014	-	37,61
2015	-	39,45

Fonte: Elaborada pela autora

Estão representados no Quadro 31 os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, sendo estes, os anos de 2012, 2013 e 2014 com os valores de 32,81 R\$/m², 34,49 R\$/m² e 36,17 R\$/m² respectivamente, isso especificamente para a casa 3.

Quadro 31-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 3)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	11,02	-
2000	-	-
2001	-	-
2002	15,00	-
2003	-	-
2004	-	-
2005	21,31	-
2006	-	-
2007	-	-
2008	25,88	-
2009	-	-
2010	-	-
2011	31,40	-
2012	-	32,81
2013	-	34,49
2014	-	36,17

Fonte: Elaborada pela autora

Podem ser vistos no Quadro 32 os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que

apresentou custo de manutenção conhecido, sendo estes, os anos de 2012, 2013 e 2014 com os valores de 33,00 R\$/m², 34,71 R\$/m² e 36,42 R\$/m² respectivamente, isso para o caso da casa 4.

Quadro 32-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 4)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	-	-
2000	-	-
2001	-	-
2002	-	-
2003	17,51	-
2004	-	-
2005	21,31	-
2006	-	-
2007	-	-
2008	25,88	-
2009	-	-
2010	-	-
2011	31,40	-
2012	-	33,00
2013	-	34,71
2014	-	36,42

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 33 estão apresentados os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, tais como, o ano 2014, 2015 e 2016 com valores de 39,00 R\$/m², 40,69 R\$/m² e 42,53 R\$/m² respectivamente, isso apenas para a casa 5 em questão.

Quadro 33-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 5)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	11,62	-
2000	-	-
2001	-	-
2002	-	-
2003	-	-
2004	-	-
2005	-	-
2006	-	-

2007	-	-
2008	-	-
2009	-	-
2010	29,39	-
2011	34,14	-
2012	34,35	-
2013	38,71	-
2014	-	39,00
2015	-	40,69
2016	-	42,53

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 34 estão apresentados os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, tais como, o ano 2013, 2014 e 2015 com valores de 36,09 R\$/m², 38,33 R\$/m² e 40,57 R\$/m² respectivamente, isso especificamente para a casa 6.

Quadro 34-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 6)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	-	-
2000	8,47	-
2001	9,12	-
2002	-	-
2003	11,67	-
2004	-	-
2005	-	-
2006	-	-
2007	-	-
2008	-	-
2009	-	-
2010	-	-
2011	-	-
2012	34,35	-
2013	-	36,09
2014	-	38,33
2015	-	40,57

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 35 estão apresentados os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao

último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, tais como, o ano 2014, 2015 e 2016 com valores de 47,01 R\$/m², 49,24 R\$/m² e 51,48 R\$/m² respectivamente, isso no caso específico da casa 7.

Quadro 35- Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 7)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	14,85	-
2000	16,25	-
2001	17,49	-
2002	19,17	-
2003	22,38	-
2004	24,9	-
2005	27,24	-
2006	28,67	-
2007	30,22	-
2008	33,09	-
2009	35,43	-
2010	37,58	-
2011	40,15	-
2012	43,91	-
2013	45,51	-
2014	-	47,01
2015	-	49,24
2016	-	51,48

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 36 estão apresentados os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, tais como, o ano 2013, 2014 e 2015 com valores de 35,55 R\$/m², 37,29 R\$/m² e 39,01 R\$/m² respectivamente, isso apenas para a casa 8 em questão.

Quadro 36- Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 8)

Ano	Custo	Previsão
1998	11,03	-
1999	11,62	-
2000	12,72	-
2001	14,69	-
2002	15,00	-
2003	17,51	-
2004	20,91	-

2005	21,31	-
2006	24,08	-
2007	23,64	-
2008	27,79	-
2009	27,71	-
2010	29,39	-
2011	33,71	-
2012	34,35	-
2013	-	35,55
2014	-	37,29
2015	-	39,01

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 37 estão apresentados os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, tais como, o ano 2014, 2015 e 2016 com valores de 27,30 R\$/m², 29,18 R\$/m² e 31,05 R\$/m² respectivamente, isso se deu somente para a casa 9.

Quadro 37- Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 9)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	-	-
2000	-	-
2001	-	-
2002	-	-
2003	-	-
2004	-	-
2005	-	-
2006	-	-
2007	-	-
2008	-	-
2009	18,46	-
2010	-	-
2011	20,92	-
2012	22,88	-
2013	26,30	-
2014	-	27,30
2015	-	29,18
2016	-	31,05

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 38 estão apresentados os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, tais como, o ano 2011, 2012 e 2013 com valores de 35,76 R\$/m², 37,61 R\$/m² e 39,45 R\$/m² respectivamente, isso apenas no caso particular da casa 10.

Quadro 38-Custos e previsões de custos de manutenção para o item pintura (Casa 10)

Ano	Custo	Previsão
1998	-	-
1999	-	-
2000	8,47	-
2001	-	-
2002	9,99	-
2003	-	-
2004	12,98	-
2005	-	-
2006	16,57	-
2007	-	-
2008	17,24	-
2009	-	-
2010	21,71	-
2011	-	22,33
2012	-	23,65
2013	-	24,95

Fonte: Elaborada pela autora

No Quadro 39 estão apresentados os custos de manutenção para o item de custo significativo pintura e seus respectivos anos, bem como a previsão para os três anos posteriores ao último ano que apresentou custo de manutenção conhecido, tais como, o ano 2014, 2015 e 2016 com valores de 38,40 R\$/m², 40,19 R\$/m² e 42,00 R\$/m² respectivamente, isso para a média do conjunto das 10 casas.

Quadro 39-Custos médios e previsões médias de custos de manutenção (10 Casas)

Ano	Custo	Previsão
1998	11,03	-
1999	12,28	-
2000	12,32	-
2001	14,29	-
2002	15,37	-

2003	17,94	-
2004	20,34	-
2005	22,98	-
2006	23,69	-
2007	26,42	-
2008	26,65	-
2009	28,46	-
2010	30,41	-
2011	32,91	-
2012	35,01	-
2013	38,23	-
2014	-	38,40
2015	-	40,19
2016	-	42,00

Fonte: Elaborada pela autora

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As edificações, de maneira geral, sofrem degradação com o tempo, necessitando, portanto, da realização de serviços de manutenção e esses serviços geram despesas. Logo, ao se pensar em edificar dever-se-á levar em consideração todas as etapas de construção, buscando o entendimento em relação aos custos totais de uma edificação, uma vez que estes não estão representados apenas nos gastos da fase construtiva em si, mas incluem alguns outros gastos, revelados com o passar dos anos, tais como, os atrelados à prática da atividade de manutenção.

Uma visão geral de todo o processo construtivo, levando-se em consideração nos estudos desenvolvidos na concepção de uma edificação, todos os custos oriundos da prática da construção em si é de suma importância. Deste modo, uma vez que todo o processo construtivo é formado por várias fases, sendo, notadamente mais longa a fase de uso, deveria dar-se maior atenção para a mesma, pois está acompanhando a edificação durante todo seu período de vida útil.

Se reportando aos projetos de construções de interesses sociais, a preocupação com o tipo de despesa referida anteriormente e que está diretamente ligada à prática da atividade de manutenção é ainda mais intrigante, pois se tem a impressão que os gestores dessas iniciativas sociais se preocupam mais em quantidade construtiva do que com qualidade, deixando de lado muitas vezes, entre outros, o desempenho da manutenção.

É notória a necessidade urgente de se abrigar a grande parcela da população de baixa renda, de forma que se reconheçam as iniciativas governamentais em construir os conjuntos habitacionais, até mesmo o uso de sistemas construtivos inovadores/não convencionais para essa finalidade, alegando que o uso dessas tecnologias, sugere rápida execução, são economicamente viáveis e apropriadas para construções de grande repetitividade. No entanto, tendo em vista que grande parte da mão de obra tradicional no Brasil não tem conhecimento relacionado à execução desses sistemas construtivos inovadores, a manutenção, quando é realizada, é feita em conformidade com o conhecimento dos sistemas convencionais, pois são os que possuem procedimentos definidos. Isso acarretou problemas, tais como, o uso de materiais impróprios no sistema construtivo inovador para a correção de problemas patológicos, o uso de técnicas de recuperação e reparação incoerentes ao sistema construtivo inovador adotado, entre outros.

Além disso, o lidar com a execução da manutenção em habitações, financiadas por programas públicos de HIS, que utilizam sistemas construtivos não convencionais, considerando também a disponibilidade de renda dos moradores é difícil, pois os moradores não dispõem de recursos suficientes para o desenvolvimento da manutenção. Desse modo, quando estes a fazem recorrem para total informalidade. Assim, leva-se a crer que a ausência de incentivo por parte dos

gestores públicos da boa prática de manutenção traz reflexos nos próprios usuários das edificações populares, no que se refere à qualidade do desenvolvimento dos serviços de manutenção.

6.1 CONCLUSÕES

A partir do estudo dos casos abordados nesta dissertação, constatou-se que a atividade de manutenção, prioritariamente, foi realizada informalmente e de maneira corretiva. É pertinente ressaltar que essa informalidade, associada ao fato de se tratarem de habitações destinadas à população de baixa renda, recebe o devido suporte das literaturas internacionais mencionadas no texto, uma vez que as mesmas justificam o seu uso como meio de reduzir custos.

Detendo-se especificamente aos custos de manutenção, conclui-se que os custos efetivos apresentam grande variabilidade entre as dez moradias estudadas. Entretanto, em termos percentuais, comprovou-se que 22% dos itens de manutenção contribuíram com 95% dos custos efetivos das dez moradias analisadas.

Observando o decorrer dos dezesseis anos de uso, verificou-se que os custos efetivos aumentaram ao longo do tempo, apresentando os seus maiores valores, praticamente, nos últimos anos de análise, fato esse também respaldado pela literatura da área.

Na apreciação dos serviços de manutenção realizados pelos moradores ao longo dos anos, constata-se que o item pintura foi o destaque para a maioria das moradias pesquisadas, tornando-se o item mais representativo entre todos, em termos de custos de manutenção efetiva.

Sobre os custos potenciais, ficou evidenciado, de forma clara e até certo ponto prevista, que, na maioria das moradias, há uma tendência de inversão proporcional do montante anual destes, em relação aos custos efetivos. Em termos percentuais, comprovou-se que 39% dos itens de manutenção contribuíram com 85% dos custos potenciais das dez moradias analisadas. O item pintura também foi o destaque para a maioria das moradias pesquisadas, em termos de custos de manutenção potencial.

Numa análise conjunta das manutenções realizadas e das manutenções potenciais, pode-se destacar que poucos itens foram responsáveis por valores consideráveis dos custos de manutenção realizados. Ao longo dos anos, isso certamente gerou lacunas, em termos de necessidade de manutenção em outros itens. Como consequência, observou-se que, de forma mais bem distribuída, muitos itens incrementaram os custos de manutenção potenciais, ou seja, aqueles que ainda não foram realizados, mas são considerados necessários.

É importante ressaltar que algumas dificuldades podem ter contribuído para o adiamento da manutenção de vários itens das moradias que são objeto deste estudo. A relutância na consecução de reparos, por exemplo, nas placas de vedação pode estar associada às características das peças de

concreto armado, que possuem espessura média de 3 cm e armadura fina e pouco densa, transformando qualquer intervenção em sua estrutura em risco de dano grave nesses elementos.

Em relação à influência da situação socioeconômica dos moradores, os resultados obtidos nas HIS estudadas vêm demonstrar uma intrínseca relação entre a renda dos seus moradores e a respectiva manutenção das edificações. A manutenção, tardia e com baixa qualidade técnica, teve influência preponderante das limitações financeiras das famílias. Embora as diferenças, em termos de renda, não sejam significativas, e os moradores estejam enquadrados em classes sociais semelhantes, conforme classificação da Secretaria de Assuntos Estratégicos do Governo Federal (SAE, 2014 a; 2014 b), ainda assim foram observadas diferenças nos gastos com manutenção. A média de renda entre eles foi de aproximadamente 1,6 salários mínimos, tendo um desvio padrão em torno de 0,9 salários mínimos. Em média 4% da renda mensal dos moradores estiveram comprometidas com as despesas de manutenção. As famílias dessas habitações, em geral, empregam suas rendas nas despesas de água, luz, transporte, alimentação, entre outras prioridades.

Em vários casos, os próprios serviços reparadores foram protelados indeterminadamente, ou até mesmo não executados, agravando ainda mais a deterioração dos elementos construtivos e ampliando as suas consequências ao ambiente dos moradores. As pessoas que executaram boa parte dos reparos foram escolhidas, provavelmente, pelo critério de economia e diminuição de custos, e raramente pela acuidade profissional. Essa realidade comprometeu o adequado diagnóstico dos problemas, a seleção de materiais e ferramentas adequadas e as técnicas de execução dos serviços.

Em relação a padrão de qualidade das manutenções, pode-se dizer que todas as habitações abordadas no presente trabalho não estão em bom estado de conservação, pois apesar de terem sido realizados algum tipo de intervenção nas edificações, estas foram deficientes e de baixa qualidade.

Se tratando do desenvolvimento da ferramenta de custos de manutenção, uma forma alternativa de modelos, com base no conceito de item de custo significativo, foi apresentada nesta dissertação, onde foram estudados um total de 18 itens de manutenção, dos quais, de maneira unânime, foi selecionado entre todos os itens de custos significativos encontrados, o item pintura, por ser o mais representativo em termos de repetitividade, bem como em valor.

Os modelos criados para cada casa estudada, de maneira geral, relacionaram apenas uma variável de entrada com a variável resposta, ou seja, a variável custo de manutenção com o período de tempo em anos. Desse modo, utilizou-se, dentre outros tipos, a Regressão Linear Simples, que foi escolhida devido a sua simplicidade em representar a relação entre as variáveis abordadas.

A partir dos modelos criados para cada caso específico, e tomando o item de valor significativo pintura foi realizada as projeções, em termos de custos de manutenção futuros.

O principal resultado do trabalho foi trazer uma alternativa simples de apresentação de custos de manutenção, que pode ser facilmente disponibilizada. Nesse sentido, uma das mais importantes

questões levantadas por esta pesquisa diz respeito a determinação antecipada dos custos de manutenção através de modelos como o utilizado na concepção desse trabalho.

A resposta, no curto prazo, parece ser pouco clara. O objetivo não foi apenas desenvolver um modelo de custo simples para prever os custos oriundos da possível prática da manutenção, mas também incentivar os gestores de projetos sociais, bem como projetistas, a aperfeiçoarem seus projetos, não apenas com base nos custos de construção, mas também nos custos oriundos do período de uso das edificações, fase essa que se estenderá durante todo o tempo de vida útil da construção.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os principais pontos frágeis dessa pesquisa são apresentados a seguir de forma a nortear outras pesquisas nessa mesma linha de estudo.

- A ampliação dos recursos e análise de dados- mais informações sobre o custo de manutenção são necessárias. É necessário procurar mais fontes de dados para realizar mais análises, a fim de apoiar as conclusões, com maior grau de confiabilidade. Tendo coletado mais informações a partir de várias fontes novas, o conceito de custo significativo pode ser aplicado na forma recomendada pelo presente estudo, para outras categorias de construções.
- Desenvolvimento de sistemas de coleta de dados- a fim de incentivar a coleta de informações e manter registros sobre as despesas de manutenção nas edificações, sugere-se um novo quadro de coleta de dados. A estrutura baseia-se em poucos elementos identificados, ou seja, a partir dos itens de custo significativo.
- Itens detalhados de custos significativos- a fim de compreender a representatividade em termos de custos dos itens de serviços de manutenção, para que decisões possam ser tomadas visando melhorar o processo de concepção da edificação, em termos de despesas futuras com o desenvolvimento da atividade de manutenção. Por exemplo, se o custo de manutenção de algum item da edificação for muito elevado, deve-se encontrar um caminho alternativo para este, sem deixar de fazê-lo.
- Assistência de um programa computacional- desenvolver um programa totalmente integrado com o sistema de Gestão de Projeto de Construção. O sistema proposto deverá fornecer orientação aos gerentes de projetos nas seguintes áreas:
 - Escolha do projeto conceitual.
 - Preparação de orçamentos de projeto.
 - Efeitos de custos de projetos alternativos.
 - Previsão de custos do projeto e durações na fase de projeto detalhado.
 - Controle de custos durante a etapa de construção e uso.

Como sugestão e visando um melhor desdobramento para pesquisas futuras, aos que tiverem interesse na área de manutenção, ainda pouco explorada, mais precisamente na parte de custos de manutenção, uma boa investigação parece ser a análise e avaliação entre diferentes sistemas construtivos e a sua relação com os custos de manutenção, ou seja, traçar um panorama dos custos de manutenção em habitações de Interesse Social que possuem perfis semelhantes, porém diferentes em concepções construtivas, sendo abordadas, as que foram feitas com sistema construtivo convencional e as que são de algum tipo de sistema construtivo inovador/não convencional.

Por fim, ainda a título de sugestão para trabalhos futuros, poderia se explorar uma temática que, por motivos próprios da proposta do presente estudo, não houve possibilidade de se desenvolver. Consiste na discussão de aspectos nebulosos ou de cruzamento de variáveis pouco óbvias nos programas de manutenção, como é o caso, por exemplo, dos efeitos de vizinhança na manutenção, da estabilidade familiar na preservação física e emocional do lar, da existência de possibilidades de manutenção no próprio local de moradia (mão de obra e materiais disponíveis para tanto nos arredores), do eventual papel do estado na melhoria da manutenção pela presença de um órgão público circunstancialmente mais preparado, pela influência de fatores de manutenibilidade, construtibilidade e funcionalidade na deterioração e posterior recuperação do imóvel, entre outros.

REFERÊNCIAS

- ABDULLATEEF, A; OLANREWAJU, A. I; MOHD F. K. Creating Maintenance Cost Model for University Buildings. **World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering**, Vol:5 No:12, 2011.
- ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1995. Texto técnico.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção. Rio de Janeiro, 2012.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037**: Manual de uso, operação e manutenção. Rio de Janeiro, 2011.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações. Rio de Janeiro, 2012.
- ABRANTES, V.; CALEJO, R. **Manutenção e reabilitação de edifícios**. 1999.
- AL-HAJJ, A. Modeling running and maintenance costs for life cycle costing applications in buildings. **Durability of Building Materials and Components** 8, Vols 1-4, June1999, Proceedings pp.1699-1706.
- AL-HAJJ, A. **Simple Cost-Significant Models for Total Life-Cycle Costing in Buildings**. PhD Thesis, The University of Dundee, U.K. 1991.
- AL-HAJJ, A.; HORNER, M. Modelling the running costs of buildings. **Construction Management and Economics**, v.16, p.459-470, 1997.
- ALNER, G. R.; FELLOWS, R. F. **Maintenance of local authority school buildings in UK: a case study**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROPERTY MAINTENANCE MANAGEMENT AND MODERNIZATION- CIBW70, 1990, Singapore. Proceedings...Singapore: [s.n.], 1990. p. 90-99.
- AMANCIO R. C. A.; FABRICIO, M. M.; MITIDIERI FILHO, C. V. **Avaliações técnicas de produtos de construção inovadores no Brasil**. In: JORNADAS LNEC: Engenharia para sociedade: investigação e inovação: cidades e desenvolvimento, 2012, Lisboa. Cidade e Desenvolvimento, 2012.
- AMARILLA, B; DUNOWICZ, R; HASSE, R. **Social housing maintenance**. XXX IAHS World Congress on Housing, Housing Construction: An Interdisciplinary Task, Coimbra, Portugal, 2002, Vols 1-3. p.1951-1957.

ANDERSEN, H. S. Explanation of decay and renewal in the housing market: what can Europe learn from American research? **Netherlands Journal of Housing and the Built Environment**, Netherlands, v. 10, n.1, p. 65-85, 1995.

ANTUNES, G. B. S. **Estudo da manutenção de edifícios: percepções dos projetistas e gerente/administradores**. 2004. 228 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2004.

ASHWORTH, A. Estimating the life expectancies of building components in life-cycle costing calculations. **Structural Survey**, v. 14, n.2, p. 4-8, 1996.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. 338p.

BARBOSA, Adauto Gomes. **PRODUÇÃO DO ESPAÇO E TRANSFORMAÇÕES URBANAS NO LITORAL SUL DE JOÃO PESSOA - PB**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia). UFRN, Natal-RN, 2005. Disponível em:
<<http://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/AdaultoGB.pdf>>

BEHRING, E. R; BOSCHETTI, I. **Política Social: fundamentos e história**. 4ª .ed. Biblioteca básica de serviço social; v.2. São Paulo: Cortez, 2008.

BISMARCHI, L. F. **Sustentabilidade e inovação no setor brasileiro da construção civil: um estudo explorável sobre a implantação da política pública baseada em desempenho**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-05082011-215056/publico/Dissertacao_Luis_Felipe_Bismarchi.pdf>.

BONATES, M. F. **Ideologia da casa própria... sem casa própria: o programa de arrendamento residencial na João Pessoa – PB**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2009. BRASIL. Estatuto da Cidade. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001.

BONDUKI, N. G. **Origens da habitação social no Brasil**. *Análise Social*, vol. xxix (127), 1994 (3º), 711-732. Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br/faurb/prograu/documentos/artigo1-habitacaosocial.pdf>>.

BRASIL. Estatuto da Cidade. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm>.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria nº 345**, de 3 de agosto de 2007. **Regimento geral do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) de produtos inovadores**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, n. 155, 13 de agosto de 2007.

- CARMO, P. O. Patologia das Construções. In: **Programa de Atualização Profissional**. UFSM. Santa Maria: CREA-RS, 2003
- CASTRO, J. A. **Invento & inovação tecnológica: produtos e patentes na construção**. São Paulo: Annablume, 1999.
- CASTRO, U. R. **Importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para sua execução**. 2007. Monografia (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia da UFMG, 2007.
- CAVALHEIRO, O. P. Notas de Aula, **Curso Básico Alvenaria Estrutural**. Centro de Tecnologia – UFSM, 1995.
- CINCOTTO, M. A. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e método de ensaio**. São Paulo: Pini, IPT, Boletim 68. 1988.
- CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e Estatística - 2ª ed**. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.
- CREMONINI, R. A. A avaliação de edificações em uso a partir de levantamentos de campo – subsídios para a programação da manutenção de edifícios e novos projetos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1989. p. 137-147.
- CRESPO, A. A. Estatística Fácil. 17.ed. – São Paulo: Saraiva, 2002.
- DAL MOLIN, D. C. C. Fissuras em estruturas de concreto armado- levantamento de casos no Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1988. P. 144-156.
- DUAN, X.-C.; ZHANG, X.-P.; ZHANG, J.-L. Study on comprehensive cost estimation method based on CSIs, FIS, WLS and FC. **Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society**, Volume 30, Issue 3, June 2008, Pages 104-109.
- EL-HARAM, M. A.; HORNER, M. W. Factors affecting housing maintenance cost. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v.8, n.2, p. 115-123, 2002.
- FERREIRA, J. S. W. (Coord.). **Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil urbano: parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos**. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.
- FERREIRA, P. L. **Estatística Descritiva e Inferencial**. Breves notas. FEUC- Faculdade de Economia Universidade de Coimbra. 2005.
- FILANDRI, M.; OLAGNERO, M. Housing Inequality and Social Class in Europe. **Housing Studies**, 2014- DOI: 10.1080/02673037.2014.925096.

FREITAS, C. R. **Geração de indicadores visando a otimização da gestão da manutenção na Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. 2009. 69 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre.

GOMIDE, T. L. F; PUJADAS, F. Z. A; FAGUNDES NETO, J. C. P. **Técnicas de Inspeção e Manutenção Predial**. São Paulo: Pini, 2006.

GONÇALVES, O. M. et al. **Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações**. In: BONIN, H.; BONIN L. C. (Eds.). Normalização e certificação na construção habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. p. 42-53. (Coleção Habitare, 3).

HELENE, P. R. L. Corrosão de armaduras para concreto armado. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1998. P. 171-184.

HORNER, R. M. W.; EL-HARAM, M. A.; MUNNS, A. K. Building maintenance strategy: a new management approach. **Journal of Quality: Maintenance Engineering**, v.3, n.4, p.273-280, 1997.

HORVATH, A; MYDIN, M. A. O. Towards Best Practice in Public Housing Maintenance Management. **European Researcher**, 2012, Vol.(30), № 9-3.

IBAPE- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial**. São Paulo, 2009.

IOSHIOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. In. EPUSP, 1998, SÃO PAULO. **Anais...** São Paulo: USP, 1998. P.363-377.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor**. 2009.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 296p. Thesis (Doctorate in Technology). Technical Research Centre of Finland. Espoo. 2000.

LARCHER, J. V. M. **Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a Identificação dos Principais Fatores e Mecanismos de Degradação em Edificações do Patrimônio Cultural de Porto Alegre**. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2003.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. São Paulo, 1986. Boletim Técnico, USP.

LIM, C.-S.; TOH, T.-C.; LEE, W.-P.; NG, S.-S.; YONG, C.-K.; GOH, K.-C. The effect of different

groupings of building elements on cost significant elements and their cost contributions to the total building cost of a block of medium cost apartments in Malaysia. **Applied Mechanics and Materials**, Volume 405-408, 2013, Pages 3335-3339 2nd International Conference on Civil, Architectural and Hydraulic Engineering, ICCAHE 2013; Zhuhai; China; 27 July 2013 through 28 July 2013.

LIMA, M. G. L.; MORELLI, F.; LENCIONI, J. W. Discussão sobre parâmetros ambientais de degradação do ambiente construído. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSA. 6., 2005, Florianópolis. **Anais...**

LIMA, Thiago Almeida de. **ZONAS ESPECIAIS DE INTERESSE SOCIAL: A INSTITUCIONALIZAÇÃO DA SEGREGAÇÃO SÓCIO-ESPACIAL EM JOÃO PESSOA – PB**. Dissertação (Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba) – 2012. Disponível em

<<http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0068.pdf>>

LOPES, B. A. R. **Sistema de manutenção predial para grandes estoques de edifícios: estudo para inclusão do componente estrutura**. 1998. 308p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

LOPES, J. L. R. **Sistemas de manutenção predial: revisão teórica e estudo de caso adotado no Banco do Brasil**. 1993. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1993.

LOHR, S. L. **Sampling: Design and analysis**. Brooks- Boston- USA. 2ªed, 2010.

M. Polidoro; J. Lollo e M. Barros, "Urban Sprawl and the Challenges for Urban Planning," **Journal of Environmental Protection**, Vol. 3 No. 9, 2012, pp. 1010-1019. doi: 10.4236/jep.2012.39117. Disponível em: <<http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=22651>>.

MACHLINE, C. O **Modelo de Custo Mínimo na Administração da Produção**. RAE-Revista de Administração de Empresas, v. 8, n. 28, jul-set, 1968.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5.ed. São Paulo, SP. Ed. Atlas S. A. 2003.

MARTEINSSON. B.; JÓNSSON, B. **Overall survey buildings – performance and maintenance**. In: DURABILITY OF BUILDING MATERIALS & COMPONENTS. 8. 1999. Vancouver. Proceedings... Vancouver: NRS, 1999. p. 1634-1644.

McEWAN, A. **Maintenance costs analysis of government buildings in Queensland**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FACILITIES MANAGEMENT AND MAINTENANCE. 2000. Brisbane. Proceeding...Brisbane: Queensland University of Technology. 2000. P. 569-575.

MEIJER, F. Maintenance and improvement activities of homeowners in the Netherlands. **Netherlands Journal of Housing and Built Environment**, Netherlands, v.8, n.3, p. 327-346, 1993.

MEIRA, A. R. **Estudo das variáveis associadas ao estado de manutenção e a satisfação dos moradores de condomínios residenciais**. 2002. 285p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

MITIDIERI FILHO, C. V. **Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposição específicas a avaliação do desempenho estrutural**. São Paulo: EPUSP, 1998.

MITIDIERI FILHO, C. V.; CLETO, F.; WEBER, M. S. **Desenvolvimento e implementação do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores (SINAT)**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção – SIBRAGEC. 2007, Campinas- SP.

MOSSEL, H. V; JANSEN, S. J.T. Maintenance services in social housing: what do residents find important? **Structural Survey**, Vol. 28 No. 3, 2010 pp. 215-229, DOI 10.1108/02630801011058942.

NERI, M. C. **A nova classe média: o lado brilhante dos pobres**. Rio de Janeiro: FGV/IBRE, CPS, 2010.

NETO, J. C. P. F., NBR 5674 - Julho 2012 – **Requisitos para o sistema de gestão de manutenção – CONSIDERAÇÕES**, 2012.

NETTO, V.M.; krafta, R. (1999) “**Segregação dinâmica urbana – modelagem e mensuração**” In Revista Brasileira de Estudos Urbanos 1, Vol.1, p.133-152 (ANPUR, Unicamp SP).

NOVAES, C. C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

NUNES, Angela Araújo. **A atuação do Montepio na produção estatal de habitação em João Pessoa de 1932 a 1963**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental). UFPB/CT, João Pessoa, 2008.

OLANREWAJU, A. A.; IDRUS, A.; KHAMIDI, M. F. **Creating maintenance cost model for university buildings**. World Academy of Science, Engineering and Technology, n.60, p. 1959-1964, 2011.

PARLAMENTARY OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Modern methods of house building**. Postnote, n. 209, Dec 2003.

PAULO NETTO, **Ditadura e Serviço Social: Uma Análise do Serviço Social no Brasil** pós-64. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2002. RODRIGUES, A. M. Moradia nas cidades brasileiras. 10ª ed. São Paulo: Contexto, 2003.

POSSAN, E. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano**. 2010. Tese de doutorado (Doutorado em engenharia) - Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

RODRIGUES, A. M. **Moradia nas cidades brasileiras**. 10ª ed. São Paulo: Contexto, 2003.

ROLNIK, R. **Acesso ao solo urbano: limites e possibilidades**. In.: Acesso á terra urbanizada: implementação de planos diretores e regularização fundiária plena. Florianópolis: UFSC; Brasília: Ministério das Cidades, 2008.

ROMERO, M. de A.; ORNSTEIN, S. W. (editores e coordenadores) **Avaliação Pós-Ocupação. Métodos e técnicas aplicados à habitação social**. Porto Alegre: ANTAC, 2003, 294p. (Coleção HABITARE/ FINEP).

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAUUSP, 1990. 300p.

RUBIN, G. R.; BOLFE, S. A. **O desenvolvimento da habitação social no Brasil**. Ciência e Natura, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, Santa Maria, v. 36 n. 2 mai-ago. 2014. p. 201–213.

SAE (Secretaria de Assuntos Estratégicos do Governo Federal) Disponível em: <
<http://www.sae.gov.br/site/?p=17821>.> Acessado em: 22 maio de 2014.

SAE (Secretaria de Assuntos Estratégicos do Governo Federal). Disponível em: <
<http://www.sae.gov.br/site/?p=23161>.> Acessado em: 22 maio de 2014.

SANCHES, I. D. A. **Gestão da Manutenção em EHIS**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Programa de Pós-graduação do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

SANCHES, I. D; FABRICIO, M. M. **A importância do projeto na manutenção de HIS**. In: VI SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre. Anais...João Pessoa, 2009.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo, Hucitec, 1993.

SCUSSEL, Maria Conceição Barletta; SATLER, Miguel Aloysio. **Cidades em (trans) formação: impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.10, n.3, p.137-150, jul./set. 2010.

SEELEY, I. H. **Building maintenance**. London: Macmillan Press LTD, 1987. 452p.

SILVA, M. B. M. F. *et al.* **Custos de manutenção efetivos e potenciais: um estudo em habitações de interesse social com sistema construtivo inovador**. In: FABRICIO, M. M.; ONO, R. (Org).

Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: manutenção e percepção dos usuários. Porto Alegre: ANTAC, 2015.

SILVA, M. B. M. F. *et al.* **Serviços de manutenção em habitação de interesse social com sistema construtivo não convencional: uma análise dos custos a partir da situação socioeconômica dos moradores.** Anais do XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Maceió- AL, 2014.

SILVEIRA, José Augusto R. da.; LAPA, Tomás de Albuquerque; RIBEIRO, Edson Leite. **Percursos e processo de evolução urbana: uma análise dos deslocamentos e da segregação na cidade.** nº 446, nov. 2007. Disponível em: www.vitruvius.com.br. Acesso em: 01 de Setembro de 2013.

SOUZA, M. T. R.; CAMPOS, G. C. L.; DIAS, M. S.; BARROS, M. A. **Espaço intraurbano, periferização e vulnerabilidade social Nas cidades brasileiras: o caso do município de rio Claro/SP.** Anais do XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, realizado de 25 a 31 de julho de 2010. Porto Alegre - RS, 2010. ISBN 978-85-99907-02-3.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini. 1998.

STONE, P. A. **Building design evaluation- cost-in-use.** London: E.&F. N. Spon, 1980. 235p.

TINEM, Nelci; CARVALHO, Juliano. Límites, marcos y señales. Las calles de la ciudad (João Pessoa, Brasil). In: IV ENCUESTRO INTERNACIONAL CIUDAD IMAGEN Y MEMORIA. Santiago de Cuba 20 al 23 de junio del 2005.

TUTIKIAN, B.; PACHECO M. Inspección, diagnóstico y pronóstico en la construcción civil. **Boletín Técnico.** Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción - ALCONPAT Int. 2013.

VALE, K. C.; GARCIA, M. F. **A dinâmica geográfica da luta pela moradia em JoãoPessoa no último decênio (1998-2008): Dez anos de transformações (ou) mudanças e permanências.** X Colóquio Internacional de Geocrítica. Universidad de Barcelona. Barcelona, 2008. Disponível em: < <http://www.ub.es/geocrit/-xcol/276.htm> >

VERÇOSA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre: Sagra, 1991. 173p.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano: esse desconhecido.** In: VI Encontro Nacional do ANPUR. Brasília, 1995. Artigo Técnico, 1996, Brasília-DF, 1996. p. 479492.

VILLANUEVA, M.M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação.** Monografia. Rio de Janeiro; UFRJ/ Escola Politécnica, 2015.

WAEYENBERGH, G.; PINTELON, L. A framework for maintenance concept development. **International Journal of Production Economics**, Sweden, v.77, n.3, p.299-313, 2002.

WANG, N.; HORNER, M. CSI model for estimating road maintenance projects. **Construction Management and Economics**, Volume 25, Issue 12, December 2007, Pages 1269-1281.

WEBER, A. O. S. **Gestão da operação e manutenção de empreendimentos de habitação de interesse social: estudo de caso no programa de arrendamento residencial**. 2012. Tese (Doutorado em engenharia) – programa de pós-graduação em engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2012.

APÊNDICES

Os formulários de entrevistas que foram aplicados junto aos proprietários das habitações de interesse social construídas com sistema inovador, com intuito de verificar a atividade de manutenção e a situação socioeconômica.

1. FORMULÁRIO DE ENTREVISTA PARA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO



FERRAMENTA PARA MENSURAÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS) CONSTRUÍDA COM SISTEMA INOVADOR

Código da casa:
Endereço:
Ano de entrega da casa:
Imagens:

I. ESTRUTURA

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; Se negativo, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

--

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; *Se negativo*, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção?

6. Quais os serviços realizados?

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

☐ Reparo ☐ Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

IV. REVESTIMENTOS

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:
2. Quando surgiram?
3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; *Se negativo*, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?
5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____
6. Quais os serviços realizados? _____
7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

() Reparo () Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

[illegible]

V. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; Se negativo, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

() Reparo () Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

VI. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; *Se negativo*, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

() Reparo () Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

VII. INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

- ## 2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; Se negativo, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

☐ Reparo ☐ Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; *Se negativo*, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

☐ Reparo ☐ Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

[illegible]

X. PORTAS

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

() Reparo () Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

XII. LAVATÓRIO

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; *Se negativo*, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados?

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

☐ Reparo ☐ Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

--

XIII. CAIBROS

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; *Se negativo*, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

XIV. LINHAS

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; *Se negativo*, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

☐ Reparo ☐ Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

XV. TELHAS

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; Se negativo, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

() Reparo () Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

XVI. CALÇADA DE CONTORNO

1. Problemas surgidos no decorrer do uso:

2. Quando surgiram?

3. Houve manutenção?

Sim () Não ()

Caso positivo, segue a sequência; Se negativo, ir para o item 8.

4. Quando ocorreu?

5. Quantas vezes foram realizadas atividades de manutenção? _____

6. Quais os serviços realizados? _____

7. Você sabe quanto foi gasto nos serviços de manutenção?

Sim () Não ()

8. Houve outro tipo de intervenção

Sim () Não ()

9. Qual o tipo de intervenção?

() Reparo () Substituição

10. Quando ocorreu?

11. Quem pagou?

12. Em relação à mão de obra, foi contratada?

Sim () Não ()

Descrição da atividade de manutenção ou substituição

2. FORMULÁRIO DE ENTREVISTA PARA O PERFIL SOCIOECONÔMICO.



FERRAMENTA PARA MENSURAÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS) CONSTRUÍDA COM SISTEMA INOVADOR

Código da casa:
Endereço:
Ano de entrega da casa:

1. Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino

2. Idade: _____.

3. Estado Civil:

☐ Solteiro(a) ☐ Casado(a)

☐ Separado(a) ☐ Viúvo(a)

☐ Vivo com companheiro(a)

4. Naturalidade:

☐ Brasileiro(a) ☐ Estrangeiro(a) naturalizado(a)

Qual país? _____

5. Município em que mora:

6. Em que localidade da cidade seu domicílio se encontra?

☐ Bairro na periferia da cidade

☐ Bairro na região central da cidade

☐ Condomínio residencial fechado

☐ Conjunto habitacional

☐ Favela / Cortiço

☐ Região rural (chácara, sítio, fazenda, aldeia, etc.)

7. Com quem você mora?

☐ Pais

☐ Companheiro (a)

☐ Filhos

☐ Sogros

☐ Parentes

☐ Outros

☐ (ou) Sozinho (a)

8. Quantos filhos?

☐ Nenhum

☐ Um

☐ Dois

☐ Três

☐ Quatro

☐ Mais. Quantos ao todo? _____

☐ Não sei

9. Atualmente você:

☐ Apenas estuda

☐ Trabalha e estuda

☐ Apenas trabalha

☐ Está desempregado (a)

☐ Está de licença ou incapacitado

10. Qual é o seu trabalho ou ocupação principal? _____

- ☐ Está aposentado(a)
- ☐ Não trabalha nem estuda

11. No seu trabalho principal, você é:

- ☐ Empregado assalariado (exceto empregado doméstico)
- ☐ Empregado doméstico mensalista ou diarista
- ☐ Empregado que ganha por produção (comissão)
- ☐ Estagiário remunerado
- ☐ Bolsista
- ☐ Trabalha por conta própria, é autônomo
- ☐ É dono de negócio, empregador
- ☐ Trabalha em negócio familiar sem remuneração
- ☐ Presta serviço militar obrigatório, assistencial ou religioso com alguma remuneração.
- ☐ Não trabalho.

12. Qual é a sua renda familiar mensal?

- ☐ Menos de 1 salário mínimo (até R\$500)
- ☐ De um a dois salários mínimos (entre R\$788 e R\$1576)
- ☐ De dois a cinco salários mínimos (entre R\$1576 e R\$3.940)
- ☐ De cinco a dez salários mínimos (entre R\$3.940 e R\$7.880)

13. Qual a sua participação na vida econômica do grupo familiar?

- ☐ Não trabalho e sou sustentado por minha família ou outras pessoas
- ☐ Trabalho e sou sustentado parcialmente por minha família ou outras pessoas
- ☐ Trabalho e sou responsável apenas por meu próprio sustento
- ☐ Trabalho, sou responsável por meu próprio sustento e ainda contribuo parcialmente para o sustento da família
- ☐ Trabalho e sou o principal responsável pelo sustento da família
- ☐ Outra situação

15. Quantas pessoas (contando com você) vivem da renda da sua família?

- ☐ Uma
- ☐ Duas
- ☐ Três
- ☐ Quatro
- ☐ Cinco
- ☐ Seis
- ☐ Sete
- ☐ Oito
- ☐ Mais. Quantas? _____

14. Quantas pessoas (contando com você) contribuem para a renda da sua família?

- ☐ Uma
- ☐ Duas
- ☐ Três
- ☐ Quatro
- ☐ Cinco
- ☐ Seis
- ☐ Sete
- ☐ Oito
- ☐ Nove
- ☐ Dez
- ☐ Mais. Quantas? _____

16. Qual o seu grau de escolaridade?

- ☐ Ensino fundamental incompleto
- ☐ Ensino fundamental completo
- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo
- ☐ Ensino superior incompleto
- ☐ Especialização
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado
- ☐ Pós-Doutorado

3. PRODUTOS ESTATÍSTICOS GERADOS PARA O MODELO LINEAR A PARTIR DA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO EXECUTADO NO “R”

CASA 1

```
Linear:
Y = b0 + b1X
#Programa no software R
dados<-read.csv2("C:/CASA1.csv", header=T)
X = dados$X
CUSTO = dados$CUSTO
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)

m = mean(CUSTO)
summary(fm1)
SQT = sum((CUSTO - m)^2)

Pre<-predict(fm1)
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
R2 = (SQT-SQE)/SQT
R2

predict(fm1,interval= c("confidence"))
new <- data.frame(X= c (17,18,19))
predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

Resposta:

```
> #Programa no software R
> dados<-read.csv2("C:/CASA1.csv",
header=T)
> X = dados$X
> CUSTO = dados$CUSTO
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
>
> m = mean(CUSTO)
> summary(fm1)
```

Call:

```
lm(formula = CUSTO ~ X, data =
dados)
```

Residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-1.0491 -0.4752 -0.1623 0.5184
1.1666
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value
Pr(>|t|)
(Intercept) 8.14057 0.45542 17.88
5.16e-10 ***
```

```
X 2.10686 0.04413 47.74
4.67e-15 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*'
0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.6656 on 12
degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9948, Adjusted
R-squared: 0.9943
F-statistic: 2279 on 1 and 12 DF, p-
value: 4.666e-15
> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
>
> Pre<-predict(fm1)
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
> R2
[1] 0.9947627
>
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
fit lwr upr
1 14.46114 13.72572 15.19656
2 16.56800 15.91233 17.22367
3 18.67486 18.09395 19.25576
4 20.78171 20.26840 21.29502
5 22.88857 22.43248 23.34466
6 24.99543 24.58186 25.40899
7 27.10229 26.71172 27.49286
8 29.20914 28.81857 29.59971
9 31.31600 30.90244 31.72956
10 33.42286 32.96677 33.87895
11 35.52971 35.01640 36.04302
12 37.63657 37.05567 38.21747
13 39.74343 39.08776 40.39910
14 41.85029 41.11487 42.58571
>
> new <- data.frame(X= c (17,18,19))
>
> predict(fm1,new,interval=
c("prediction"))
fit lwr upr
1 43.95714 42.29174 45.62254
2 46.06400 44.35477 47.77323
3 48.17086 46.41362 49.92810
```

CASA 2

```

Linear:
Y = b0 + b1X
#Programa no software R
dados<-read.csv2("C:/CASA2.csv", header=T)
X = dados$X
CUSTO = dados$CUSTO
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)

m = mean(CUSTO)
summary(fm1)
SQT = sum((CUSTO - m)^2)

Pre<-predict(fm1)
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
R2 = (SQT-SQE)/SQT
R2

predict(fm1,interval= c("confidence"))

new <- data.frame(X= c (16,17,18))

predict(fm1,new,interval= c("prediction"))

Resposta:

>
> #Programa no software R
> dados<-read.csv2("C:/CASA2.csv",
header=T)
> X = dados$X
> CUSTO = dados$CUSTO
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
>
> m = mean(CUSTO)
> summary(fm1)

Call:
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)

Residuals:
    Min     1Q   Median     3Q    Max
-1.06731 -0.67000  0.02885  0.30077  2.06192

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  6.28038    0.64151   9.79 9.14e-07
***

```

X **1.84269** 0.06582 28.00 1.41e-11

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8879 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9862, Adjusted R-squared: 0.9849
F-statistic: 783.8 on 1 and 11 DF, p-value: 1.413e-11

```

> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
>
> Pre<-predict(fm1)
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
> R2
[1] 0.9861605
>
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
      fit   lwr   upr
1 11.80846 10.78412 12.83280
2 13.65115 12.74648 14.55583
3 15.49385 14.70039 16.28730
4 17.33654 16.64180 18.03128
5 19.17923 18.56463 19.79384
6 21.02192 20.46087 21.58298
7 22.86462 22.32258 23.40665
8 24.70731 24.14625 25.26836
9 26.55000 25.93540 27.16460
10 28.39269 27.69795 29.08743
11 30.23538 29.44193 31.02884
12 32.07808 31.17340 32.98275
13 33.92077 32.89643 34.94511
>
> new <- data.frame(X= c (16,17,18))
>
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
      fit   lwr   upr
1 35.76346 33.49598 38.03094
2 37.60615 35.27030 39.94201
3 39.44885 37.03783 41.85986
>
>

```

CASA 3

Linear:

$$Y = b_0 + b_1X$$

#Programa no software R

```
dados<-read.csv2("C:/CASA3.csv", header=T)
```

```
X = dados$X
```

```
CUSTO = dados$CUSTO
```

```
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
m = mean(CUSTO)
```

```
summary(fm1)
```

```
SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
Pre<-predict(fm1)
```

```
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
R2
```

```
predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
new <- data.frame(X= c (15,16,17))
```

```
predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

Resposta:

```
>
```

```
> #Programa no software R
```

```
> dados<-read.csv2("C:/CASA3.csv",  
header=T)
```

```
> X = dados$X
```

```
> CUSTO = dados$CUSTO
```

```
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
>
```

```
> m = mean(CUSTO)
```

```
> summary(fm1)
```

Call:

```
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)
```

Residuals:

```
1 2 3 4 5  
0.666 -0.998 0.268 -0.206 0.270
```

```
>
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) 7.59133 0.70288 10.80 0.001698  
**
```

```
X 1.68133 0.07762 21.66 0.000215  
***
```

```
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'  
0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.7364 on 3 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9936, Adjusted R-squared: 0.9915

F-statistic: 469.2 on 1 and 3 DF, p-value: 0.0002153

```
> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
>
```

```
> Pre<-predict(fm1)
```

```
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
> R2
```

```
[1] 0.9936468
```

```
>
```

```
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
fit lwr upr  
1 10.954 9.138767 12.76923  
2 15.998 14.714436 17.28156  
3 21.042 19.993974 22.09003  
4 26.086 24.802436 27.36956  
5 31.130 29.314767 32.94523
```

```
>
```

```
> new <- data.frame(X= c (15,16,17))
```

```
>
```

```
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

```
fit lwr upr  
1 32.81133 29.71616 35.90651  
2 34.49267 31.25300 37.73233  
3 36.17400 32.77801 39.56999
```

CASA 4

Linear:

$$Y = b_0 + b_1X$$

#Programa no software R

```
dados<-read.csv2("C:/CASA44.csv", header=T)
```

```
X = dados$X
```

```
CUSTO = dados$CUSTO
```

```
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
m = mean(CUSTO)
```

```
summary(fm1)
```

```
SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
Pre<-predict(fm1)
```

```
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
R2
```

```
predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
new <- data.frame(X= c (15,16,17))
```

```
predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

Resposta:

```
>
```

```
> #Programa no software R
```

```
> dados<-read.csv2("C:/CASA44.csv",
```

```
header=T)
```

```
> X = dados$X
```

```
> CUSTO = dados$CUSTO
```

```
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
>
```

```
> m = mean(CUSTO)
```

```
> summary(fm1)
```

Call:

```
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)
```

Residuals:

```
1 2 3 4
-0.1022 0.2776 -0.2826 0.1072
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 7.35184 0.50370 14.60 0.004661
```

```
**
```

```
X 1.71007 0.04933 34.66 0.000831
```

```
***
```

```
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'
0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.2991 on 2 degrees
of freedom
```

```
Multiple R-squared: 0.9983, Adjusted R-
squared: 0.9975
```

```
F-statistic: 1202 on 1 and 2 DF, p-value:
0.0008312
```

```
> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
>
```

```
> Pre<-predict(fm1)
```

```
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
> R2
```

```
[1] 0.9983383
```

```
>
```

```
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
fit lwr upr
1 17.61224 16.58877 18.63572
```

```
2 21.03238 20.28947 21.77529
```

```
3 26.16259 25.46665 26.85852
```

```
4 31.29279 30.18476 32.40082
```

```
>
```

```
> new <- data.frame(X= c (15,16,17))
```

```
>
```

```
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

```
fit lwr upr
1 33.00286 31.18311 34.82260
```

```
2 34.71293 32.75599 36.66986
```

```
3 36.42299 34.31638 38.52961
```

```
>
```

CASA 5

Linear:

$$Y = b_0 + b_1X$$

#Programa no software R

```
dados<-read.csv2("C:/CASA5.csv", header=T)
```

```
X = dados$X
```

```
CUSTO = dados$CUSTO
```

```
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
m = mean(CUSTO)
```

```
summary(fm1)
```

```
SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
Pre<-predict(fm1)
```

```
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
R2
```

```
predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
new <- data.frame(X= c (17,18,19))
```

```
predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

Resposta:

```
>
```

```
>
```

```
> #Programa no software R
```

```
> dados<-read.csv2("C:/CASA5.csv",  
header=T)
```

```
> X = dados$X
```

```
> CUSTO = dados$CUSTO
```

```
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
>
```

```
> m = mean(CUSTO)
```

```
> summary(fm1)
```

Call:

```
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)
```

Residuals:

```
1    2    3    4    5  
0.3903 -2.0932  0.8155 -0.8157  1.7031
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) 7.5472  1.9546  3.861 0.03071 *  
X           1.8412  0.1499 12.282 0.00116 **  
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'
0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.709 on 3 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9805, Adjusted R-squared: 0.974

F-statistic: 150.8 on 1 and 3 DF, p-value: 0.001163

```
> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
>
```

```
> Pre<-predict(fm1)
```

```
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
> R2
```

```
[1] 0.9805
```

```
>
```

```
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
fit    lwr    upr  
1 11.22969  5.874351 16.58503
```

```
2 31.48323 29.004190 33.96227
```

```
3 33.32446 30.711323 35.93760
```

```
4 35.16569 32.343180 37.98820
```

```
5 37.00692 33.915016 40.09883
```

```
>
```

```
> new <- data.frame(X= c (17,18,19))
```

```
>
```

```
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

```
fit    lwr    upr  
1 38.84815 32.42954 45.26677
```

```
2 40.68938 34.07861 47.30016
```

```
3 42.53062 35.69970 49.36153
```

```
>
```

CASA 6

Linear:

$$Y = b_0 + b_1X$$

#Programa no software R

```
dados<-read.csv2("C:/CASA66.csv", header=T)
```

```
X = dados$X
```

```
CUSTO = dados$CUSTO
```

```
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
m = mean(CUSTO)
```

```
summary(fm1)
```

```
SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
Pre<-predict(fm1)
```

```
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
R2
```

```
predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
new <- data.frame(X= c (16,17,18))
```

```
predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

Resposta:

```
>
```

```
> #Programa no software R
```

```
> dados<-read.csv2("C:/CASA66.csv",  
header=T)
```

```
> X = dados$X
```

```
> CUSTO = dados$CUSTO
```

```
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
>
```

```
> m = mean(CUSTO)
```

```
> summary(fm1)
```

Call:

```
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)
```

Residuals:

```
    1     2     3     4  
1.54039 -0.05283 -1.98928 0.50172
```

Coefficients:

```
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept)  0.1999    1.6173   0.124 0.91291  
X            2.2432    0.1913  11.729 0.00719 **  
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'  
0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 1.814 on 2 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9857, Adjusted R-squared: 0.9785

F-statistic: 137.6 on 1 and 2 DF, p-value: 0.007191

```
> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
>
```

```
> Pre<-predict(fm1)
```

```
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
> R2
```

```
[1] 0.9856692
```

```
>
```

```
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
      fit   lwr   upr  
1 6.929611 1.823466 12.03576  
2 9.172833 4.554151 13.79152  
3 13.659278 9.669978 17.64858  
4 33.848278 26.194588 41.50197
```

```
>
```

```
> new <- data.frame(X= c (16,17,18))
```

```
>
```

```
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

```
      fit   lwr   upr  
1 36.09150 24.64419 47.53881  
2 38.33472 26.33856 50.33088  
3 40.57794 28.00300 53.15289
```

```
>
```

CASA 7

```

Linear:
Y = b0 + b1X
#Programa no software R
dados<-read.csv2("C:/CASA7.csv", header=T)
X = dados$X
CUSTO = dados$CUSTO
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)

m = mean(CUSTO)
summary(fm1)
SQT = sum((CUSTO - m)^2)

Pre<-predict(fm1)
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
R2 = (SQT-SQE)/SQT
R2

predict(fm1,interval= c("confidence"))

new <- data.frame(X= c (17,18,19))

predict(fm1,new,interval=
c("prediction"))

Resposta:

> #Programa no software R
> dados<-read.csv2("C:/CASA7.csv",
header=T)
> X = dados$X
> CUSTO = dados$CUSTO
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
>
> m = mean(CUSTO)
> summary(fm1)

Call:
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)

Residuals:
    Min     1Q   Median     3Q     Max
-1.1385 -0.4698 -0.1518  0.4477  1.3781

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  9.00027   0.47402   18.99 7.31e-11
***

```

```

X      2.23582  0.04748  47.09 6.52e-16
***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'
0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.7945 on 13 degrees
of freedom
Multiple R-squared:  0.9942,   Adjusted R-
squared:  0.9937
F-statistic: 2217 on 1 and 13 DF, p-value:
6.516e-16

> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
>
> Pre<-predict(fm1)
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
> R2
[1] 0.9941712
>
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
      fit   lwr   upr
1 13.47192 12.62811 14.31572
2 15.70774 14.94931 16.46617
3 17.94356 17.26572 18.62140
4 20.17938 19.57542 20.78334
5 22.41520 21.87565 22.95475
6 24.65102 24.16266 25.13939
7 26.88685 26.43194 27.34175
8 29.12267 28.67948 29.56585
9 31.35849 30.90358 31.81339
10 33.59431 33.10594 34.08268
11 35.83013 35.29058 36.36968
12 38.06595 37.46199 38.66991
13 40.30177 39.62393 40.97962
14 42.53760 41.77917 43.29602
15 44.77342 43.92961 45.61722
>
> new <- data.frame(X= c (17,18,19))
>
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
      fit   lwr   upr
1 47.00924 45.05576 48.96271
2 49.24506 47.24633 51.24379
3 51.48088 49.43275 53.52902
>

```

CASA 8

```

Linear:
Y = b0 + b1X
#Programa no software R
dados<-read.csv2("C:/CASA88.csv", header=T)
X = dados$X
CUSTO = dados$CUSTO
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)

m = mean(CUSTO)
summary(fm1)
SQT = sum((CUSTO - m)^2)

Pre<-predict(fm1)
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
R2 = (SQT-SQE)/SQT
R2

predict(fm1,interval= c("confidence"))

new <- data.frame(X= c (16,17,18))

predict(fm1,new,interval= c("prediction"))

Resposta:

>
> #Programa no software R
> dados<-read.csv2("C:/CASA88.csv",
header=T)
> X = dados$X
> CUSTO = dados$CUSTO
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
>
> m = mean(CUSTO)
> summary(fm1)

Call:
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)

Residuals:
    Min     1Q   Median     3Q    Max
-1.52169 -0.81951 -0.07862  0.77331  1.61960

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 7.83990   0.57125   13.72 4.11e-09
***
X          1.73218   0.06283   27.57 6.41e-13
***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'
0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.051 on 13 degrees
of freedom
Multiple R-squared:  0.9832,   Adjusted R-
squared:  0.9819
F-statistic: 760.1 on 1 and 13 DF, p-value:
6.412e-13

> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
>
> Pre<-predict(fm1)
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
> R2
[1] 0.9831842
>
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
              fit      lwr      upr
1  9.572083  8.455536 10.68863
2 11.304262 10.300684 12.30784
3 13.036440 12.139497 13.93338
4 14.768619 13.969437 15.56780
5 16.500798 15.786847 17.21475
6 18.232976 17.586751 18.87920
7 19.965155 19.363212 20.56710
8 21.697333 21.110894 22.28377
9 23.429512 22.827569 24.03145
10 25.161690 24.515465 25.80792
11 26.893869 26.179918 27.60782
12 28.626048 27.826865 29.42523
13 30.358226 29.461283 31.25517
14 32.090405 31.086827 33.09398
15 33.822583 32.706036 34.93913
>
> new <- data.frame(X= c (16,17,18))
>
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
              fit      lwr      upr
1 35.55476 32.96986 38.13966
2 37.28694 34.64215 39.93173
3 39.01912 36.30896 41.72928
>

```

CASA 9

```

Linear:
Y = b0 + b1X
#Programa no software R
dados<-read.csv2("C:/CASA99.csv", header=T)
X = dados$X
CUSTO = dados$CUSTO
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)

m = mean(CUSTO)
summary(fm1)
SQT = sum((CUSTO - m)^2)

Pre<-predict(fm1)
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
R2 = (SQT-SQE)/SQT
R2

predict(fm1,interval= c("confidence"))

new <- data.frame(X= c (17,18,19))

predict(fm1,new,interval= c("prediction"))

Resposta:
>
>
> #Programa no software R
> dados<-read.csv2("C:/CASA99.csv",
header=T)
> X = dados$X
> CUSTO = dados$CUSTO
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
>
> m = mean(CUSTO)
> summary(fm1)

Call:
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)

Residuals:
    1     2     3     4 
0.5423 -0.7509 -0.6674  0.8760

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -4.601      4.928  -0.934    0.449
X              1.877      0.344   5.455    0.032 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'
0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.018 on 2 degrees of
freedom
Multiple R-squared:  0.937,    Adjusted R-
squared:  0.9055
F-statistic: 29.76 on 1 and 2 DF, p-value: 0.032

> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
>
> Pre<-predict(fm1)
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
> R2
[1] 0.9370303
>
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
              fit      lwr      upr
1 17.91771 13.93257 21.90286
2 21.67086 19.45079 23.89093
3 23.54743 21.09305 26.00181
4 25.42400 22.03279 28.81521
>
> new <- data.frame(X= c (17,18,19))
>
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
              fit      lwr      upr
1 27.30057 20.93465 33.66650
2 29.17714 21.77691 36.57738
3 31.05371 22.48732 39.62011
>
>

```

CASA 10

Linear:

$$Y = b_0 + b_1X$$

#Programa no software R

```
dados<-read.csv2("C:/CASA1011.csv",
header=T)
```

```
X = dados$X
```

```
CUSTO = dados$CUSTO
```

```
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
m = mean(CUSTO)
```

```
summary(fm1)
```

```
SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
Pre<-predict(fm1)
```

```
SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
R2
```

```
predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
new <- data.frame(X= c (14,15,16))
```

```
predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

Resposta:

```
>
```

```
> #Programa no software R
```

```
> dados<-read.csv2("C:/CASA1011.csv",
header=T)
```

```
> X = dados$X
```

```
> CUSTO = dados$CUSTO
```

```
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
>
```

```
> m = mean(CUSTO)
```

```
> summary(fm1)
```

Call:

```
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)
```

Residuals:

```
1 2 3 4 5 6
0.5152 -0.5802 -0.2056 0.7690 -1.1765
0.6781
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 4.0316 0.9123 4.419 0.011516
*
```

```
X 1.3077 0.1049 12.469 0.000238
***
```

```
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'
0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.8774 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9749, Adjusted R-squared: 0.9686

F-statistic: 155.5 on 1 and 4 DF, p-value: 0.0002379

```
> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
>
```

```
> Pre<-predict(fm1)
```

```
> SQE =sum((CUSTO-Pre)^2)
```

```
> R2 = (SQT-SQE)/SQT
```

```
> R2
```

```
[1] 0.9749196
```

```
>
```

```
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
fit lwr upr
1 7.954762 6.191606 9.717918
2 10.570190 9.246489 11.893892
3 13.185619 12.149318 14.221921
4 15.801048 14.764746 16.837349
5 18.416476 17.092774 19.740178
6 21.031905 19.268749 22.795060
```

```
>
```

```
> new <- data.frame(X= c (14,15,16))
```

```
>
```

```
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

```
fit lwr upr
1 22.33962 19.18111 25.49812
2 23.64733 20.31892 26.97575
3 24.95505 21.44078 28.46932
```

```
>
```

10 CASAS

Linear: $Y = b_0 + b_1X$

```
#Programa no software R
dados<-read.csv2("C:/10CASAS.csv",
header=T)
X = dados$X
CUSTO = dados$CUSTO
fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
```

```
m = mean(CUSTO)
summary(fm1)
SQT = sum((CUSTO - m)^2)
```

```
Pre<-predict(fm1)
SQT = sum((CUSTO-Pre)^2)
R2 = (SQT-SQT)/SQT
R2
```

```
predict(fm1,interval= c("confidence"))
```

```
new <- data.frame(X= c (17,18,19))
```

```
predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
```

Resposta

```
> #Programa no software R
> dados<-read.csv2("C:/10CASAS.csv",
header=T)
> X = dados$X
> CUSTO = dados$CUSTO
> fm1<-lm(CUSTO~X, data = dados)
>
> m = mean(CUSTO)
> summary(fm1)
```

```
Call:
lm(formula = CUSTO ~ X, data = dados)
```

```
Residuals:
    Min     1Q   Median     3Q     Max
-1.3239 -0.7484 -0.1435  0.7317  1.6521
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  7.65575    0.49886   15.35 3.76e-10
***
```

```
X          1.80763    0.05159   35.04 4.88e-15
***
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'
0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.9513 on 14 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9887, Adjusted R-squared: 0.9879

F-statistic: 1228 on 1 and 14 DF, p-value: 4.878e-15

```
> SQT = sum((CUSTO - m)^2)
>
> Pre<-predict(fm1)
> SQT = sum((CUSTO-Pre)^2)
> R2 = (SQT-SQT)/SQT
> R2
```

```
[1] 0.9887245
```

```
>
> predict(fm1,interval= c("confidence"))
      fit      lwr      upr
```

```
1  9.463382  8.489266 10.43750
2 11.271015 10.389262 12.15277
3 13.078647 12.284568 13.87273
4 14.886279 14.173452 15.59911
5 16.693912 16.053466 17.33436
6 18.501544 17.921279 19.08181
7 20.309176 19.772770 20.84558
8 22.116809 21.603736 22.62988
9 23.924441 23.411368 24.43751
10 25.732074 25.195667 26.26848
11 27.539706 26.959441 28.11997
12 29.347338 28.706892 29.98778
13 31.154971 30.442143 31.86780
14 32.962603 32.168524 33.75668
15 34.770235 33.888482 35.65199
16 36.577868 35.603751 37.55198
```

```
>
> new <- data.frame(X= c (17,18,19))
>
> predict(fm1,new,interval= c("prediction"))
      fit      lwr      upr
```

```
1 38.38550 36.08165 40.68935
2 40.19313 37.84194 42.54433
3 42.00076 39.59806 44.40347
>
```