

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – PROESPE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
CONJUNTOS HABITACIONAIS:
A DEGRADAÇÃO DAS FACHADAS**

CÉLIA CAVALCANTI BRAGA

ORIENTADOR: *Prof^a Dr^a Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira*

Recife - PE
Março/2010

CÉLIA CAVALCANTI BRAGA

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CONJUNTOS
HABITACIONAIS: A DEGRADAÇÃO DAS FACHADAS**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil.

Orientação: Prof^a Dr^a Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira.

Recife-PE
Março/2010

B813m Braga, Célia Cavalcanti
Manifestações patológicas em conjuntos habitacionais : a
degradação das fachadas / Célia Cavalcanti Braga ; orientador
Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira, 2010.
158 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco.
Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão. Mestrado em Engenharia
Civil, 2010.

1. Construção civil. 2. Condomínios (Habitação). 3. Fachadas.
I. Título.

CDU 691

CÉLIA CAVALCANTI BRAGA

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CONJUNTOS
HABITACIONAIS: A DEGRADAÇÃO DAS FACHADAS**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil.

Banca Examinadora

Prof. Dra. Maria da Graça de Vasconcelos Xavier
Ferreira (ORIENTADORA)

Julgamento: Aprovada Assinatura _____

Prof. Dra. Eliana Cristina Barreto Monteiro
(EXAMINADOR 1)

Julgamento: Aprovada Assinatura _____

Prof. Dr. Alberto Casado Lordsleem Júnior
(EXAMINADOR 2 - EXTERNO)

Julgamento: Aprovada Assinatura _____

Recife-PE
Março/2010

Dedico este trabalho:
ao Senhor Deus, que é minha eterna fonte
de inspiração e motivação;
aos meus pais, Jaime e Lúcia Braga,
ao esposo Paulo Osório, aos meus três filhos, Patrícia, Jaime e
Priscila Braga, e demais familiares,
que contribuíram direta ou indiretamente
para a sua realização;
ao arquiteto Júlio Augusto Barbosa, pelo apoio técnico;
e a todos aqueles que me incentivaram a alcançar mais uma
vitória em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos sinceros a pessoas especiais que tornaram viável a realização desta pesquisa.

A minha querida professora, orientadora e amiga Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira, pelas suas valiosas sugestões, pela experiência em lidar com seus mestrandos, pelo carinho, atenção, incentivo, e, especialmente, por não ter me dado um peixe para me alimentar por um dia, mas pelo fato de ter me ensinado a pescar e me alimentar para o resto da vida.

Aos técnicos, engenheiros e arquitetos da Diretoria de Habitação (DIRHAB) da PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE (PCR), por terem disponibilizado os dados e materiais necessários a este trabalho, e compartilhado informações técnicas sobre os conjuntos habitacionais.

Aos colegas professores do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) e Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) pelo companheirismo e ajuda técnica.

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE- Campus Recife), na pessoa do Magnífico Reitor Sérgio Gaudêncio, pelo apoio e patrocínio para a realização deste Mestrado.

*“Os que esperam no Senhor, adquirirão sempre
novas forças, tomarão asas como de águia,
correrão e não fatigarão, andarão e não
desfalecerão.” Isaías 40:31*

RESUMO

Os casos de deterioração de fachadas prediais no grande Recife e arredores têm sido objeto de atenção dos técnicos da construção civil no estado de Pernambuco. A presença de alterações visuais provocadas por manifestações patológicas (fungos, fissuras, manchas, etc.) nessas superfícies é um sinal de alerta de que o seu desempenho se encontra em declínio. O termo patologia, originário da medicina, tem se adequado ao quadro de doenças que têm se instalado nas edificações, de um modo geral, e principalmente as que estão expostas aos agentes degradantes naturais (vento, chuva, etc.): as fachadas.

Este trabalho apresenta um estudo de caso das manifestações patológicas observadas nas fachadas de todos os edifícios com tipologia t3 (térreo + três) em três conjuntos habitacionais: Beira Rio, Casarão do Cordeiro e Abençoada por Deus, empreendidos pela Prefeitura da Cidade do Recife. Para tal, foram realizadas visitas e feito o levantamento, através da observação nas quatro fachadas desses conjuntos, das patologias relativas ao uso da pintura sobre revestimento de argamassa e sobre o tijolo.

Foi utilizada, em primeiro lugar, uma adaptação do método de Lichtenstein (1986), que permitiu direcionar as várias etapas do trabalho que vão da vistoria do local até o diagnóstico, a conduta e a terapia. Em segundo lugar, dois outros métodos foram adotados para auxiliar no registro e contabilização das ocorrências patológicas identificadas: o método da incidência e o da intensidade.

Foram observadas 172 fachadas e registradas as patologias nos planos verticais, desses conjuntos. São as seguintes as patologias: fungo, fissuras, empolamento da pintura, descoloração, manchas de corrosão, eflorescência, manchas na pintura, descolamento da pintura, desagregamento do tijolo e manchas de umidade no tijolo.

Através da apresentação e discussão dos resultados obtidos pela comparação dos registros, pôde-se considerar o aparecimento das manifestações como decorrentes do projeto arquitetônico, da execução e da qualidade dos materiais de revestimento.

Palavras-chave: Conjuntos Habitacionais. Manifestações Patológicas em Edificações. Fachada.

ABSTRACT

Cases of deterioration in building facades in Recife and surroundings have been subject to the attention of technical construction in the state of Pernambuco. The presence of visual changes caused by pathological manifestations (fungi, cracks, stains, etc.) in these areas is a warning sign that their performance is in decline. The word pathology, originating in medicine, is used in civil engineering, by analogy, to determine diseases that are installed in several parts of the building, especially the most exposed to natural degrading agents (wind, rain, etc.): the facade. This work presents a study case of pathological problems surveyed in the facades of all buildings type t3(ground floor + three more floors) in three social housing projects: Beira Rio, Casarão do Cordeiro and Abençoada por Deus, supported by the Prefeitura da Cidade do Recife (Recife City Hall). Some pathologies related to the use of paint over mortar rendering or over brick only, were observed on the four facades of these buildings. First of all, the Lichtenstein method(1986) was used to guide the early stages of the work because it organizes the different steps to be taken all during the study, which range from the collection of data from the places visited to the diagnosis, conduct and therapy to be adopted. However, this method was slightly adapted for this study. Secondly, two other methods were used to help with recording and counting the pathologies observed on the facades: the methods of incidence and intensity. One hundred and seventy two facades were inspected and a series of problems on the vertical surfaces of these buildings was recorded. The pathologies were as follows: fungus, cracks, blisters on paint, discoloration, stains from corrosion, efflorescence, stain on paint, peeling paintwork, crumbling brickwork, moisture staining in the brickwork. After presenting and discussing the results obtained by comparing the data, it was concluded that the origin of these pathologies arose from the architectural planning, the way it was implemented and the quality of the materials used to clad the walls.

Key words: Social Housing. Building Pathologies. Facade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - mapa da Cidade do Recife com recorte espacial na RPA 4.....	20
Figura 2 - mapa de localização dos três conjuntos habitacionais.....	21
Figura 3 - fotos dos três conjuntos habitacionais em Agosto/2008.....	21
Figura 4 - representação da curva de desempenho x tempo.....	28
Figura 5 - propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido.....	34
Figura 6 - revestimento tradicional.....	36
Figura 7 - revestimento tradicional e em camada única.....	38
Figura 8 - variação das chuvas e das temperaturas médias em Recife.....	44
Figura 9 - incidência da chuva sobre a fachada.....	45
Figura 10 - esquema de pingadeira.....	46
Figura 11 - efeito das saliências nas superfícies dos edifícios.....	46
Figura 12 - medidas das projeções nas superfícies das paredes.....	47
Figura 13 - mancha de umidade nas laterais da parede Fonte: Consoli, 2006.....	47
Figura 14 - diagrama de definição de patologia.....	48
Figura 15 - principais causas dos problemas patológicos (1).....	49
Figura 16 - estatística das principais causas dos problemas patológicos (2).....	50
Figura 17 - principais causas dos problemas patológicos (3).....	50
Figura 18 - percentual das principais manifestações patológicas.....	51
Figura 19 - causas das manifestações patológicas (revestimentos de argamassa).....	53
Figura 20 - fatores que influenciam na penetração de água de chuva nas fachadas.....	72
Figura 21 - situações externas de insolação e ventilação.....	74
Figura 22- desenho esquemático do fluxo de vento sobre uma parede.....	74
Figura 23 - zonas de incidência do vento em uma edificação.....	75
Figura 24 - esquema da mudança de direção do vento.....	75
Figura 25 - disposição das edificações no terreno.....	76
Figura 26 - mapa de Pernambuco.....	77
Figura 27 - mapa das RPAs.....	78
Figura 28 - método de Lichtenstein.....	80
Figura 29 - adaptação feita por Silva ao método de Lichtenstein.....	81
Figura 30 - esquema do método utilizado.....	83
Figura 31 - planta de situação do CH Beira Rio.....	88
Figura 32 - planta de situação, locação e cobertura do CH Beira Rio.....	89
Figura 33 - perspectiva aérea do conjunto Beira Rio.....	89
Figura 34 - planta baixa do pavimento tipo e fachadas.....	91
Figura 35 - planta de situação do CH Casarão do Cordeiro.....	92
Figura 36 - planta de locação e cobertura.....	93
Figura 37 - perspectiva aérea do conjunto Casarão do Cordeiro.....	93
Figura 38 - planta baixa do pavimento tipo.....	95
Figura 39 - fachada principal e lateral.....	95
Figura 40 - planta de situação do conjunto.....	96
Figura 41 - planta de locação e cobertura do CH Abençoada por Deus.....	97
Figura 42 - perspectiva aérea do conjunto Abençoada por Deus.....	97
Figura 43 - planta baixa do pavimento tipo e fachadas.....	99
Figura 44 - orientação das fachadas A, B, C e D dos três conjuntos habitacionais.....	100
Figura 45 - rotação do bloco 17 em relação ao norte.....	101
Figura 46 – rotação dos blocos em relação ao norte.....	102
Figura 47 – presença de fungo nas superfícies recuadas da fachada.....	106

Figura 48 – presença de fungo ao longo da fachada B	106
Figura 49 - fungo concentrado na base das paredes e peitoril.....	107
Figura 50 - fissuras horizontais na região superior da fachada	107
Figura 51 - fissuras mapeadas esparsas na área superior	108
Figura 52 - descoloração angular.....	108
Figura 53 – empolamento na película da tinta.....	109
Figura 54 - descoloração sobre a pintura.....	110
Figura 55 - manchas pontuais de corrosão	110
Figura 56 - manchas sobre as fachadas	112
Figura 57 - fungo na extremidade superior da parede.....	112
Figura 58 - fungo por presença de umidade na base da parede.....	113
Figura 59 - manchas de eflorescência (setas brancas) e corrosão (seta preta)	113
Figura 60 - manchas no tijolo (seta branca) e fissura superficial (seta preta)	114
Figura 61 - mancha por vazamento interno	115
Figura 62 - descolamento da pintura	115
Figura 63 - desagregamento do tijolo	116
Figura 64 - fungo na base das paredes.....	117
Figura 65 - bolhas na pintura.....	117
Figura 66 - mancha de corrosão	118
Figura 67 - descolamento da pintura	118
Figura 68 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada A do conjunto Beira Rio	123
Figura 69- contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada B do conjunto Beira Rio	123
Figura 70 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada C do conjunto Beira Rio	124
Figura 71 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada D do conjunto Beira Rio	124
Figura 72 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada A do conjunto Casarão do Cordeiro	128
Figura 73 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada B do conjunto Casarão do Cordeiro	128
Figura 74 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada C do conjunto Casarão do Cordeiro	129
Figura 75 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada D do conjunto Casarão do Cordeiro	129
Figura 76 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada A do conjunto Abençoada por Deus	132
Figura 77 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada B do conjunto Abençoada por Deus	132
Figura 78 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada C do conjunto Abençoada por Deus	133
Figura 79 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada D do conjunto Abençoada por Deus	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - relação dos Conjuntos Habitacionais da Prefeitura da Cidade do Recife em julho de 2008.....	17
Quadro 2 - natureza e classe dos agentes de degradação	26
Quadro 3 - principais agentes de deterioração.....	27
Quadro 4 - características e uso do emboço de cal e cimento	35
Quadro 5 - espessuras admissíveis de revestimento externo e interno para parede	37
Quadro 6 - dimensões dos blocos de vedação e portantes.....	39
Quadro 7 - resistência à compressão	39
Quadro 8 - propriedades requeridas dos blocos cerâmicos	40
Quadro 9 - quadro comparativo geral dos principais tipos de tinta.....	41
Quadro 10 - período de cura para aplicação de tintas.....	43
Quadro 11 - classificação do grau de agressividade (adaptada da Norma BS 6150)	44
Quadro 12 - modelo da ficha de vistoria	85
Quadro 13 - modelo da ficha de registro das patologias por conjunto habitacional	85
Quadro 14 - modelo da ficha de contabilização das patologias por conjunto	86
Quadro 15 - características gerais dos conjuntos.....	87
Quadro 16- orientação geográfica das fachadas	102
Quadro 17 - quadro geral com informações sobre os conjuntos	103
Quadro 18 - anomalias nas fachadas do conjunto Beira Rio.....	105
Quadro 19 - anomalias nas fachadas do conjunto Casarão do Cordeiro	111
Quadro 20 - anomalias nas fachadas do CH Abençoada por Deus	116
Quadro 21- contabilização das ocorrências no conjunto Beira Rio.....	119
Quadro 22 - contabilização das ocorrências no conjunto Casarão do Cordeiro.....	120
Quadro 23 - contabilização das ocorrências no conjunto Abençoada por Deus	120
Quadro 24- registro das ocorrências em cada fachada de cada bloco do Beira Rio.....	122
Quadro 25 - registro das ocorrências em cada fachada de cada bloco do Casarão do Cordeiro.....	126
Quadro 26 - registro das ocorrências em cada fachada de cada bloco do Abençoada por Deus.....	131

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT/CB-02	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAFATI	Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas
BS	British Standards Institution
C	Celsius
CEHOP-SE	Companhia Estadual de Habitação e Obras - Sergipe
CH	Conjunto Habitacional
CO ₂	Carbon dioxide (dióxido de carbono)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIRHAB/DAS	Diretoria de Habitação/ Departamento Administrativo Setorial
FEFAAP	Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado
H ₂	Hidrogênio
kgf/cm ²	kilograma-força por centímetro quadrado
kN/m ²	quilonewton por metro quadrado
m ²	metro quadrado
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira Registrada
N/mm ²	Newton por milímetro quadrado
O	Oxigênio
O ₂	Oxigênio
O ₃	Ozônio
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PCR	Prefeitura da Cidade do Recife
pH	Potencial hidrogeniônico
PVAc	Polyvinyl Acetate (Poliacetato de Vinila)
PVC	Polyvinyl Chloride (Cloreto de Polivinila)
RPA	Região Político-Administrativa
S	South (sul)
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco
SO ₃	Enxofre
T3	Térreo + três
UV	Ultravioleta

VOC	Volatile organic compounds (Produtos Orgânicos Voláteis)
VUP	Vida Útil de Projeto
W	West (oeste)
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	CARACTERIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETO DE ESTUDO	19
1.3	OBJETIVOS	22
1.3.1	Objetivo geral	22
1.3.2	Objetivos específicos	22
1.4	METAS	22
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1	A FACHADA	24
2.1.1	Características	25
2.1.2	Desempenho, Durabilidade e Vida Útil	26
2.1.3	Revestimento	30
2.1.3.1	<i>Revestimento de argamassa</i>	31
2.1.3.1.1	Revestimento tradicional ou sistema emboço-reboco	36
2.1.3.1.2	Revestimento em camada única (massa única) ou “emboço paulista”	37
2.1.4	Alvenaria em bloco cerâmico	38
2.1.5	A tinta	40
2.1.5.1	<i>Sistema de pintura</i>	42
2.2	PATOLOGIAS	48
2.2.1	Causas das manifestações patológicas em argamassa de revestimento	51
2.2.1.1	<i>Manifestações patológicas na argamassa</i>	53
2.2.1.1.1	Eflorescências	53
2.2.1.1.2	Descolamentos	55
2.2.1.1.3	Bolor/Mofo/Fungos	57
2.2.1.1.4	Fissuras	58
2.2.1.1.5	Vesículas	60
2.2.1.1.6	Outras Manifestações Patológicas	61
2.2.2	Manifestações patológicas em alvenaria	63
2.2.3	Manifestações patológicas em pintura	64
2.2.3.1	<i>Manchas em pinturas</i>	67
2.2.3.2	<i>Descascamento da pintura em alvenaria</i>	68
2.2.3.3	<i>Esfarinhamento, gretamento e descolamento</i>	69
2.2.3.4	<i>Desagregamento</i>	69
2.2.3.5	<i>Empolamento em pinturas sobre alvenaria</i>	70
2.2.3.6	<i>Enrugamento</i>	70
2.2.4	A umidade	70
2.3	OS CONJUNTOS HABITACIONAIS	73
2.4	A CIDADE DO RECIFE	76
3	O MÉTODO	79
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
4.1	OS CONJUNTOS HABITACIONAIS DA PCR	87
4.1.1	Conjunto habitacional Beira Rio (Torre)	88
4.1.1.1	<i>Localização Geográfica</i>	88
4.1.1.2	<i>Caracterização do conjunto</i>	88

4.1.1.3	<i>Descrição geral</i>	90
4.1.1.4	<i>Material para pesquisa</i>	90
4.1.1.5	<i>Características do projeto</i>	90
4.1.2	Conjunto habitacional Casarão do Cordeiro	92
4.1.2.1	<i>Localização Geográfica</i>	92
4.1.2.2	<i>Caracterização do conjunto</i>	92
4.1.2.3	<i>Descrição Geral</i>	94
4.1.2.4	<i>Material para pesquisa</i>	94
4.1.2.5	<i>Características do Projeto</i>	94
4.1.3	Conjunto habitacional Abençoada por Deus	96
4.1.3.1	<i>Localização Geográfica do Conjunto Habitacional</i>	96
4.1.3.2	<i>Caracterização do Conjunto</i>	96
4.1.3.3	<i>Descrição Geral</i>	98
4.1.3.4	<i>Material para a Pesquisa</i>	98
4.1.3.5	<i>Características do Projeto</i>	98
4.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE A ORIENTAÇÃO DAS FACHADAS DOS TRÊS CONJUNTOS	100
4.3	REGISTRO, DESCRIÇÃO E POSSÍVEIS CAUSAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS TRÊS CONJUNTOS	103
4.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTIDADE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CADA FACHADA DOS CONJUNTOS	119
4.4.1	Situação das fachadas para o conjunto habitacional Beira Rio	121
4.4.2	Situação das fachadas para o conjunto habitacional Casarão do Cordeiro	125
4.4.3	Situação das fachadas para o conjunto habitacional Abençoada por Deus	130
4.5	COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	134
4.5.1	Idade	134
4.5.2	Revestimento	135
4.5.3	Elementos arquitetônicos na fachada	135
4.5.4	Orientação geográfica e locação dos blocos	136
4.5.5	Tipos de manifestações patológicas	137
4.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE UM POSSÍVEL DIAGNÓSTICO DA ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES NAS FACHADAS DOS CONJUNTOS	137
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E FUTUROS TRABALHOS	140
5.1	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	140
5.2	FUTUROS TRABALHOS	141
	Referências	142
	Anexo	151

1 INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A Prefeitura da Cidade do Recife (PCR) vem, desde 2001, construindo conjuntos habitacionais na Região Metropolitana com a finalidade de deslocar populações de baixa renda, para habitações populares que procuram oferecer o mínimo de condições de habitabilidade a seus moradores.

Os projetos destes conjuntos possuem características arquitetônicas e estruturais relativamente semelhantes e seguem um padrão construtivo pré-estabelecido pelos técnicos da PCR em termos de tipologia térrea ou verticalizada, que é escolhida em função da quantidade de unidades habitacionais para uma determinada população e da área disponível para implantação dos conjuntos habitacionais.

O Quadro 1 apresenta a relação dos conjuntos habitacionais empreendidos pela Prefeitura da Cidade do Recife, localizados em diferentes Regiões Político-Administrativas (RPAs), e respectivas situações até julho de 2008, de acordo com a Diretoria de Habitação da Prefeitura da Cidade do Recife (DIRHAB). Nota-se, todavia, que este número tem crescido rapidamente, em função do aumento da demanda de moradia para a população carente, no sentido de reduzir o déficit habitacional.

Quadro 1 - relação dos Conjuntos Habitacionais da Prefeitura da Cidade do Recife em julho de 2008

CONJUNTOS HABITACIONAIS			
NOME	ENDEREÇO	SITUAÇÃO	UNIDADES
ALTO DA ESPERANÇA	Dois Unidos - RPA 02	CONSTRUÍDO	125
CASARÃO DO CORDEIRO	Cordeiro - RPA 04	CONSTRUÍDO	760
HÉLIO SEIXAS (DELEGADOS)	Dois Unidos - RPA 02	CONSTRUÍDO	200
HÉLIO MARIANO	Dois Unidos - RPA 03	CONSTRUÍDO	284
JOSUÉ PINTO	Beberibe - RPA 03	CONSTRUÍDO	223
PONTE DO LIMOEIRO	Santo Amaro - RPA 01	CONSTRUÍDO	19
SÃO FRANCISCO DE ASSIS	Imbiribeira - RPA 06	CONSTRUÍDO	50
SONHO DO BUEIRÃO	Cordeiro - RPA 04	CONSTRUÍDO	50
TORRE (BEIRA RIO)	Torre - RPA 04	CONSTRUÍDO	320

•continuação na próxima página

•continuação da página anterior

08 DE MARÇO	Ibura de Baixo - RPA 06	CONSTRUÍDO	145
VÁRZEA I	Várzea - RPA 04	CONSTRUÍDO	104
PAULO CAVALCANTI	Brejo da Guabiraba - RPA 03	CONSTRUÍDO	218
CAMPO DO VILA	Espinheiro - RPA 01	EM CONSTRUÇÃO	59
ABENÇOADA POR DEUS	Iputinga - RPA 04	CONSTRUÍDO	420
PADRE MIGUEL	Afogados - RPA 05	EM CONSTRUÇÃO	128
VILA IMPERIAL	Arruda - RPA 02	EM CONSTRUÇÃO	144
ESPÓLIO DO ESTEVINHO	Joana Bezerra - RPA 01	EM CONSTRUÇÃO	197
SÍTIO SALAMANTA	Pina - RPA 06	EM CONSTRUÇÃO	64
CLUBE DO AUTOMÓVEL	Iputinga - RPA 04	EM CONSTRUÇÃO	64
DOM HÉLDER	Nova Descoberta - RPA 03	EM CONSTRUÇÃO	320
TRAVESSA DO GUSMÃO(COELHOS)	São José - RPA 01	A CONSTRUIR	160
PRAÇA SÉRGIO LORETO(COELHOS)	São José - RPA 01	A CONSTRUIR	224
VILA BRASIL	Joana Bezerra - RPA 01	A CONSTRUIR	448
ZEFERINO AGRA	Água Fria - RPA 02	A CONSTRUIR	128
VILA INDEPENDÊNCIA	Beberibe - RPA 03	A CONSTRUIR	228
NICOLAU COPÉRNICO	Imbiribeira- RPA 06	A CONSTRUIR	64
CINCO DE MAIO	Imbiribeira- RPA 06	A CONSTRUIR	44
CAIC	Barro - RPA 06	A CONSTRUIR	216
VÁRZEA II	Várzea - RPA 04	A CONSTRUIR	80

Fonte: DIRHAB/DAS-PCR, 2008 (quadro modificado)

Obs.: as linhas preenchidas em cinza indicam os conjuntos habitacionais selecionados para esta pesquisa.

Tem-se observado a deterioração frequente de construções habitacionais construídas no Brasil.

Helene & Souza (1988) comentam que é constatado que o desempenho dessas construções tem deixado a desejar e que a deterioração precoce e frequente dessas moradias tem trazido ônus aos usuários, construtores e poder público.

Fiess, *et al.* (2004) observam que essas construções têm demandado um alto número de manutenções em razão da ocorrência de manifestações patológicas.

Este enfoque de deterioração traz à tona a necessidade de rever critérios de qualidade do ambiente construído e adotar medidas capazes de retardar, minimizar ou, se possível, impedir a sua degradação.

Os conjuntos habitacionais selecionados para este estudo são exemplos de construções que demandam manutenção corretiva e preventiva. Apresentam um estado de deterioração que compromete condições de higiene, estética e que pode ter consequências futuras de segurança, pois há uma tendência dos problemas patológicos evoluírem e se agravarem com o tempo.

As manifestações patológicas são um universo ainda desconhecido para os usuários desses conjuntos, entretanto, o poder público através da Prefeitura da Cidade do Recife realiza um trabalho social com estes moradores, em que cartilhas informativas são distribuídas entre eles.

A problemática é contínua, uma vez que a população desses conjuntos espera sempre pela iniciativa dos técnicos da prefeitura para solucionar suas questões. São pessoas com baixo poder aquisitivo e sem conhecimento técnico para compreender a necessidade de realização de atividades de manutenção.

Neste contexto, foram enumerados alguns motivos que justificam a escolha do tema de estudo para esta pesquisa:

1. interesse em desenvolver um estudo sobre patologias de edificações;
2. priorizar as fachadas do edifício dentro do escopo da Engenharia Civil, por serem o invólucro da edificação e apresentarem grande incidência de anomalias;
3. contribuir com o banco de dados da Secretaria de Habitação da Prefeitura da Cidade do Recife, no sentido de agregar informações sobre a atual situação das fachadas dos conjuntos estudados.

1.2 OBJETO DE ESTUDO

Para a escolha do objeto de estudo desta pesquisa foi feito um mapeamento da RPA 4, localizada na zona oeste da cidade do Recife, que abrange bairros como o do Cordeiro, da Ilha do Retiro, Iputinga, Torre, Engenho do Meio, Várzea, Cidade Universitária (ver Figura 1), no

sentido de melhor escolher os conjuntos de possível interesse. Dentro do recorte espacial considerado nesta região (circulado na cor preta do mapa) estão localizados os três conjuntos habitacionais selecionados: o Conjunto Habitacional Abençoada por Deus, o Casarão do Cordeiro e o Beira Rio, conforme ilustram as Figuras 1 e 2.

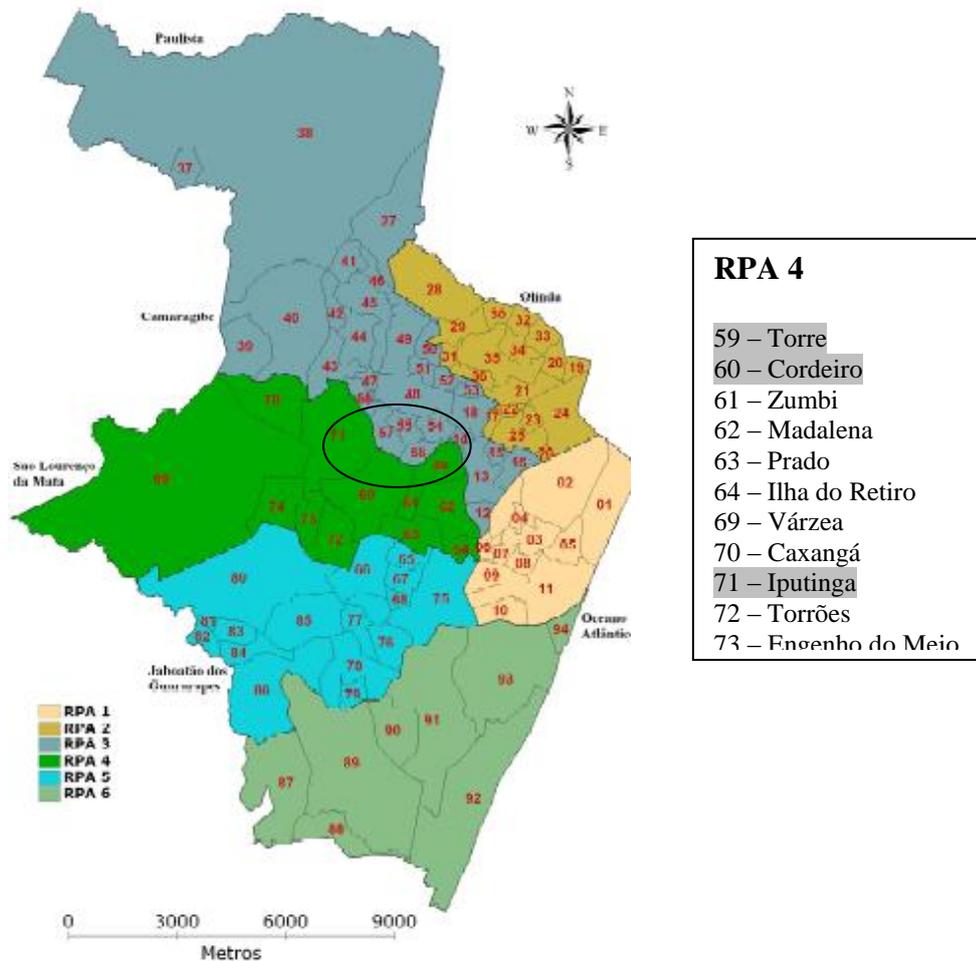


Figura 1- mapa da Cidade do Recife com recorte espacial na RPA 4

Fonte: COSTA, 2008 (modificado)

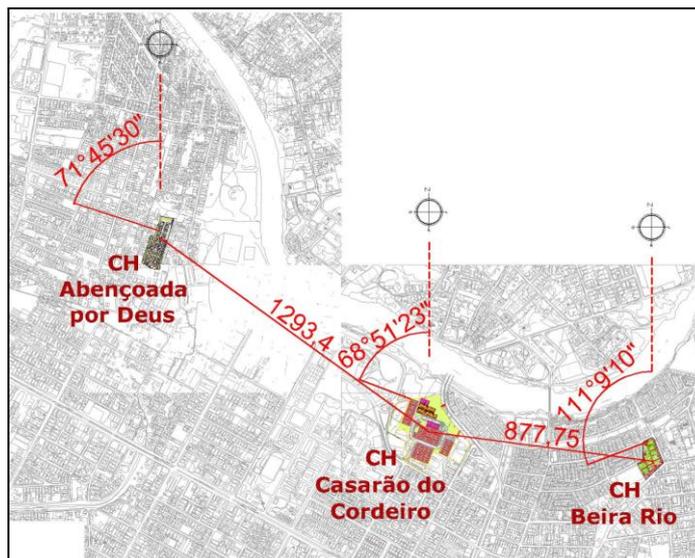


Figura 2 - mapa de localização dos três conjuntos habitacionais

Fonte: DIRHAB/DAS, 2008. (modificado)

Os três conjuntos possuem características geográficas e climáticas semelhantes, pelo fato de estarem localizados no mesmo perímetro urbano. Este aspecto é relevante para a análise dos resultados deste estudo.

A tipologia dos três conjuntos é a mesma, ou seja, térreo mais três. Em relação ao sistema construtivo adotado para o Beira Rio e o Abençoada por Deus, utilizou-se alvenaria de blocos cerâmicos sobre laje radier protendida, no térreo, e laje pré-moldada nos demais pavimentos. Para o Casarão do Cordeiro, foi utilizada laje radier para o térreo, e, para os pavimentos restantes, utilizou-se laje treliçada com bloco cerâmico. A Figura 3 mostra uma visão parcial dos três conjuntos habitacionais.



ABENÇOADA POR DEUS



BEIRA RIO (TORRE)



CASARÃO DO CORDEIRO

Figura 3 - fotos dos três conjuntos habitacionais em Agosto/2008

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Identificar e comparar as manifestações patológicas das fachadas de três conjuntos habitacionais empreendidos pela Prefeitura da Cidade do Recife, no sentido de servir como apoio técnico para a solução dos problemas atuais e para a construção de novos conjuntos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar as manifestações patológicas nas fachadas de todos os blocos de cada conjunto.
- Examinar as possíveis causas da alteração visual do revestimento destas fachadas.
- Comparar os resultados dos registros.

1.4 METAS

- Agir como instrumento de mudança relativa à atual situação das fachadas dos conjuntos estudados, e tentar despertar no interesse público uma maior atenção à problemática da falta de manutenção preventiva nesses habitacionais.
- Propor, como apoio educacional, a divulgação de uma revista em quadrinhos que contempla uma situação hipotética baseada num contexto de patologias presentes nos conjuntos, de modo a levar ao conhecimento do usuário, a existência desses agentes reais de degradação e, de certa forma, motivá-lo a tomar iniciativas futuras de manutenção e preservação de suas habitações, em âmbito individual e coletivo.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 1, de introdução, inicia a dissertação apresentando a caracterização, a justificativa para o tema escolhido; definindo os objetivos e metas.

O Capítulo 2 aborda a revisão de literatura dos assuntos relacionados à fachada e sua caracterização, durabilidade, desempenho e vida útil; trata, ainda, do revestimento e suas funções, tipos de revestimento em argamassa; apresenta considerações sobre alvenaria em bloco cerâmico e suas propriedades; trata também da pintura de revestimento, tipos de tinta e sistema de pintura; apresenta ainda, a definição de patologia e seus tipos em revestimento de argamassa, em alvenaria e em pintura; e finalmente, traz considerações sobre os conjuntos habitacionais em geral e sobre a cidade de Recife.

O Capítulo 3 trata do método empregado para a realização do trabalho: o método de Lichtenstein e os métodos auxiliares da incidência e intensidade.

No Capítulo 4, são apresentados os resultados da coleta de dados e observações realizadas, assim como discussões sobre as frequências das patologias e suas possíveis causas. Ainda apresenta a comparação dos resultados e mostra um possível diagnóstico sobre a origem das manifestações.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

Em anexo, é apresentado um protótipo de uma revista em quadrinhos, que tem o objetivo educacional de levar, aos moradores dos conjuntos, o conhecimento da existência das patologias e de alertá-los sobre a importância da participação desses moradores na manutenção desses prédios.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A FACHADA

Nos tempos do Brasil Colônia, a fachada era a fronteira ou o frontispício de um edifício que fazia divisa com o logradouro público. As edificações dessa época costumavam ser construídas na divisa do terreno com a calçada, ocupando toda a extensão da frente. As fachadas laterais ou não existiram por serem conjugadas ou eram ignoradas, assim como recebiam pouca atenção, pois ficavam escondidas do público. Muitas vezes não eram rebocadas, porém os frontispícios recebiam os melhores ladrilhos vindos da Europa (QUEIROZ, 2007).

Hoje, a fachada recebeu um novo conceito. Refere-se a cada uma das faces de qualquer construção: a de frente é denominada fachada principal, e as demais, fachada posterior e fachadas laterais. Isso se deve ao aparecimento dos edifícios altos, no século passado, que possibilitou a qualquer pessoa ver as outras fachadas de pontos distintos da rua. Atualmente, o “frontispício” é simplesmente a “fachada principal de um edifício” ou sua “frontaria”, ou fachada de frente.

A fachada pode ser definida como o envoltório da edificação que limita dois espaços distintos: o interior e o exterior. Mahfuz (2009) concorda com o arquiteto americano Robert Venturini, quando este afirma ser a fachada o lugar em que a arquitetura acontece, pelo fato de ser o elemento que sintetiza as forças internas e externas que atuam em todo o projeto.

A fachada tem sua importância social, não importa o que pareça, e é sempre o elemento usado pelo morador para regular o grau de contato com o mundo exterior.

Sob o ponto de vista arquitetônico, tem um papel fundamental na expressão volumétrica da edificação. Com esta função estética, ocupa lugar de destaque no cenário urbano, pois ilustra com seus desenhos e cores os edifícios aos quais pertence.

Possui ainda uma função técnica de proteção dos ambientes que resguarda, contra agentes externos, promovendo a habitabilidade, o conforto ambiental, e a segurança dos usuários da edificação.

Para que estas funções sejam preservadas é importante que se realize um projeto de seu revestimento para que se permita o controle da qualidade dos materiais a serem utilizados e cuidados na sua execução, assim como um planejamento de atividades de manutenção durante

sua vida útil. A ausência de um desses dois itens pode implicar na redução da durabilidade e do desempenho do revestimento e dar lugar ao aparecimento de manifestações patológicas (RESENDE; MEDEIROS, 2003).

Por sua posição estratégica de exposição no ambiente em que se localiza, é quem primeiro recebe as agressões externas dos agentes de degradação. Como consequência desse ataque, o desempenho esperado de seus elementos é comprometido e instala-se um processo de degradação progressivo. Segundo Souza (1988), a edificação, seus componentes e elementos estão sujeitos a uma variedade muito grande de ações causadas pelos fenômenos de origem natural ou por sua própria utilização, e denomina estas ações, que atuam sobre o edifício ao longo de sua vida útil, de condições de exposição a que está submetido. Acrescenta que os materiais que fazem parte do edifício possuem propriedades que podem ou não influenciar em sua forma de reação às condições de exposição e define desempenho como o resultado do equilíbrio dinâmico estabelecido entre o material e seu meio.

As fachadas dos edifícios não são estáticas; trabalham em resposta aos efeitos dos ventos e mudança de temperatura; interagem com as estruturas que as suportam; degradam-se com o tempo, e, ocasionalmente, perdem sua ligação física com o prédio (ERDLY; SCHWARTZ, 2004). Como parte integrante dos subsistemas verticais, elas exercem um papel de muita relevância no edifício, segundo Oliveira & Melhado (2008).

Pode-se dizer que a fachada representa um organismo vivo na edificação, que sinaliza quando algumas de suas partes estão fora de seus padrões de funcionamento e que, neste momento, precisa ser reavaliada. A fragilidade deste organismo sugere a necessidade de um planejamento de atividades de manutenção preventiva e reparadora de problemas patológicos.

2.1.1 Características

Segundo Sayegh (2008), “não existe padronização nem solução ideal para uma fachada, mas sim, que tipo de resposta se espera dela”. Deve apresentar alta estanqueidade à água, poeira, ruídos, juntamente com rigidez, durabilidade e custo baixo de manutenção, além de exercer sua função básica de proteção do interior do edifício.

Gehbauer, *et al* (2002) indicam os materiais mais comumente utilizados no revestimento das fachadas dos edifícios: a argamassa, as tintas e as placas cerâmicas, e a sua escolha depende do projeto e das vantagens e desvantagens que cada material oferece dentro do mercado imobiliário.

2.1.2 Desempenho, Durabilidade e Vida Útil

As fachadas, pela sua posição estratégica na edificação, são objeto de constantes ataques nocivos a sua estrutura. A elevada intensidade de ocorrência de agentes de degradação provenientes da natureza, tais como o vento, o sol, a poluição, a chuva, a umidade, a temperatura do ar, entre outros, faz com que o desempenho do seu revestimento seja reduzido e a durabilidade de seus elementos, assim como sua vida útil, sejam fortemente comprometidas. O Quadro 2 apresenta os diversos agentes de degradação como principais agressores dos materiais e componentes das fachadas.

Quadro 2 - natureza e classe dos agentes de degradação

NATUREZA	CLASSE
Agentes mecânicos	Gravidade Esforços e deformações impostas ou restringidas Energia cinética Vibrações e ruídos
Agentes eletromagnéticos	Radiação; eletricidade; magnetismo
Agentes térmicos	Níveis extremos ou variações muito rápidas de temperatura
Agentes químicos	Água e solventes; agentes oxidantes; agentes redutores; ácidos; bases; sais; quimicamente neutros
Agentes biológicos	Vegetais e microorganismos; animais
PROCEDÊNCIA	CLASSE
Provenientes da Atmosfera	Água no estado líquido; umidade; temperatura; radiação solar – radiação ultravioleta; gases de oxigênio (O, O ₂ , O ₃); ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄); gases ácidos; bactérias, insetos; ventos com partículas em suspensão.
Provenientes do solo	Sulfatos; cloretos; fungos; bactérias; insetos
Provenientes do uso	Esforços de manobra Agentes químicos normais em uso doméstico
Provenientes do projeto	Compatibilidade química Compatibilidade física Cargas permanentes e periódicas

Fonte: Flauzino & Uemoto (1981)

Lersh (2003) propõe uma classificação dos agentes e mecanismos de degradação, diferenciada daquela adotada por Flauzino & Uemoto (1981). Para a autora, quatro são os principais grupos de agentes de degradação:

1. agentes ambientais ou climáticos;
2. agentes biológicos;
3. fenômenos excepcionais da natureza;
4. uso e ação do homem.

O Quadro 3 ilustra, de forma sistemática, os agentes de degradação.

Quadro 3 - principais agentes de deterioração

AGENTES AMBIENTAIS OU CLIMÁTICOS	AGENTES BIOLÓGICOS	FENÔMENOS DA NATUREZA	USO E AÇÃO DO HOMEM
Radiação solar	Microorganismos → Fungos, algas e bactérias	Inundações, ventos excepcionais, raios (descargas elétricas)	Falta de conservação preventiva
Temperatura → Variação de temperatura	Vegetação → Microflora, pequeno porte, médio porte e grande porte		Intervenções indevidas → Substituição de material, sobrecarga estrutural
Ar → Constituinte do ar e Vento	Insetos → Cupins e formigas		Desenvolvimento urbano → Obras irregulares, operações no entorno, poluição ambiental, pavimentação impermeabilizada, tráfego intensificado
Água → Umidade → por infiltração; ascensional; por condensação; de obra; acidental → Contaminação ambiental → Ação gelo/degelo → Corrosão	Animais de pequeno porte → Roedores, morcegos e aves		Vandalismos → Roubos, pichações, deturpações, invasões
Chuva			Negligência → Incêndio, acidentes, abandono total

Fonte: Lersh, 2003

John (2006) considera que a durabilidade não é uma propriedade intrínseca do material, mas resulta da interação do material com o ambiente que o cerca, incluindo características do microclima. Conclui que um mesmo material apresenta funções de desempenho/tempo diferentes para condições de exposição também diferentes e acrescenta que este material pode apresentar funções de desempenho/tempo diferentes se as condições de exposição forem mantidas, porém sendo modificada a função deste material.

John (2006) ainda afirma que um indicador de degradação pode descrever a variação de desempenho de forma mais conveniente. Este indicador é uma característica mensurável que possibilita o acompanhamento dos efeitos da degradação neste desempenho. Dá como exemplo de indicador de degradação a variação da cor, quando esta é característica relevante no desempenho. A Figura 4 descreve a curva do desempenho/tempo de um produto em certas condições ambientais, e mostra que atividades de manutenção podem recuperar o desempenho perdido e prolongar a vida útil.

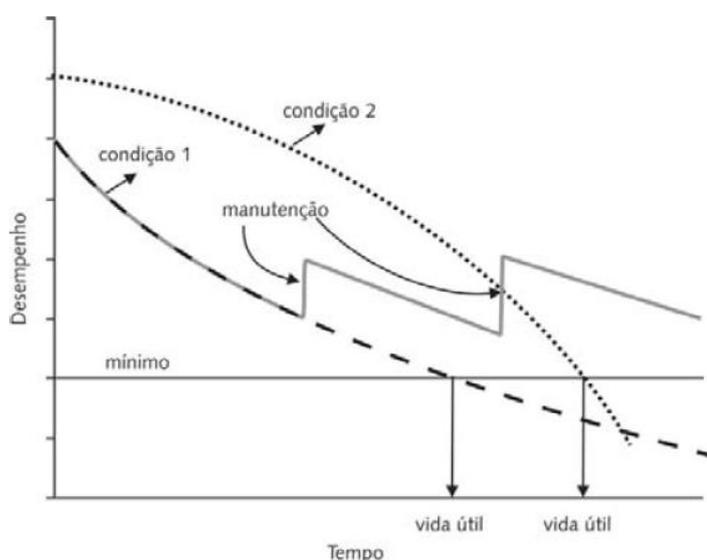


Figura 4 - representação da curva de desempenho x tempo
Fonte: John , 2006

Sabbatini (2007) define desempenho como o comportamento em uso de um edifício habitacional e dos sistemas que o compõem e acrescenta que a durabilidade está ligada à capacidade que o edifício ou suas partes têm de cumprir suas funções básicas, ao longo do tempo sob condições de uso e manutenção especificadas. A este período de tempo, o autor refere-se como vida útil da edificação, na qual o sistema pode ser utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene.

Sabe-se que toda estrutura exposta aos ataques do meio ambiente sofre degeneração ao longo do tempo e que existe uma queda natural de seus materiais ou componentes que nem sempre pode ser evitada, mas sim controlada e amenizada. Não existe vida útil infinita, mas aplicando-se um sistema periódico e eficaz de manutenção, a curva de deterioração pode ser estendida, e, conseqüentemente, ampliados os anos de vida de uma edificação, fazendo com que esta trabalhe por muito mais tempo com seu desempenho acima dos limites exigidos pela norma (ANTONIAZZI, 2008).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 15.575-1 (2008), que trata de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, diz que estes edifícios deverão estabelecer sua vida útil no momento do projeto, e define as diferenças entre prazo de garantia e vida útil, e especifica vidas úteis mínimas obrigatórias para os sistemas por ela considerados.

A norma acrescenta o seguinte ponto:

Caso os requisitos de desempenho desta Norma tenham sido atendidos e não surjam patologias significativas nos sistemas nela previstos depois de decorridos 50% dos prazos de vida útil de projeto (VUP), contados a partir do auto de conclusão da obra, considera-se atendido o requisito de vida útil de projeto (VUP), salvo prova objetiva em contrário.

Borges & Sabbatini (2008) afirmam que o prazo de garantia é um prazo de responsabilidade legal e varia de acordo com a legislação de cada país ou região. Acrescentam que, no Brasil, este prazo é definido, pelo Código Civil, art.618, como sendo de cinco anos pela solidez e segurança, e que os sistemas, elementos e componentes, que não afetam a segurança e a solidez das edificações, não têm prazo de garantia definidos por lei, sendo este resolvido e informado pelos construtores através dos manuais de uso e operação dos imóveis.

Del Mar (2007) comenta que, pela legislação brasileira, durante o prazo de garantia, o construtor tem que provar que o defeito ou falha na edificação surgiu por mau uso ou falta de manutenção por parte do usuário, e não por um problema originário da construção ou do projeto. Caso contrário, a prova do ônus recai sobre ele.

Porém, no que se refere à vida útil, que envolve o período de exposição, de responsabilidade do construtor, o ônus da prova é invertido, sendo o usuário do imóvel quem deve provar que o problema foi originário da construção ou do projeto, entre o término do prazo de garantia e o término da vida útil de projeto.

Borges & Sabbatini (2008) concordam que esta é uma visão sensata pelo fato de que existem vários fatores na pós-obra que não estão no controle dos construtores, mas que podem interferir na manutenção do desempenho ao longo do tempo, e citam como exemplo, a não realização de programas de manutenção preventiva e corretiva por parte dos usuários.

Sabbatini (2007) recomenda que o projeto do edifício especifique a vida útil de projeto para cada uma das partes que o compõe e acrescenta que os subsistemas e elementos do edifício deverão ser detalhados e especificados em projeto, com adequação, de forma que a avaliação de sua vida útil seja possibilitada. E ainda que a durabilidade dos componentes dos subsistemas do edifício seja compatível com a VUP pré-estabelecida para os elementos ou componentes nos quais eles se inserem.

2.1.3 Revestimento

Segundo Fiorito (1994), os revestimentos são constituídos de diversas camadas de materiais diferentes ligadas entre si.

Vários são os fatores que influenciam na escolha do revestimento, entre eles estão: as características do substrato, as condições climáticas e ambientais, os detalhes arquitetônicos e também a aparência, visando o bom desempenho e a durabilidade do revestimento.

Para Dalledone (2007):

Os revestimentos de fachadas, para obras comerciais ou residenciais são definidos desde o início do projeto, porque muitas vezes é esse acabamento que define a "personalidade" da obra. Podemos sugerir da simples pintura, às mais inusitadas texturas, passando por cerâmicas, pastilhas em vidros, resinas, placas de alumínio, aço inox, fibras, pedras, etc. A composição destes elementos com as formas e cores geram infinitas possibilidades. Como determinar o uso específico de cada material exige conhecimentos técnicos das qualidades de cada um, a durabilidade, a manutenção exigida, sempre aliando custos a benefícios.

Os revestimentos representam uma significativa parcela de custo direto de construção e de manutenção das fachadas. Têm como principais funções: proteger o edifício da ação direta de agentes agressivos e regularizar a superfície dos elementos de vedação (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998).

2.1.3.1 Revestimento de argamassa

A NBR-7200 (1998) define argamassas como sendo a mistura de aglomerantes e agregados com água, com a capacidade de endurecimento e aderência.

A sua aplicação deve seguir os padrões recomendados pelas normas tanto em termos de traço como na seleção dos materiais que fazem parte de sua composição (FIORITO, 1994).

São comumente compostas de areia natural lavada e de aglomerantes, que, em geral, são o cimento Portland e a cal hidratada. De acordo com o aglomerante utilizado, podem ser chamadas de argamassas de cal, de cimento ou mista de cal e cimento (GOMES, 2002).

A adição do agregado miúdo às argamassas de cimento barateia o produto e elimina parcialmente as modificações de volume. E sua adição, às argamassas de cal, facilita a passagem de anidrido carbônico do ar e conseqüente solidificação do conjunto (PETRUCCI, 1980).

Para obter-se uma boa qualidade do produto, todos os grãos do agregado miúdo deverão estar completamente envolvidos pela pasta e aderidos a ela, assim como os vazios entre os grãos do agregado devam ser totalmente ocupados por ela. Caso estas condições não sejam atendidas, a resistência da argamassa à tração será baixa, a argamassa será frágil e apresentará grande permeabilidade. É, então, muito importante se observar a dosagem de água, para aderência do aglomerante aos grãos do material inerte, e, para se obter uma boa trabalhabilidade da argamassa (PETRUCCI, 1980).

Bauer, Sousa & Guimarães (2005) consideram que o uso das argamassas de cimento e cal nos revestimentos é conveniente, uma vez que ambos apresentam vantagens. Ele afirma que a aderência e o endurecimento inicial são proporcionados principalmente pelo cimento. E que a trabalhabilidade, a retenção de água e a extensão de aderência são melhoradas pelo uso da cal.

Segundo Petrucci (1980) estas argamassas se classificam em:

- A. aéreas: de cal aérea e gesso;
- B. hidráulicas.

A. Argamassas aéreas

- De cal aérea

Apresentam-se com muito mais coesão do que as de cimento de mesmo traço, por isso necessitam de menos aglomerantes para se obter trabalhabilidade. Retêm a água de amassamento durante mais tempo, e, não devem secar de maneira muito rápida devido à reação do hidróxido de cálcio com o anidrido carbônico do ar, que necessita da presença de água. Sua resistência mecânica é muito baixa, independentemente do traço (5 a 15 kgf/cm² aos 28 dias de idade)¹. A secagem e endurecimento da argamassa de cal provocam uma alteração no volume do material. A diminuição de volume está ligada aos percentuais de água e cal presentes na mistura. Quanto mais elevados estes percentuais, maior será esta diminuição. Ocorrerá o aparecimento de fissuras no caso de a argamassa de cal, ainda em estado plástico, secar muito rapidamente pela ação do Sol e do vento.

É importante considerar as condições da cal antes de sua colocação na argamassa. A cal deve ser completamente extinta para se evitar inchamentos locais ou esfoliações progressivas, devido ao aumento de volume das partes da argamassa ainda não completamente extintas e conseqüentemente não hidratadas. Os defeitos que venham a ocorrer nos rebocos podem ser provocados pela falta de estabilidade de volume da cal ou pela ação do intemperismo (secagem prematura pelo vento seco e quente, molhagem e secagem, congelamento e degelo). A proteção dos revestimentos externos de argamassa de cal é necessária, devido aos danos que a presença da água em lugares onde o seu escoamento é impedido, e que estejam sujeitos a congelamento e degelo, podem provocar. Portanto, a proteção desses revestimentos deve ser realizada com a utilização de telhados bem salientes. Caso contrário, deve-se utilizar argamassa de cal e cimento.

- De Gesso

Devem ser empregadas apenas em revestimentos internos.

B. Argamassas hidráulicas

Este tipo de argamassa, pelas suas características, endurece pela ação da água e é resistente quando imerso nela. As argamassas hidráulicas são preparadas com cimento Portland e quanto mais compactas, mais impermeáveis elas se apresentam.

¹ 1kgf/cm² = 9,8067 x 10 kN/m² (kPa)

O sistema de revestimento com argamassa, segundo Gehbauer, *et al.*(2002), deve seguir as seguintes regras:

- ter boa aderência ao fundo e camadas entre si. A força de aderência deve ser maior que as tensões;
- ser resistente às intempéries e mudanças de temperatura;
- ter elasticidade suficiente em relação ao substrato para permitir a transmissão de pequenas movimentações no sistema de revestimento sem o aparecimento de fissuras visíveis;
- possuir estrutura homogênea em todas as camadas;
- satisfazer às normas de comportamento das argamassas em caso de incêndio;
- haver compatibilidade entre a permeabilidade ao vapor d'água do sistema de revestimento, incluindo a pintura externa, com a da parede e do revestimento interno, para evitar o aparecimento de concentração de umidade no interior da parede, provocada pela condensação de vapores bloqueados pelo emboço, reboco ou pintura externa.

Deve-se ter o cuidado de não aplicar as argamassas de cimento sobre paredes de tijolos cuja resistência à compressão seja menor do que a da argamassa. Essa diferença de tensões entre os materiais pode provocar o aparecimento de fissuras no emboço, sendo desta forma, um caminho fácil para a água da chuva penetrar no interior do tijolo (PETRUCCI, 1980).

Por outro lado, a presença de excesso de agregados com grãos muito finos na argamassa trará inconvenientes no que diz respeito à gelividade, impermeabilidade, resistência mecânica e durabilidade (PETRUCCI, 1980).

Outros materiais também podem ser usados no preparo das argamassas; em algumas regiões, onde a cal é escassa e de preço elevado, usa-se, por exemplo, o saibro, o barro e o caulim (GOMES, 2002).

O tipo de aglomerante a ser empregado é determinado pela destinação das argamassas. Fiorito (1994) exemplifica o seu uso:

- as argamassas de cimento: pela resistência exigível e, sobretudo, pela condição favorável de endurecimento são utilizadas em alvenarias de alicerce; nas alvenarias estruturais ou não, de tijolos ou blocos; para chapisco, pela resistência a curto prazo que apresenta; nos revestimentos em que a impermeabilidade é exigível, como por

exemplo, em caixas d'água e outras obras hidráulicas, ou pisos cimentados, que exigem resistência mecânica e resistência ao desgaste. Não devem ser aplicadas sobre bases de baixa resistência e alta porosidade (concreto leve, celular, blocos e tijolos leves). Secam rapidamente e possuem baixa plasticidade, baixa retenção de água e, conseqüentemente, pouca trabalhabilidade. Para torná-las mais plásticas e facilitar o acabamento, adiciona-se cal;

- as argamassas de cal: são utilizadas para emboço e reboco devido a sua plasticidade, condições favoráveis de endurecimento, elasticidade, e porque oferecem acabamento esmerado, plano e regular. São aplicadas, também, no assentamento de alvenarias de vedação. Possuem pouca resistência mecânica.

As argamassas mistas de cimento e cal são as mais indicadas para revestimentos em argamassa (FIORITO, 1994).

A fim de que os revestimentos de argamassa possam cumprir suas funções técnicas de proteção, vedação e estanqueidade, de regularização, e também contribuir para a função estética da fachada, é importante que apresente um conjunto de propriedades específicas, relativas à argamassa no estado fresco e no estado endurecido (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998). A Figura 5 mostra as principais propriedades da argamassa no estado fresco que resultam nas propriedades no estado endurecido.

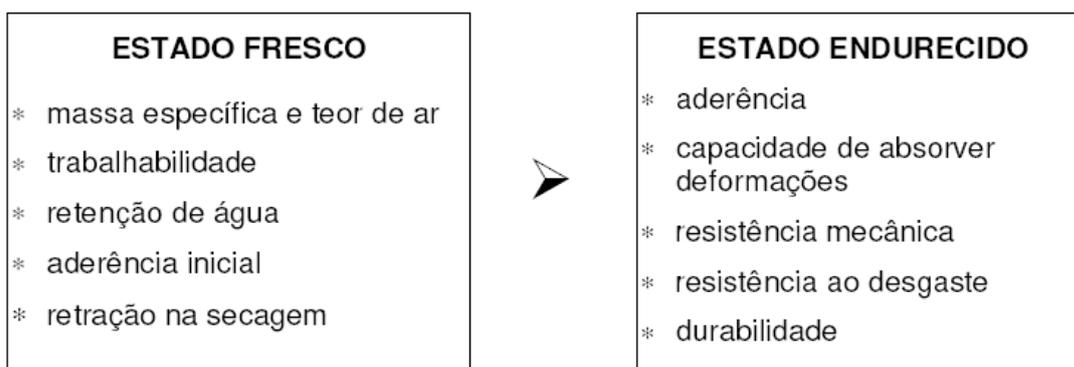


Figura 5 - propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido

Fonte: Maciel, Barros & Sabatini, 1998

Os aglutinantes das argamassas podem ser minerais ou orgânicos, o que confere a elas propriedades diferentes. Aquelas com aglutinantes minerais são subdivididas em grupos segundo seus componentes. Estes grupos seguem a classificação alemã (ver Quadro 4) (GEHBAUER, *et al*, 2002).

Quadro 4 – características e uso do emboço de cal e cimento

Grupo de argamassas	Componentes	Resistência mínima à compressão (N/mm ²)	Adequada para os seguintes substratos	Indicada como
AI a	Argamassa de cal aérea	Para este grupo de argamassa não é feita exigência quanto à resistência à compressão.	Paredes velhas ou novas, de pedra natural ou de tijolo cerâmico com ou sem furos.	Emboço interno ou externo onde não seja necessária grande resistência a intempéries e a esforços mecânicos.
AI b	Argamassa de cal semi-hidráulica (composta de cal e hidrato de cal, possui características semelhantes à cal aérea)	Para este grupo de argamassa não é feita exigência quanto à resistência à compressão.	Paredes velhas ou novas, de pedra natural ou de tijolo cerâmico com ou sem furos.	Emboço interno ou externo onde não seja necessária grande resistência a intempéries e a esforços mecânicos.
AI c	Argamassa de cal auto-hidráulica	1,0	Paredes cuja resistência à compressão seja de no mínimo 2 N/mm ² .	Emboço de ambientes úmidos.
AII a	Argamassa de cal auto-hidráulica	2,5	Paredes de pedra natural ou de tijolo cerâmico com ou sem furos, com resistência à compressão de no mínimo 5 N/mm ² .	Sistema de emboço e reboco semi-impermeável, indicado também como reboco externo de maior resistência a esforços mecânicos.
AII b	Argamassa de cimento e cal	2,5*	Paredes de pedra natural ou de tijolo cerâmico com ou sem furos, com resistência à compressão de no mínimo 5 N/mm ² .	Emboço interno e externo (como reboco externo recomenda-se tratamento impermeabilizante da superfície)
AIII a	Cimento com aditivo de hidrato de cal	10*	Paredes de concreto ou alvenaria de tijolo de grande resistência à compressão	Emboço mais resistente para faixa de parede perto do solo (lado externo) e paredes de subsolo.
AIII b	Argamassa de cimento	10*	Paredes cuja resistência à compressão seja de no mínimo 10 N/mm ² .	Este tipo de argamassa é bastante denso e resistente, praticamente impermeável, pouco elástico e com baixa permeabilidade ao vapor.

* Sistema de revestimento com argamassa hidrófuga em duas camadas.

Fonte: Schönburg, 1983

2.1.3.1.1 Revestimento tradicional ou sistema emboço-reboco

O chamado revestimento tradicional ou “argamassado” é composto por três camadas: o chapisco, o emboço e o reboco (AZEREDO, 1988).

O chapisco ou chapiscado é uma argamassa de aderência e proporciona fixação a outro elemento. Se usado em paredes externas de alvenaria de tijolos comuns, funciona também como “capa ou véu impermeabilizante em certas circunstâncias” (AZEREDO, 1988).

É uma camada áspera e irregular, com espessura máxima de 5 mm, que regulariza a absorção da superfície da base.

O emboço tem a função de regularizar e uniformizar a superfície e corrigir suas irregularidades, prumos e alinhamentos. Atua como uma capa, que se boa, evita a infiltração da água de chuva, no caso de revestimentos externos. Possui um papel importante na estanqueidade da parede (AZEREDO, 1988).

O reboco ou simplesmente “fino” pode ser classificado em dois grupos: o reboco para acabamento de pintura e o sem acabamento para pintura, ou seja, este já é o próprio acabamento, e não recebe cobertura de pintura. É uma camada com textura superficial, suave e regular (AZEREDO, 1988).

O acabamento é a camada final e por estar em constante contato com variações de temperatura e também umidade, é a camada mais solicitada do sistema (DIOGO, 2007).

A Figura 6 ilustra as camadas que fazem parte do revestimento tradicional.



Figura 6 - revestimento tradicional

Fonte: Sabbatini, *et al*, 2006

A NBR 13.749 (1996a) indica as espessuras admissíveis para as camadas de emboço, reboco e massa única, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5 - espessuras admissíveis de revestimento externo e interno para parede

Camada de revestimento	Espessura (mm)	
	Interna	Externa
Emboço	5 a 20	15 a 25
Emboço e Reboco	10 a 30	20 a 30
Camada única	5 a 30	15 a 30

Fonte: NBR 13.749 (1996a)

2.1.3.1.2 Revestimento em camada única (massa única) ou “emboço paulista”

O "emboço paulista" é um revestimento feito com uma só camada que nivela e dá acabamento à parede. É composto por argamassa de cimento, cal em pasta e areia fina peneirada. Desde meados dos anos 80, com a racionalização da produção de revestimento e consequente supressão de camadas, este tipo de revestimento vem sendo utilizado largamente em lugar do revestimento tradicional. É classificado como um revestimento de impermeabilização. Tem a mesma função do emboço e do reboco: a estanqueidade do conjunto parede-revestimento (BARROS, 2002). Garante, simultaneamente, o acabamento e decoração da parede, proporcionando proteção contra os agentes de degradação. Com espessura média de 20 mm, este tipo de revestimento não dispensa o sistema de pintura (BARROS, 2002).

Piovezan & Crescencio (2003) apresentam as modificações ocorridas entre o sistema tradicional e o revestimento em massa única (Figura 7).

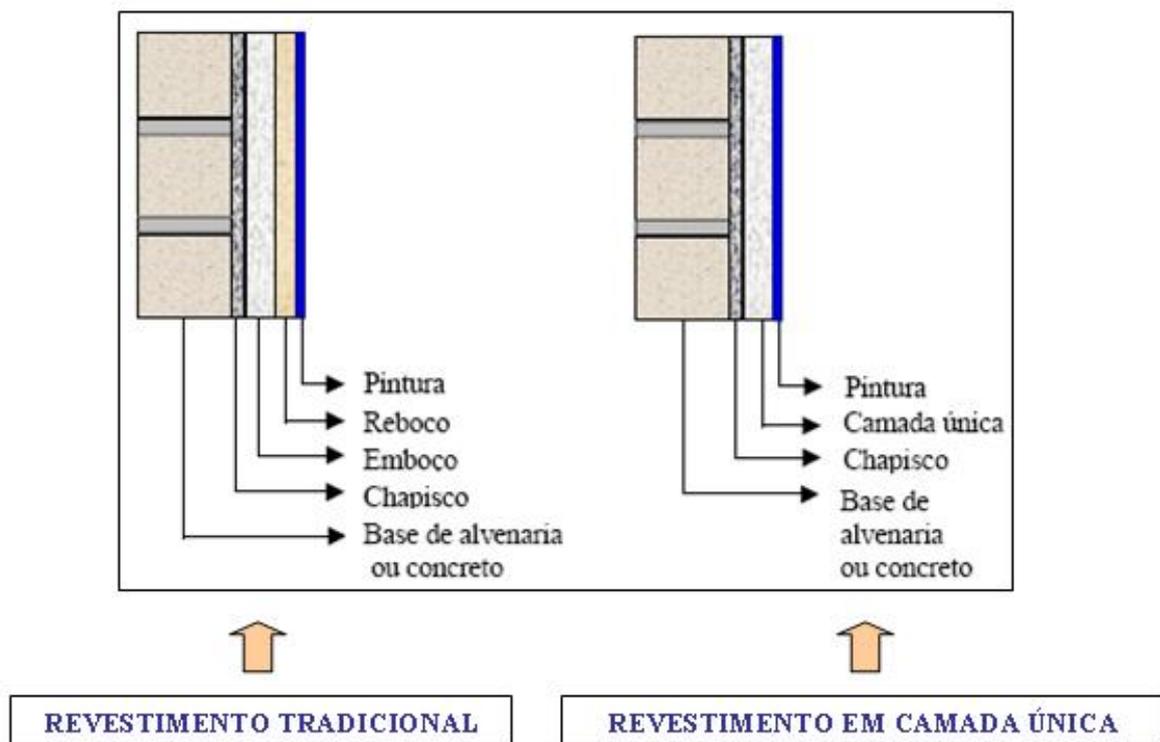


Figura 7 - revestimento tradicional e em camada única
 Fonte: Piovezan & Crescencio, 2003

2.1.4 Alvenaria em bloco cerâmico

Os blocos cerâmicos são elementos construtivos da alvenaria que apresentam furos prismáticos, perpendiculares às faces que os contêm. São blocos que têm como material básico de fabricação a argila.

Em função da qualidade da argila e do processo de produção do bloco, está a qualidade dos blocos cerâmicos (ROMAN, *et al.*, 2000). A NBR 15.270-2 (2005) classifica estes elementos em blocos cerâmicos para alvenaria de vedação e blocos cerâmicos para alvenaria estrutural.

A alvenaria estrutural ou portante, com blocos cerâmicos, é um sistema de construção em que as paredes têm a função de vedação e ao mesmo tempo de absorção dos esforços solicitantes do projeto.

A geometria dos blocos tem influência direta na resistência da parede e suas dimensões nominais estão representadas no Quadro 6.

Quadro 6 - dimensões dos blocos de vedação e portantes

Tipo (cm)	Dimensões Nominais (mm)		
	Largura	Altura	Comprimento
10x20x10	90	190	90
10x20x20	90	190	190
10x20x30	90	190	290
10x20x40	90	190	390
15x20x10	140	190	90
15x20x20	140	190	190
15x20x30	140	190	290
15x20x40	140	190	390
20x20x10	190	190	90
20x20x20	190	190	190
20x20x30	190	190	290
20x20x40	190	190	390

Fonte: ABNT - NBR 15.270-2 (2005)

O bloco cerâmico estrutural, é mais leve que o de concreto, possui a mesma geometria e tem a vantagem de proporcionar um melhor isolamento térmico, no entanto, não alcança os mesmos índices de resistência à compressão. Os blocos cerâmicos são projetados para suportar outras cargas além do próprio peso, e têm como característica básica o furo na vertical (LEGGERINI, 2009).

De acordo com a NBR 7.171 (1992), a resistência mínima à compressão dos blocos, na sua área bruta, deve seguir os valores indicados no Quadro 7, segundo a classificação dos blocos em tipo A, B, C, D e F.

Quadro 7 - resistência à compressão

Tipo		Resistência à compressão na área bruta* (MPa)
De vedação	A	1,5
	B	2,5
Portante	C	4,0
	D	7,0
	F	10,0

Fonte: NBR 7.171(1992)

* A área bruta representa a área de qualquer das faces.

Leggerini (2009) indica algumas propriedades importantes a serem observadas nos blocos cerâmicos, para se obter um adequado desempenho das paredes de alvenaria(Quadro 8).

Quadro 8 - propriedades requeridas dos blocos cerâmicos

<u>PROPRIEDADES DESEJÁVEIS</u>
1. Resistência à compressão
2. Capacidade de permitir boa aderência à argamassa
3. Durabilidade diante de agentes nocivos
4. Resistência à penetração da chuva
5. Uniformidade dimensional
6. Estabilidade dimensional

Fonte: Leggerini, 2009

2.1.5 A tinta

A tinta é uma mistura estabilizada de pigmentos ativos e inertes em uma resina, formando uma película sólida, fosca ou brilhante, cuja finalidade é de proteger e embelezar uma superfície. É utilizada para revestimento de uma superfície ou substrato, dando proteção, e, ao mesmo tempo, efeito estético. É a parte visível do sistema de pintura (UEMOTO, 2002).

As tintas são preparadas para usos específicos (em interiores, exteriores; para alvenarias, madeira, metais, etc.) e promovem uma barreira de proteção contra os agentes do meio ambiente.

O Quadro 9 mostra os principais tipos de tinta com suas propriedades físicas e químicas, e que permite a escolha do sistema de tinta que mais se ajuste às condições existentes da superfície a ser pintada.

Quadro 9 - quadro comparativo geral dos principais tipos de tinta

PROPRIEDADES	TINTAS CALCÁRIAS	TINTAS SÍLICAS DE 2 COMPONENTES	TINTAS SÍLICAS DE DISPERSÃO	TINTAS DE DISPERSÃO (LÁTEX)	TINTAS DE RESINA DE SILICONE
Absorção de água	Alta	Alta (precisa tratamento impermeabilizante)	Média a pouca	Pouca a muito pouca	Impermeável
Permeabilidade ao vapor de água	Muito boa	Muito boa	Boa	Boa a muito boa	Muito boa
Permeabilidade ao CO ₂	Muito boa	Muito boa	Boa	Ruim	Muito boa
Viscosidade de aplicação	Muito ruim	Muito ruim	Boa	Boa	Muito boa
Retração ao secar	Grande	Grande	Pequena	Pequena	Muito pequena
Cobrimto	Muito ruim	Muito ruim	Bom	Muito bom	Muito bom
Valor do pH	12 a 13	12 a 13	12	7 a 9	7 a 8
Tendência ao desbotamento sobre fundo com componentes ferrosos	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente
Pode ser aplicada sobre fundos de baixa salinidade	Não	Não	Não	Não	Sim
Suas propriedades podem ser melhoradas através de	Óleo de linho ou caseína e camada posterior de impermeabilizante	Camada posterior de impermeabilizante	Adição de emulsão de silicone	Camada posterior com selador de siloxan	Desnecessário

Fonte: Uemoto, 2002(modificado)

As superfícies a serem pintadas possuem suas características próprias e nem sempre são compatíveis com os sistemas de pintura existentes. E isto, segundo Uemoto (2002) influi no desempenho da tinta aplicada. Os substratos de minerais porosos são aqueles formados por materiais à base de cimento ou cal (argamassa de cimento, de cal e mista, gesso, reboco, massa fina, concreto, alvenaria, etc.). Possuem características que devem ser levadas em conta quando recém-executados. Apresentam condições impróprias para aplicação da pintura, pois possuem umidade e alcalinidade bastante elevadas, e, a sua alta porosidade e rugosidade, devem ser regularizadas com massa niveladora. Depósitos de sais brancos são formados pela migração de sais presentes nestes substratos, quando em presença de água, e podem alterar a cor da tinta e seus complementos quando aplicados nestas condições.

Também o ataque alcalino, e o aparecimento de eflorescências podem danificar a tinta nas condições já mencionadas anteriormente. O grau de agressividade do ambiente pintado é quem vai definir que tinta deve ser utilizada para os substratos à base de cimento ou cal. As tintas à base de cimento ou cal podem ser aplicadas em substratos constantemente úmidos ou que foram recém-realizados (mal curados) (UEMOTO, 2002).

Segundo Verçoza (1991) a tinta deve apresentar algumas propriedades, a serem observadas no momento da escolha, visando à possibilidade de um bom desempenho:

- aderência à superfície pintada - força de união da película com esta superfície;
- dureza - resistência superficial que a película tem aos riscos;
- cobertura - capacidade que a tinta tem de esconder a cor da superfície pintada;
- resistência à luz – propriedade que tem o pigmento de não sofrer alteração sob a ação das radiações solares, que provocam o enfraquecimento da cor.

2.1.5.1 Sistema de pintura

Sabbatini, *et al.* (2003) definem o sistema de pintura como um conjunto de tintas de fundo (seladores, primers anticorrosivos, fundos preparadores de superfície), massas de nivelamento (massa corrida, massa a óleo, massa para madeira) e tintas (e vernizes) de acabamento, que são formulados a partir de uma mesma resina. Acrescentam que os principais sistemas de pintura utilizados na construção imobiliária são os baseados nas resinas PVAc, acrílicas e alquídicas.

Segundo Sabbatini, *et al.* (2003), a pintura tem duas funções principais: a de proteção do substrato e a função decorativa ou estética. A pintura aplicada exerce a função de camada de sacrifício que evita a degradação precoce do substrato. Quando aplicada sobre revestimentos de argamassa, protege o mesmo contra o esfarelamento e a ação da umidade, diminui a absorção de água e inibe o desenvolvimento de fungos e bolores. Quando aplicada sobre alvenaria aparente, reduz a absorção de água. A sua aplicação altera significativamente o aspecto final do edifício.

Sabbatini, *et al.* (2003) citam alguns cuidados para que se possa garantir o desempenho adequado da pintura:

- respeitar a idade da base, ou seja, o período de cura para aplicação da tinta;
- observar a umidade excessiva do ar (acima de 80%);
- ter cuidado com a temperatura excessiva do ar (acima de 35° centígrados);
- ter cuidado com o vento e a poeira;
- estar atento a emendas de faixas.

E ainda acrescentam alguns requisitos para um desempenho esperado da pintura:

- o sistema de pinturas deve ser adequado às características da base;
- correto preparo da base;
- as tintas, fundos e massas devem ter qualidade compatível;
- adequação dos procedimentos de aplicação.

Sabbatini & Barros (2003) apresentam um quadro sistemático (Quadro 10) para aplicação das tintas, respeitando-se o período de cura para cada tipo de base.

Quadro 10 - período de cura para aplicação de tintas

TIPO DE BASE	TIPO DE TINTA	INTERVALO MÍNIMO
CONCRETO, ALVENARIA, ARGAMASSAS MISTAS	PVA OU ACRÍLICA	30 DIAS
	CIMENTO OU CAL	1 SEMANA
	ESMALTES OU VERNIZES	60 DIAS
	EPÓXI OU BORRACHA CLORADA	BASE SECA (AVALIAR)
ARGAMASSAS DE CAL	PVA OU ACRÍLICA	60 DIAS
MADEIRA	ESMALTES OU VERNIZES	BASE SECA (AVALIAR)

Fonte: Sabbatini & Barros, 2003

Para uma boa escolha do sistema de pintura, Uemoto (2002) afirma que as condições gerais do meio ambiente e de uso são fatores essenciais na sua determinação. Deve-se caracterizar, antes de tudo, o meio ambiente e o tipo de substrato para se especificar o sistema. A autora refere-se às diretrizes da Norma BS 6.150 (1991) para definir o meio ambiente como sendo a atmosfera e as condições de uso ou serviço às quais será exposta a superfície pintada.

Para Uemoto (2002), o meio ambiente deve ser classificado segundo o regime de chuvas e o grau de agressividade da atmosfera ao redor da superfície da edificação. A autora divide o meio ambiente em duas zonas: o ambiente interno, caracterizado de acordo com o tipo de ocupação (área seca e úmida), e o externo, caracterizado conforme o grau de agressividade atmosférica e condições climáticas.

Os índices de chuva e temperatura ao longo do ano na cidade do Recife são bem variados. Observa-se, na Figura 8, que, nos meses de outubro, novembro e dezembro, o índice

pluviométrico é bastante reduzido. Da mesma forma que os meses de janeiro e setembro, ainda mostram uma baixa precipitação.

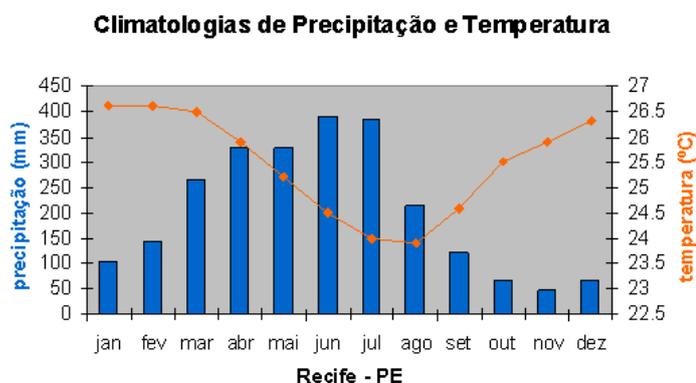


Figura 8 - variação das chuvas e das temperaturas médias em Recife

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2008)

O Quadro 11 mostra o grau de agressividade a que estão expostos os ambientes externos e internos de uma edificação e define as características inerentes a cada ambiente, segundo Uemoto (2002)

Quadro 11 - classificação do grau de agressividade (adaptada da Norma BS 6150)

Grau de agressividade		Ambiente externo	Ambiente interno
Fraco		Área afastada da orla marítima (mais de 10 km), não industrial e com regime de chuva médio	Ambientes secos, ventilados, de edifícios residenciais e comerciais
Moderado	1	Área próxima à orla marítima, urbana ou semi-industrial, com regime de chuva médio	Ambiente com possibilidade de condensação de umidade, como cozinhas e banheiros, ou com pouca necessidade de limpeza de superfície
	2	Área afastada da orla marítima, urbana ou semi-industrial, com poluição atmosférica média, mas afastada de fontes de poluição	
Intenso	1	Área dentro da orla marítima (até 3 km), não industrial, com regime de chuva intenso	Ambiente frequentemente submetido à umidade e condensação elevada ou com necessidade de limpeza frequente das superfícies
	2	Área industrial, com poluição atmosférica elevada	
Muito intenso		Área dentro da orla marítima (até 3 km) e com elevada poluição atmosférica	Ambiente industrial e/ou com umidade e condensação elevadas

Fonte: Uemoto, 2002

É de fundamental importância para a estanqueidade das fachadas do edifício o estudo do fluxo de ar (vento) combinado com a incidência de chuvas, uma vez que a água associada ao vento ativa o processo de degradação dos materiais construtivos. A atmosfera brasileira é agitada, constantemente, por ventos regulares os quais se deslocam dos trópicos para a região equatorial. Tais ventos provocam chuvas ora na Região Norte, ora na Zona da Mata do Nordeste e, às vezes, na Região Centro-Oeste. Ventos periódicos, como as brisas, ocorrem nos litorais, e são frequentes ao longo de toda a extensa orla litorânea. A Figura 9 ilustra os fluxos de ar e de chuva sobre a fachada do edifício, e salienta os pontos de grande incidência das chuvas.

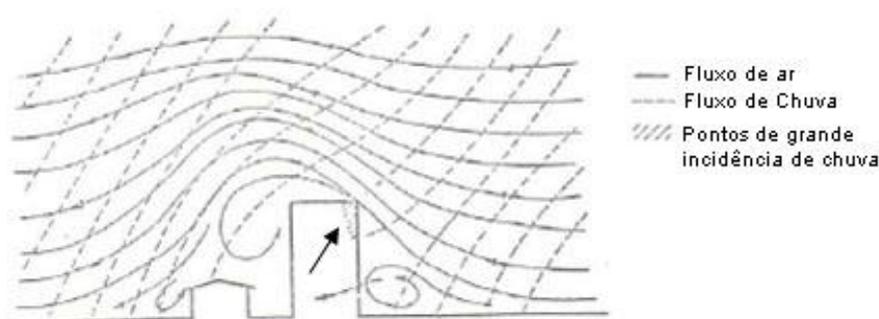


Figura 9 - incidência da chuva sobre a fachada

Fonte: Bauer, 1988

Uemoto (2002) sugere evitar a incidência direta da chuva nas fachadas, através do uso de platibandas, com frisos e pingadeiras, para facilitar o escoamento da água e introduzir detalhes que evitem concentrações de água de chuva e permitam a dissipação de filmes de água que se formam nas superfícies.

A Figura 10 ilustra esquema de pingadeira sob saliência na fachada, cuja função é de interromper o fluxo de água de chuva sobre as superfícies verticais.

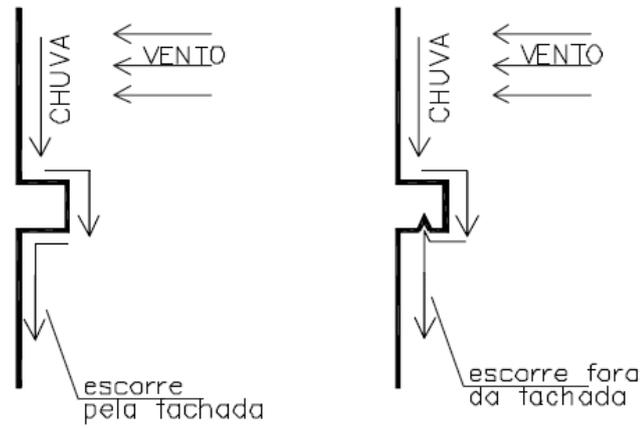


Figura 10 - esquema de pingadeira
 Fonte: Oliveira & Sabbatini, 2003

As Figuras 11 e 12 mostram a influência da geometria e dimensões das saliências no grau de dissipação da água de chuva no corpo da parede.

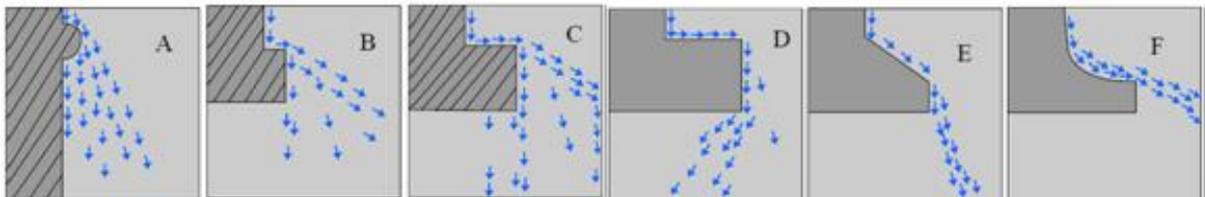


Figura 11 - efeito das saliências nas superfícies dos edifícios
 Fonte: Perez, 1988

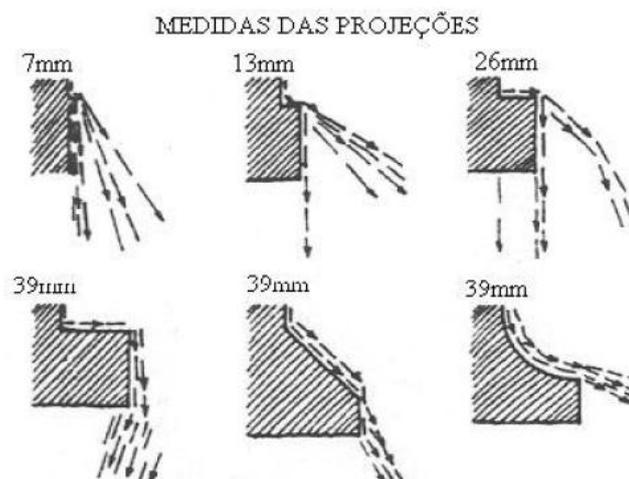


Figura 12 - medidas das projeções nas superfícies das paredes

Fonte: Perez, 1988

A concentração do fluxo de água nas laterais da parede é outro aspecto que deve ser considerado. Segundo Consoli (2006), este efeito provoca o acúmulo de umidade e consequentes manchas na fachada. A Figura 13 mostra o referido problema.

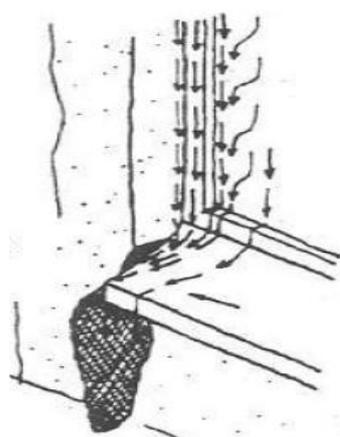


Figura 13 - mancha de umidade nas laterais da parede

Fonte: Consoli, 2006

2.2 PATOLOGIAS

O termo “patologia” vem do grego e significa “estudo das doenças”. Trazido da Medicina, é usado em diversas áreas como é o caso da Engenharia Civil, que trata a edificação como um organismo vivo, o qual interage com o meio ambiente e o usuário (QUEIROZ, 2005).

Quando o desempenho da edificação é ameaçado ou comprometido, a anomalia caracteriza uma doença, moléstia ou enfermidade. É necessário, para que se entenda ou diagnostique a enfermidade, que se conheçam suas formas de manifestação, ou seja, seus sintomas, seus processos de surgimento (mecanismos), os agentes que provocam estes processos (causas) e em que etapa da vida da estrutura surgiu a predisposição a esses agentes (as origens). A patologia, então, pode ser definida como o estudo das enfermidades sob quatro aspectos (PIANCASTELLI, 2008):

1. os sintomas – são as manifestações detectáveis;
2. os mecanismos – são os processos de surgimento;
3. as causas – são os agentes desencadeadores;
4. as origens – são as etapas de predisposição.

O diagrama da Figura 14 representa, de forma sistemática, a definição de patologia dada por Piancastelli.

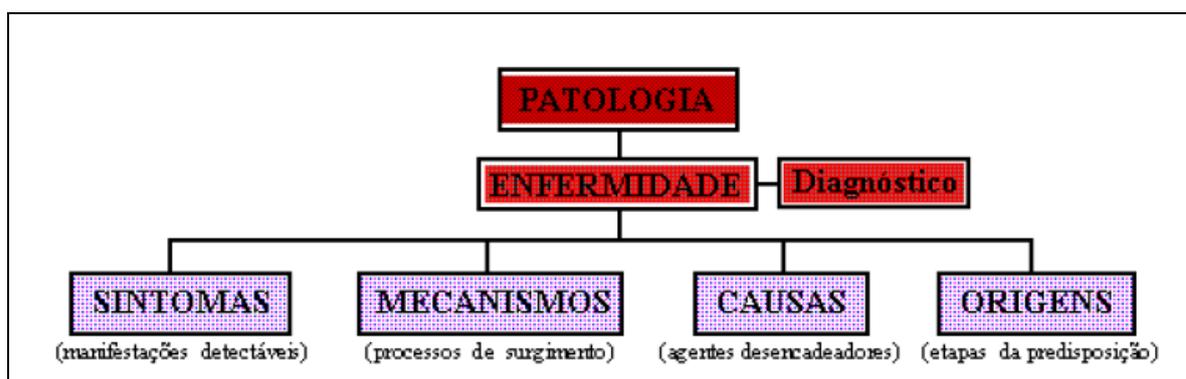


Figura 14 - diagrama de definição de patologia

Fonte: Piancastelli, 2008

O autor cita como exemplo de aplicação para este diagrama a ruptura de uma viga de concreto armado, e utiliza as etapas do diagrama para categorizar seu processo:

- sintoma: armadura exposta, fissuras e deformação excessiva;
- mecanismo: corrosão eletroquímica por perda de alcalinidade do meio;
- causa: ataque à armadura da viga;
- origem: falhas do projeto.

O aparecimento de patologias é bastante favorecido pelas modernas características construtivas que levam a construir com o máximo de economia. O fato de se ter um conhecimento mais avançado e profundo dos materiais e técnicas construtivas, favorece a redução do consumo dos materiais, trazendo como consequências um aumento na probabilidade de aparecimento das patologias é previsível pela estatística o aparecimento cada vez mais frequente de defeitos em edifícios, pelo fato de que quanto mais prédios são construídos, maiores são as probabilidades de defeitos surgirem.

Grunau, citado por Helene (1992), atribui os problemas patológicos ao projeto (40%), à execução (28%), aos materiais (18%), ao mau uso (10%) e ao mau planejamento (4%). A Figura 15 ilustra esta estatística.

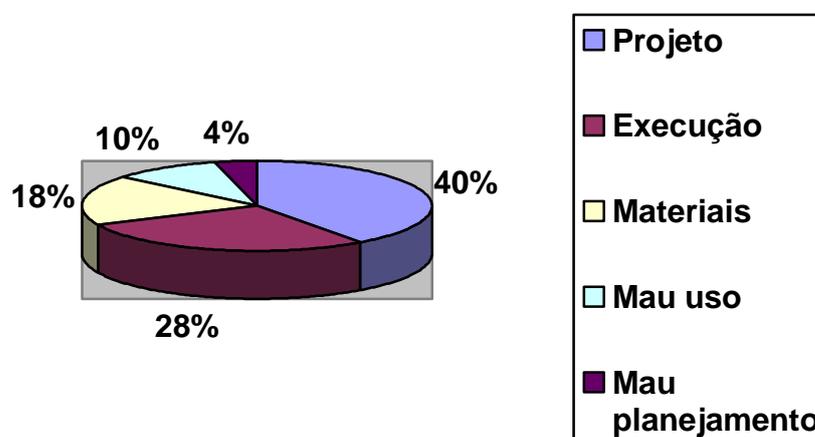


Figura 15 - principais causas dos problemas patológicos (1)
 Fonte: Verçoza, 1991 (adaptado)

O *Centre Scientifique et Technique de la Construction* - Bélgica (VERÇOZA, 1991) apresentou a seguinte estatística para 1800 problemas patológicos pesquisados: 46% com origem no projeto, 22% em falhas de execução, 15% tinham origem nos materiais

empregados. Os 17% restantes são divididos entre outros problemas não especificados pelo autor (Figura 16).

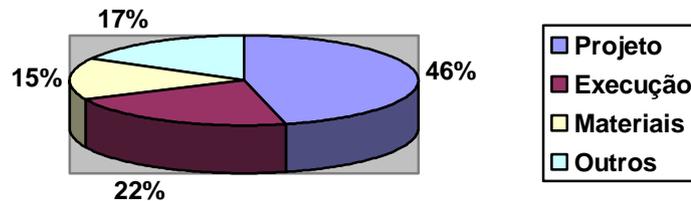


Figura 16 - estatística das principais causas dos problemas patológicos (2)
Fonte: Verçoza, 1991

Entretanto, Verçoza (1991) cita os pesquisadores Antônio Carmona Filho e Arthur Marega, da Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado (FEFAAP), São Paulo, que distribuem as causas dos problemas patológicos de outra forma: 52% são devidos a defeitos de execução, 18% de projeto, 14% defeitos de uso, 6% defeitos dos materiais e 10% outros (Figura 17).

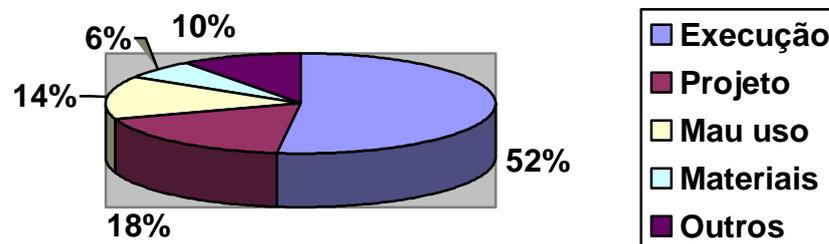


Figura 17 - principais causas dos problemas patológicos (3)
FONTE: Verçoza, 1991 (adaptado)

Da mesma forma, Thomaz, *et al.* (2004), observam que em levantamentos realizados em 10 conjuntos habitacionais na cidade de São Paulo, a maior parte dos problemas patológicos é proveniente de falha de execução e de projeto, e a minoria por falha de uso, de manutenção e falta de qualidade dos materiais utilizados, como mostra a Figura 18.

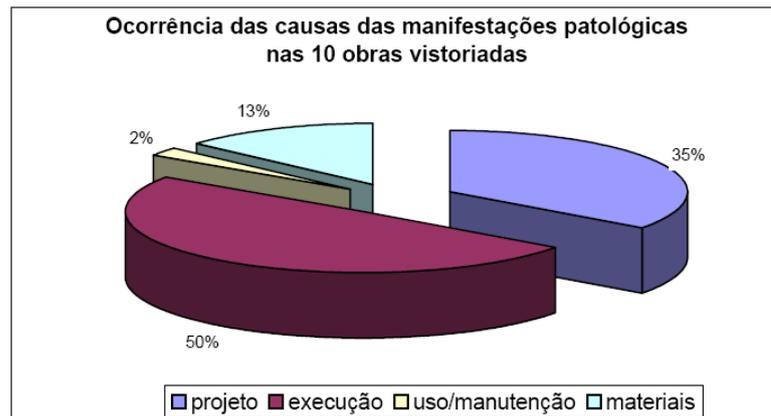


Figura 18 - percentual das principais manifestações patológicas
 Fonte: Thomaz, *et al.*, 2004

2.2.1 Causas das manifestações patológicas em argamassa de revestimento

Para Cincotto (1988), várias são as causas das manifestações patológicas presentes nas argamassas de revestimento. Podem ser classificadas em cinco grupos.

1. Decorrentes da qualidade dos materiais utilizados

- Agregados - a existência de impurezas presentes na areia natural, especialmente a quartzosa, tais como aglomerados argilosos, pirita, mica, concreções ferruginosas e matéria orgânica, é altamente prejudicial.
- Cimento - A finura do cimento é responsável pelo equilíbrio dos níveis de retração por secagem. O teor de finos influencia na retração por secagem.
- Cal - Deve-se observar a extinção completa da cal virgem em fábrica, ou durante o amassamento em obra, para que não ocorra um aumento de volume no revestimento aplicado, gerado pelo retardo de hidratação da cal não totalmente extinta.

2. Decorrentes do traço da argamassa

- O emboço, ou camada de regularização do substrato, é extremamente rico em cimento, como na proporção de 1:2 (aglomerante e areia). A proporção inadequada entre a areia e a cal provoca uma baixa resistência da argamassa, resultando numa argamassa magra e de pouca aderência ao substrato.
- Problemas ainda podem advir de uma deficiente carbonatação da cal quando da execução de camadas espessas.

3. Decorrentes do modo de aplicação do revestimento

- Falta de aderência do revestimento à base.
- Camadas muito grossas da argamassa de revestimento que dificultam a movimentação estrutural pelo emboço e provocam a carbonatação do reboco.
- Alisamento exagerado do reboco criando uma película de carbonato sobre o mesmo, o que impede seu endurecimento uniforme.
- Descumprimento do tempo de secagem e endurecimento do emboço.

4. Decorrentes do tipo de pintura

- A aplicação prematura de tintas a óleo, à base de borracha clorada e epóxi, que formam camada impermeável sobre a superfície aplicada, não promove resistência ao reboco pelo fato de não permitir uma boa carbonatação no mesmo.

5. Decorrentes de causas externas ao revestimento

- A umidade especialmente provocada pela ação da água, que se infiltra nos alicerces, nas lajes mal impermeabilizadas, e pela presença de argamassas de assentamento magras na alvenaria.
- As reações químicas provocadas pelos componentes da argamassa, pelos compostos do cimento, tijolos ou blocos de alvenaria, atuando como agentes de expansão das argamassas de assentamento.

Segat (2005) organiza as causas das manifestações patológicas anteriormente citadas em forma de diagrama, como mostra a Figura 19.

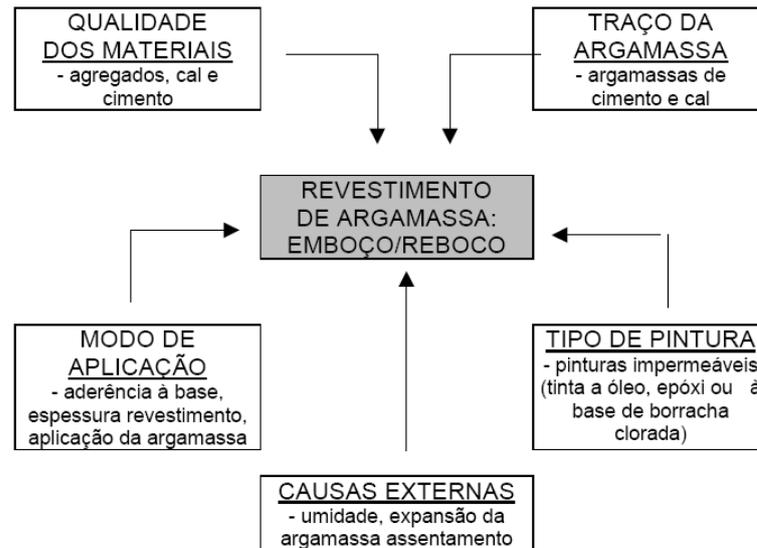


Figura 19 - causas das manifestações patológicas (revestimentos de argamassa)

Fonte: Segat, 2005

2.2.1.1 Manifestações patológicas na argamassa

Verçoza (1991) considera que as anomalias mais comuns dos rebocos são as eflorescências, os descolamentos, o bolor, as fissuras e as vesículas. Os defeitos de execução, como por exemplo, falta de prumo, saliências, furos, irregularidades de superfície e outros, também entram neste rol de anomalias. Bauer (1997) acrescenta ainda, as manchas provenientes da umidade e poluição atmosférica, corrosão mecânica e química, provocadas por substâncias agressivas.

2.2.1.1.1 Eflorescências

Verçoza (1991) define as eflorescências como formações salinas causadas por sais de cálcio, de sódio, de potássio, de magnésio ou de ferro na superfície dos materiais e que, muitas vezes, já são parte integrante do material de construção. O material dissolvido pela

água de umidade aflora à superfície do reboco fissurado, evapora e ali se deposita formando as manchas. O autor afirma que o alto teor de salinidade nos materiais provoca, com a presença de umidade, a dissolução desses sais e sua migração, com a ajuda da água, para a superfície dos rebocos, onde se cristalizam. Este processo de dissolução e cristalização gera aumento de volume no sal, provocando a deterioração do material onde está depositado. Quando esta cristalização se dá no interior do material o fenômeno é chamado de criptoflorescência, e quando no exterior, chama-se eflorescência. Elguero (2004) indica que a criptoflorescência é um florescimento escondido. É o florescimento de sais ou cristais no interior da massa. A criptoflorescência pressiona a peça de dentro para fora até que ela se rompa. Podem ser formadas nas rachaduras das alvenarias. Os sais mais frequentes encontrados na criptoflorescência são os sulfatos, os nitratos e os cloretos (NAPPI, 1996).

Barros, *et al.* (1997), relacionam a absorção e permeabilidade das argamassas com a manifestação da eflorescência. Os vazios presentes na argamassa ajudam a conduzir o fluxo de água que, por capilaridade ou pressão, arrasta substâncias agressivas do substrato e transporta sais solúveis do material. Ressalta ainda que o Cimento *Portland*, utilizado como aglomerante nas argamassas, provoca eflorescência nos revestimentos e que, desta forma, deve ser minimizado o seu uso.

Fiorito (1994) afirma que para o fenômeno vir a existir é necessária a presença de água, além de sais solúveis e pressão hidrostática que ajuda na migração desses sais para a superfície.

Segundo Uemoto (1988), os tipos mais comuns de eflorescências nos revestimentos de alvenaria são:

- Manchas brancas pulverulentas, com aspecto de nuvem ou véu (TIPO I)

São normalmente causadas por sulfatos de sódio, de potássio, cálcio ou magnésio, carbonatos de sódio e de potássio. São solúveis em água, mas não desagregam o material, porém podem provocar descolamento da pintura se a umidade não atravessar a pintura e se acumular na interface alvenaria/pintura. Os sais solúveis também já podem fazer parte dos materiais (tijolos e cimento) ou se originar de reações químicas com outros materiais (compostos dos tijolos com o cimento; água de amassamento; dos agregados; substâncias contidas em solos adensados e contaminados por produtos químicos e poluição atmosférica). O autor afirma que este tipo de eflorescência não é prejudicial à alvenaria e somente modifica o aspecto estético.

- Manchas brancas escorridas (TIPO II)

São depósitos de sal na cor branca, muito aderentes e pouco solúveis em água. Quando em contato com o ácido clorídrico, apresentam efervescência. Este sal é o carbonato de cálcio formado pela reação do hidróxido de cálcio (cimento) com o anidrido carbônico (ar), resultando em carbonato de cálcio e água. No processo de hidratação do cimento ocorre a liberação da cal, que em presença da água de chuvas ou de infiltração de umidade, é dissolvida e depositada na superfície das fachadas. Com a evaporação da água, em presença do anidrido carbônico do ar, a cal se transforma em carbonato de cálcio. Normalmente, estes depósitos de sal são encontrados próximos a elementos de concreto, ou sua superfície, e sobre superfícies de alvenaria. Apresentam apenas um efeito estético negativo à superfície, e não oferecem qualquer perigo à estabilidade da alvenaria. São muito difíceis de serem removidos.

- Depósito de sal branco entre juntas de alvenaria aparente (TIPO III)

Este tipo aparece quando a alvenaria aparente se apresenta fissurada pela expansão da argamassa de assentamento, e ocorre pela exposição ou não das fachadas à chuva. Resulta da reação entre o sulfato de cálcio e um aluminato de cálcio hidratado do cimento. O sulfato de cálcio responsável pelo fenômeno pode ter origem no tijolo ou na reação entre os sulfatos de sódio e potássio com a cal do cimento.

2.2.1.1.2 Descolamentos

Este fenômeno acontece quando a argamassa é muito fraca, ou seja, contém pouco aglomerante, não sendo suficiente para colar todos os grãos de agregado, provocando um desagregamento em grãos ou esfarinhamento em pó, do reboco. Verçozza (1991) salienta que se reconhece um descolamento pelo som cavo ao se bater no reboco. E que na medida em que o mesmo aumenta vão surgindo fissuras, que na fase mais adiantada provocam a queda desta camada de revestimento.

Por outro lado, Verçozza (1991) acrescenta que, se a argamassa é muito rica, também pode haver descolamento, pelo fato de haver muita retração na secagem. A retração pode ser mais forte que a ancoragem (adesividade aos tijolos) e o reboco se descola. Aparecem as

fissuras típicas de secagem prematura com placas muito duras. É um descolamento que só surge nas primeiras idades.

Da mesma forma, quando o reboco é muito grosso, a força de aderência não é suficiente para aguentar o peso do revestimento, que tende a se descolar. O revestimento não deve ultrapassar os quatro centímetros de espessura, devendo-se limitar a dois centímetros. Para o reboco de argamassa de cimento a retração hidráulica é mais forte quanto mais grossa é a camada aplicada. No caso da argamassa de cal existe uma demora em carbonatar as camadas mais internas que permanecem ainda plásticas, e esta situação é mais acentuada quanto mais espessa for a camada de reboco (VERÇOZA, 1991).

Segundo Bauer (1991), o descolamento pode se apresentar em placas, por empolamento ou com pulverulência. O descolamento com empolamento ocorre nas camadas com maior proporção de cal. O reboco se destaca do emboço formando bolhas, cujo diâmetro aumenta progressivamente. A presença de óxido de magnésio não hidratado poderá também produzir a expansão da argamassa e empolamento do revestimento.

As placas de revestimento de argamassa que se descolam abrangem normalmente o reboco e emboço, e a ruptura ocorre na ligação entre essas camadas e a base da alvenaria. As causas dessas anomalias geralmente estão relacionadas com a falta de aderência à base e a tensões elevadas de tração entre a base e o revestimento (BAUER, 1991).

O descolamento com pulverulência acontece devido à desagregação da camada de reboco, e uma de suas principais causas é o tempo insuficiente de carbonatação da cal presente na argamassa (BAUER, 1991).

Bauer (1997) ainda acrescenta outras causas para este tipo de descolamento:

- excesso de materiais pulverulentos no preparo das argamassas;
- hidratação inadequada do cimento da argamassa;
- tempo de estocagem ou estocagem inadequada, comprometendo a qualidade da argamassa;
- utilização de argamassa contendo cimento e adição de gesso, ocasionando uma reação expansiva pela formação de etringita;
- argamassa utilizada após prazo de uso;
- emprego de adições substitutas de cal hidratada;
- pintura realizada antes de ocorrer a carbonatação da cal da argamassa;
- proporcionamento inadequado de aglomerante agregado;

- pouca presença do gás carbônico no local da lesão.

Para Verçoza (1991), os descolamentos podem ser provocados:

1. pela pressão da água de infiltração de uma face à outra da parede;
2. pela presença de magnésio na cal, formando bolsões no reboco;
3. por depósitos de eflorescências entre o tijolo e o reboco;
4. pela presença de mica na areia;
5. pela falta de chapisco;
6. pela falta de porosidade do tijolo e sua pouca aderência;
7. pela cal variar de volume devido à mesma não ter sido transformada em hidróxido, antes de sua carbonatação.

Para Miranda (1994), o uso do chapisco é importante devido às suas características básicas, tais como seu alto teor de cimento, elevada granulometria, pouca espessura de aplicação, proporcionando ao substrato uma maior rugosidade e conseqüentemente um grau mais elevado de aderência. Vale destacar que o chapisco também funciona como capa ou véu impermeabilizante em determinadas situações, como por exemplo, seu uso em paredes externas de alvenaria de tijolo comum, onde o impacto das intempéries é muito forte.

2.2.1.1.3 Bolor/Mofo/Fungos

É a proliferação de microorganismos, tais como fungos, algas e outros grupos de seres vivos que aparecem sobre a superfície úmida mal ventilada ou mal iluminada. Pela falta de clorofila nos fungos, suas raízes, chamadas micélios, fazem sua decomposição e espalham enzimas que atacam o material, queimando-o como ácido, e dando-lhe uma cor escura próxima à preta. Em conseqüência, surgem manchas e, posteriormente, desagregação da superfície pela pressão provocada pelas raízes entre os grãos e poros. Alguns tipos de fungos provocam manchas em cores diferentes da preta, como é o caso da mancha na cor esverdeada, branca, avermelhada, etc., devido ao tipo de reação química ou pela deposição dos esporos, que são as sementes dos fungos, ou pela própria cor do fungo, quando este é visível. Os fungos preferem as bases orgânicas, as frestas e fissuras, pelo fato do ambiente ser mais aconchegante para sua proliferação (VERÇOZA, 1983).

Barros, *et al.* (1997), acreditam que três fatores são condicionantes para o aparecimento desses microorganismos: a água absorvida por eles, que é utilizada para seu próprio desenvolvimento; a temperatura, que é essencial para sua proliferação, e a própria umidade, que favorece o seu acúmulo nas superfícies dos edifícios.

O bolor provoca a decomposição dos componentes das edificações. Secretam enzimas e estas quebram moléculas orgânicas complexas que são assimiladas e usadas no desenvolvimento dessa anomalia. Conforme Alucci, Flauzino & Milano(1988), a composição química do substrato influencia no desenvolvimento do fungo, germinação e infecção da superfície.

Os autores ainda acrescentam dois outros fatores que influenciam no aparecimento destes organismos:

- meios ácidos, que permitem um bom desenvolvimento dos fungos, e algumas espécies crescem em meios com pHs pouco superiores a 7;
- a composição química do substrato é fundamental para o sucesso da germinação e infecção da superfície na qual o esporo (semente) se deposita.

2.2.1.1.4 Fissuras

Sabatini & Barros (1990) definem as fissuras como aberturas de menos de 0,5mm de espessura. Aberturas com dimensões iguais ou maiores que 0,5mm, chamam-nas de trincas.

Ribas & Casademunt (2002) acrescentam uma nova categoria às fissuras: a das microfissuras, aberturas inferiores a 0,2mm. Considera que as fissuras se encontram entre 0,2 e 2,0mm e que as gretas são aberturas maiores que 2,0mm.

Verçoza (1991) trata as fissuras como uma consequência de outros defeitos tais como rachaduras nas paredes ou descolamentos do reboco. Se a parede trinca, o reboco também acompanha, separa-se da parede e se quebra na zona de tração ou flexão. Formam-se, então, fissuras na direção horizontal.

Quando, no assentamento das alvenarias, as paredes são rebocadas antes que a argamassa de assentamento seque, provoca uma redução na altura da parede, por causa da redução na velocidade de evaporação da água da argamassa, fazendo com que o reboco já

seco venha a ser esmagado. Quanto mais espessas forem as juntas de assentamento, mais elevado será o efeito (VERÇOZA, 1991).

Existem também as fissuras originárias do próprio reboco. Apresentam-se em formas irregulares, em linhas finas mapeadas ou como teia de aranha. Esta é uma característica comum que aparece quando a argamassa se expande ou se retrai na fase de endurecimento. A sua expansão é ocasionada pela presença do magnésio na cal ou quando esta não foi bem extinta. No caso da retração, a argamassa seca rapidamente, provocando o aparecimento de trincas. Quanto mais rico for o traço da argamassa, mais pronunciado será o defeito (VERÇOZA, 1991).

Thomaz (1989) afirma que a principal causa de fissuras em argamassas de revestimento de fachadas é a retração de secagem, em função de dosagem inadequada, base excessivamente absorvente, aplicação do revestimento em dias com muito Sol e/ou muito vento. Em situações excepcionais (geadas, por exemplo) poderão ocorrer fissuras por movimentações térmicas e, também, por movimentações higroscópicas, no caso de falhas no sistema de pintura das fachadas. A retração de secagem, além dos itens acima, é muito aumentada pela composição de argamassa com material silto-argiloso (caulim, saibro, areia de estrada, arenoso etc.).

Segundo Sabatini & Barros (2003), a composição granulométrica excessivamente fina da argamassa de construção, ocasiona fissuras mapeadas de retração na secagem. Da mesma forma, a secagem rápida da argamassa e a sua retração por excesso de água e elevado teor de finos, também provocam o aparecimento desse fenômeno.

Segundo Scartezini (2002), retração é definida como um fenômeno físico que ocorre com os materiais a base de cimento. O volume do material no estado plástico diminui com as condições de umidade do sistema. O aparecimento das fissuras tem ligação direta com os compostos de cimento e pode, além de afetar a estética, afetar a durabilidade do revestimento.

Segundo Thomaz (1989), em um produto preparado com cimento, podem existir três formas de retração:

1. retração química: ocasionada pela reação do cimento com a água quimicamente combinada, em cerca de 30% de seu volume original;
2. retração por secagem: devido à quantidade excedente de água utilizada na preparação da argamassa, que por se encontrar livre no interior da mesma, gera forças capilares semelhantes à compressão isotrópica da massa. Leal (2002) afirma que a aplicação da argamassa sobre base extremamente seca, a perda de água por insolação excessiva, e o

uso de areia contaminada com material silto-argiloso, são as causas principais da retração por secagem;

3. retração por carbonatação: referente à cal hidratada adicionada à massa ou liberada pelas reações de hidratação do cimento, a qual reage com o gás carbônico presente no ar, formando o carbonato de cálcio e consequente redução do volume do cimento.

Acrescenta-se a essas formas de retração, a hidráulica e a térmica. A hidráulica é ocasionada pela perda de água durante a mistura da argamassa, ocasionando uma heterogeneidade na reação do cimento, ou seja, algumas das partículas de cimento podem não reagir pela falta da água que evaporou durante a mistura da argamassa, resultando em fissuras. Já a retração térmica é devida aos diferentes comportamentos dos materiais que compõem a argamassa (cimento, areia, cal, água e aditivos), frente a diferentes níveis de temperatura (aquecimento e resfriamento), ou seja, um material tende a retrair e dilatar mais que o outro, gerando fissuras no conjunto (SABBATINI, 1986).

Paredes sem revestimento são mais permeáveis do que aquelas revestidas e podem tornar-se rapidamente saturadas quando sujeitas à ação da chuva (SABBATINI, 1986). Por isso, fissuras com aberturas maiores que 0,1 mm no revestimento podem permitir a passagem de água que alcança a alvenaria. A água na alvenaria pode passar pelos blocos, dependendo de sua permeabilidade e capilaridade, mas seu caminho preferencial é através das próprias juntas de argamassa ou das eventuais fissuras existentes nas interfaces bloco-argamassa. Assim sendo, para garantir a estanqueidade, as alvenarias devem ser projetadas preferencialmente com revestimento, sem fissuras sistêmicas, evitando assim que a água alcance o tijolo (SABBATINI, 1986).

2.2.1.1.5 Vesículas

Verçoza (1991) define as vesículas como descolamentos pontuais isolados no reboco. Esses pontos em forma de cratera de no máximo 7 cm de diâmetro, geralmente são devidos à criptoflorescência, já mencionada anteriormente. Podem ser causadas pela presença de magnésio na cal ou pelo depósito de eflorações entre o tijolo e o reboco.

Bauer (1997) aponta a presença de impurezas presentes na areia quartzosa utilizada como agregado, tais como a pirita, a mica, aglomerados argilosos, matéria orgânica e concreções ferruginosas, como causas do aparecimento de vesículas. Elas são reconhecidas por apresentarem um ponto escuro de argila no fundo da cratera; por um ponto branco, pela presença do magnésio e hidratação retardada do óxido de cálcio da cal; por um pardo-escuro, quando existir matéria orgânica na mistura da argamassa.

A presença de resíduos metálicos (ferrugem) pode causar vesículas. E mais raramente as vesículas podem aparecer quando a cal da argamassa for levada ao reboco antes de sua total extinção, resultando normalmente em descolamento e fissuras, mas, às vezes, pode-se apresentar por vesículas mesmo, como um ponto branco no fundo da cratera (VERÇOZA, 1991).

2.2.1.1.6 Outras Manifestações Patológicas

a. Fantasmas ou Espectro de juntas

Logeais (1989) define “fantasmas” ou espectro de juntas como o desenho de linhas de juntas horizontais e verticais no revestimento. Segundo o autor, a termoforese, que é o fenômeno físico onde há depósito diferencial de poeiras na superfície da parede, é a causa mais frequente para esta aparição. Existem fantasmas interiores e exteriores. Os interiores têm origem nas pontes térmicas constituídas pelas juntas; os exteriores ocorrem devido às diferenças de temperatura sobre a face do revestimento no período de secagem, uma vez que a base de aplicação do revestimento é heterogênea, pois é constituída pelas juntas da argamassa e componentes da alvenaria, os quais possuem diferentes coeficientes de absorção de água secando com velocidades variadas.

Afirma ainda esse autor, que sem diferenças de espessura no revestimento ou o conjunto junta-alvenaria, apresentando o mesmo coeficiente de absorção, não haveria o fenômeno de aparição dos fantasmas. Ressalta também que o aumento da espessura da camada de revestimento, o aumento do tempo de cura entre os diversos passos de aplicação do revestimento, juntamente com o chapiscamento da base, são fatores favoráveis ao não aparecimento do fenômeno.

A NBR 13.749 (1996) - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - recomenda espessuras de revestimento de fachada com argamassa convencional de 20 a 30 mm.

Os espectros ou fantasmas ainda podem estar relacionados à presença de fissuras nas juntas de alvenaria e entre estas e a estrutura, por causa de sua absorção capilar (BARROS; CRESCENCIO, 2005)

b. Manchas de Fachadas por Contaminação Atmosférica

O recobrimento dos revestimentos externos das edificações pelo pó, pela fuligem e por partículas contaminantes é muito comum em médias e grandes cidades. A poluição atmosférica é o principal responsável por este fenômeno e pode ter como causa: poluentes naturais e biológicos, e resíduos provenientes de indústrias. Os primeiros incluem compostos de substâncias animais, vegetais e minerais. Já os resíduos químicos e industriais são provenientes da emissão das indústrias de elaboração de produtos semimanufaturados ou matérias-primas; da combustão industrial e doméstica de todos os tipos de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos; da combustão dos motores dos veículos, especialmente os a diesel.

Os fatores que influenciam o manchamento das superfícies são a adesão das partículas contaminantes às superfícies verticais, que acontece segundo a natureza do material do substrato e de acordo com as condições ambientais (CRESCENCIO, 2003).

Petrucci (1980) afirma que existe uma interação entre as condições ambientais, definidas por ele como fatores extrínsecos à edificação e os materiais de revestimento e a geometria da fachada, que o autor denomina de fatores intrínsecos à edificação. Dentre as condições ambientais se encontram o vento e a chuva, que são os fenômenos meteorológicos com maior influência no manchamento das superfícies pela contaminação atmosférica. Entretanto, a temperatura e a umidade relativa do ar também contribuem para a criação de determinadas condições ambientais que podem ser favoráveis ou não à deposição das partículas.

Em relação aos fatores intrínsecos, Petrucci (1980) aponta a porosidade do material, a textura e a cor da superfície do revestimento como principais envolvidos no fenômeno de manchamento por sujidade atmosférica, sendo o primeiro deles considerado pelo autor como o mais sensível ao fenômeno. As discontinuidades

estéticas, construtivas, funcionais e de proteção, tais como relevo, diferença de planos, aberturas, molduras e outros, influenciarão na falta de uniformidade de exposição das fachadas aos agentes ambientais.

2.2.2 Manifestações patológicas em alvenaria

A alvenaria de tijolos cerâmicos é consideravelmente diferente da de pedra, concreto e bloco de concreto, em relação as suas propriedades físicas e químicas. Apresenta uma estrutura de poros diferente e é, normalmente, menos absorvente, menos permeável e não tão alcalina quanto à de concreto (ARAÚJO, 2001).

A presença da água numa parede de alvenaria é responsável por muitos problemas que a afetam. Estes problemas referem-se ao aparecimento de manchas ou eflorescências causadas pela absorção de umidade na parede. Os sais hidrossolúveis provenientes da eflorescência e que comumente se depositam na superfície das alvenarias se cristalizam e podem provocar desagregações superficiais nos tijolos. A maior parte da água que penetra numa alvenaria de tijolo ocorre nas trincas ou fissuras entre tijolos e argamassa (ARAÚJO, 2001).

Thomaz (1989) considera as fissuras que se manifestam nas alvenarias, e que são provenientes de sobrecarregamentos, como fissuras verticais, e originam-se da deformação transversal da argamassa de assentamento e dos próprios componentes de alvenaria; porém, em casos específicos, podem aparecer fissuras horizontais devido ao esmagamento da argamassa de assentamento ou em decorrência da ruptura dos próprios componentes de alvenaria, como no caso dos tijolos maciços com pequena resistência à compressão ou blocos vazados horizontalmente, com paredes muito delgadas; estas ocorrem próximo ao topo da parede em que os esforços de compressão do peso próprio são menores. Geralmente, os planos horizontais, como as coberturas planas, estão mais expostos às variações térmicas do que os planos verticais do edifício, ocorrendo movimentos diferenciados entre os elementos horizontais e verticais. A dilatação e o deslocamento das lajes, provocado pelo gradiente de temperaturas ao longo da sua espessura, introduzem tensões de tração nas paredes, ocasionando fissuras. Este tipo de fissura é suscetível à penetração de água, prejudicando a estanqueidade da parede. As fissuras horizontais podem, também, ser decorrentes da expansão

da argamassa de assentamento por hidratação retardada óxido de magnésio e por ataque de sulfatos (MOREIRA , 2005).

Segundo Ulsamer (1975), os sulfatos podem produzir lesões nas construções de tijolos, provocando fissuras horizontais nas juntas da construção e, ao mesmo tempo, quebra dos bordos dos tijolos. O ataque de sulfatos atua nas argamassas e rebocos. Contudo, os sulfatos podem estar presentes nos tijolos, em especial naqueles pouco cozidos. Podem ser provenientes do solo, dissolvidos em água que sobe por capilaridade, e podem estar contidos na atmosfera ou na água do mar. O autor acrescenta que é recomendável usar tijolos de baixo teor em sulfatos, ou seja, muito cozidos, pelo fato de se esperar a formação de umidade na obra.

2.2.3 Manifestações patológicas em pintura

As causas mais frequentes de patologias são a escolha errada das tintas e materiais de pintura. Existem tintas para exteriores e interiores, e específicas para ambientes oxidantes, sulfurosos, ácidos, etc.. A inobservância desses aspectos na hora de escolher a tinta é um fator que pode vir a gerar problemas de deterioração e aparecimento de defeitos nas superfícies revestidas (VERÇOZA, 1991).

Os defeitos na pintura caracterizam a falta de qualidade do produto empregado assim como, a sua não adequação às condições de uso (VERÇOZA, 1991).

Segundo Uemoto (1988), os defeitos com a pintura se manifestam geralmente de duas formas: na interface da película com o substrato ou na própria película da pintura. Esses defeitos normalmente são decorrentes de vários fatores tais como:

- 1- a inadequação da tinta em relação às condições agressivas de exposição, ou mesmo por incompatibilidade com o substrato;
- 2- a falta de preparação da superfície de aplicação que apresenta deposição de materiais pulverulentos soltos;
- 3- umidade excessiva do substrato por infiltração, condensação ou remanescente da execução da edificação;
- 4- formulação e diluição inadequadas da tinta na aplicação;

- 5- condições meteorológicas inadequadas para aplicação da pintura, pela ocorrência de ventos fortes, temperatura e umidade muito baixa ou muito elevada.

Acrescenta, ainda, que as falhas decorrentes da própria constituição da tinta, da execução inadequada de sua aplicação e erros na sua especificação são outros fatores que também concorrem para o aparecimento de anomalias e conseqüente diminuição da durabilidade e vida útil do produto.

1. Falhas da tinta:

- PVC elevado, ocasionando falta de coesão, o aparecimento de manchas e pulverulência;
- baixo teor de cobertura por pouca presença de dióxido de titânio.

2. Falhas na execução:

- superfície sem coesão e contaminada pela presença de material pulverulento, fungos e eflorescências;
- superfície em condições inadequadas pela presença de umidade;
- base alcalina pela insuficiência de cura.

3. Falhas na especificação:

- incompatibilidade com a base: aplicação de epóxi sobre argamassa fraca e alquídica sobre argamassa.
- ausência de preparo da base: uso de selador.

Lopes (2004) afirma que as anomalias que ocorrem nos revestimentos em pintura podem desenvolver-se durante o armazenamento do produto, após sua aplicação durante a secagem, ou ao longo de sua utilização. E identifica estas anomalias e suas causas.

1. Anomalias desenvolvidas durante o armazenamento do produto

- Embalagem dilatada (*gasing*) devido à formação de gases durante o armazenamento.

- Espessamento (*thickening*) devido a um aumento de viscosidade do produto de pintura, sem que o mesmo fique inutilizado.
- Formação de pele (*skinning*) devido ao aparecimento de uma pele sobre o produto de pintura na embalagem, durante seu armazenamento.
- Gelificação (*gelling*) devido à transformação total ou parcial do veículo do produto em gel, tornando a sua aplicação impraticável, mesmo após adição de solvente ou agitação do produto.
- Sedimentação (*settling*) devido à deposição de um resíduo no fundo da embalagem do produto.

2. Anomalias que ocorrem após a aplicação, durante a secagem do produto

- Bico de alfinete (*pinholing*): caracteriza-se pela formação de pequenos orifícios na superfície da película de tinta, cuja dimensão se assemelha a uma picada de alfinete. Esta anomalia se deve à rápida evaporação do solvente simultaneamente com a diminuição de temperatura durante o processo químico e aumento do peso específico. A sua presença se dá apenas na camada superficial do revestimento, podendo ser um ponto de entrada para a umidade e para agentes contaminantes. Torna-se mais visível em tintas com baixa percentagem de pigmento e em películas com elevada espessura. Lopes (2004) relaciona uma série de fatores que provocam o aparecimento deste fenômeno:

1. preparação inadequada da base de aplicação da pintura, assim como a limpeza inadequada da superfície de aplicação;
2. aplicação do sistema de pintura e solvente inadequados;
3. diluição excessiva e presença de partículas não dissolvidas ou lançadas no ligante;
4. fraca homogeneização dos constituintes e incompatibilidade com a base;

5. aplicação inadequada devido à intensa agitação pela rotação rápida do rolo;
6. espessura elevada ou reduzida da camada de aplicação.

2.2.3.1 *Manchas em pinturas*

São muito comuns nas pinturas e podem ser de vários tipos (VERÇOZA, 1991):

a. Descoloração localizada

A descoloração mais comum é aquela devida à incidência diária de radiação solar sobre a superfície pintada. As áreas ensolaradas tendem a ficar mais claras do que aquelas que recebem pouca radiação solar. Segundo Verçoza (1991) as cores verde, azul, vermelho e amarelo são consideradas as mais afetadas pelas radiações solares.

As reações químicas provocadas por substâncias em suspensão, assim como pela superposição da pintura de preparação e a de acabamento, quando não compatíveis, e ainda, por tintas mal formuladas, também produzem descolorações.

b. Manchas por condensação

As manchas também podem ser causadas por pinturas feitas em dias chuvosos, pois as paredes umedecem por condensação, mesmo quando não expostas à chuva direta. Em contato com as gotas, a tinta sofrerá uma maior diluição e também, mudança de intensidade. A água poderá ainda reagir quimicamente com algum componente da tinta, enquanto úmida, e resultar no aparecimento de manchas.

c. Manchas por reação química

Geralmente o reboco é alcalino, pois é de cal ou cimento. Quando recebe pintura ácida, causará uma reação química com a formação do sal, que pode ter outra tonalidade ou cor. As pinturas a cal são muito bem aceitas, pois são alcalinas ao contrário das pinturas a óleo, que são ácidas.

d. Manchas por acidez ou alcalinidade do meio ambiente

Quando o meio é ácido, tintas alcalinas não são recomendadas. Da mesma forma, quando ele é alcalino, as ácidas não são apropriadas. Por este motivo, pinturas em zonas industriais duram menos que em zonas rurais.

e. Manchas por repintura

Tintas diferentes da original podem provocar incompatibilidade química, por isso não se deve pintar a superfície, em tinta velha, com outra de natureza diferente, sem que se isole esta película com um selador.

Segundo Conti & Castilho (2009), existem as manchas causadas por pingos de chuva isolados. São manchas em paredes recém-pintadas. Estes pingos trazem à superfície os materiais solúveis da tinta ao molharem a pintura, provocando o aparecimento das manchas. Acrescentam que o aparecimento desse tipo de manchas não ocorre sem pingos isolados.

Verçoza (1991) afirma que quando a aplicação da tinta é desordenada, ou pelo fato do substrato ser irregular, ocorre a mudança de cor de trechos da superfície pintada, chamada de descoloração angular. Esta é provocada pela mudança de direção dos raios refletidos. Se a superfície é irregular, a reflexão dos raios também será, formando, desta forma, manchas visuais.

Em ambientes úmidos, mal ventilados ou mal iluminados aparecem manchas escuras sobre a superfície, provenientes de mofo ou bolor. Este grupo de microorganismos prolifera em condições de clima favoráveis a sua manifestação. Estes microorganismos se alimentam da tinta ou do pó depositado. As tintas orgânicas são muito sujeitas a esse tipo de ataque (VERÇOZA, 1991).

2.2.3.2 Descascamento da pintura em alvenaria

Ocorre quando a pintura é executada sobre a caiação, sem preparo prévio da superfície. A aderência da cal ao substrato não é boa; em consequência, forma-se uma camada de pó sobre o mesmo, provocando o descascamento de qualquer tipo de pintura sobre a parede

caída. Este tipo de ocorrência também pode acontecer quando na primeira pintura, sobre o reboco, a tinta não foi bem diluída ou havia excesso de poeira na superfície (CONSOLI; REPPETE, 2006).

2.2.3.3 Esfarinhamento, gretamento e descolamento

Cada um tem sua característica diferente. O esfarinhamento é a queda da tinta em forma de pó. O descolamento é a queda da tinta na forma de escamas ou placas. Estes dois tipos, normalmente, dão origem a manchas.

O gretamento ocorre com a quebra da película de tinta, com a formação de desenhos semelhantes ao do couro de crocodilo. É quase sempre seguido de descolamento (VERÇOZA, 1991).

Geralmente, nos três casos, as causas são quase sempre as mesmas, dependendo dos detalhes a forma como se manifestam. As principais delas são listadas como segue (VERÇOZA, 1991):

- umidade da superfície, durante ou depois da pintura;
- preparação inadequada da superfície;
- dilatação térmica diferenciada entre a tinta e o substrato;
- material de baixa colatividade;
- falta de aderência na parede com pouco aglomerante;
- repinturas (uso de tinta nova sobre substrato em desagregação).

2.2.3.4 Desagregamento

Caracteriza-se pela destruição da pintura, que se esfarela, destacando-se da superfície juntamente com partes do reboco. Este problema ocorre quando a tinta é aplicada antes que o reboco esteja curado. Portanto, antes de pintar um reboco novo, deve-se aguardar cerca de 28 dias pela sua cura (CONTI; CASTILHO, 2009).

2.2.3.5 Empolamento em pinturas sobre alvenaria

É normalmente causado pelo uso da massa corrida PVA ou pela aplicação de massa corrida muito fraca (CONSOLI; REPPETE, 2006).

Também pode ter sua causa na pintura nova aplicada sobre a antiga, de qualidade inferior, por dilatação. Da mesma forma, a utilização de tinta mal diluída, o acúmulo de poeira sobre a superfície e infiltração de umidade provocam o aparecimento de bolhas (CONSOLI; REPPETE, 2006).

2.2.3.6 Enrugamento

Este tipo de manifestação acontece pela aplicação excessiva da tinta sobre a superfície, deixando a camada de pintura muito espessa, e ao mesmo tempo, sem aguardar o intervalo entre as demãos, ou ainda quando a superfície, no momento da pintura, se encontrava com alta temperatura (CONSOLI; REPPETE, 2006).

2.2.4 A umidade

A umidade constante deteriora os materiais de construção e a infiltração é uma de suas causas mais frequentes. A água, a partir do momento que atravessa uma barreira pode, do outro lado da mesma, aderir à superfície e provocar uma mancha. Segat (2005) considera que não existe apenas uma causa para a manifestação da umidade, mas sim um conjunto de causas com a preponderância de uma delas.

Perez (1988) indica que a umidade que incide nos revestimentos pode advir de vários fatores:

- fase de construção: umidade que permanece nos materiais utilizados na obra, por certo período de tempo, com gradual diminuição desta manifestação até seu desaparecimento;
- absorção da água do solo pelas fundações das paredes e pavimentos, com migração para as fachadas e os pisos e por capilaridade dos materiais;
- águas de chuva que se infiltram pelas paredes das fachadas;
- condensação do vapor de água nas superfícies ou no interior dos materiais de construção;
- vazamentos decorrentes do sistema de coleta e distribuição de água do edifício.

As chuvas incidentes na fachada, na fase de uso da edificação, são agentes provocadores de umidade e o acúmulo desta água ou seu escoamento ao longo da superfície ocorre em função (BARROS, 1997):

- do projeto do edifício: detalhes construtivos para o escoamento das águas, orientação geográfica e altura da edificação definem o grau de exposição à radiação solar, ao vento e à chuva;
- das condições climáticas da localização da obra: agente de grande influência na quantidade de água incidente nas fachadas, assim como na sua secagem;
- dos defeitos de superfície que facilitam a infiltração de água;
- da constituição dos materiais da fachada;
- da forma geométrica dos elementos que compõem a parede: a presença de vazios ou furos nos seus componentes dificulta a propagação de umidade no interior da mesma.

Segundo Verçoza (1983) a umidade pode ser provinda do solo, da atmosfera e da própria construção. Afirmar que todo solo, inclusive o rochoso, contém umidade. No caso de uma parede porosa, por exemplo, de tijolo, e argamassa de cal, entrar em contato com um terreno cuja água do subsolo sobe por capilaridade e permeabilidade, ela umedece. Além disso, esta umidade pode trazer consigo sais nocivos às argamassas e tijolos, que os desagregam e os mancham.

Quando a umidade é provinda da atmosfera, pode acontecer de duas formas: através da infiltração das águas de chuva e pelas condensações. As águas de chuva se infiltram nos prédios sob pressão hidrostática e percolação, ou atravessam os terraços e paredes que quando não são impermeáveis, provocam manchas no interior das peças. A umidade de condensação é

permanente, a princípio, e a da chuva só acontece durante ou logo depois das precipitações. A penetração de água do solo também é permanente (VERÇOZA, 1983).

Os reservatórios e canalizações também são responsáveis pelas infiltrações e devem ser totalmente impermeáveis. A água de assentamento de pisos pode manchar as paredes durante aproximadamente 6 meses após sua aplicação (VERÇOZA, 1983).

Perez (1988) associa a penetração de água pela envoltória do edifício a dois fatores climáticos: chuva e vento. Sem a ação do vento a chuva cairia na vertical e as paredes do edifício seriam pouco molhadas e haveria pouca ou nenhuma diferença de pressão entre o interior e o exterior do prédio. A água fica impossibilitada de entrar em uma habitação se três condições não estiverem reunidas (Figura 20):

- forças resultantes da energia cinética das gotas, as quais empurram a água pelas aberturas existentes na superfície;
- forças capilares de sucção;
- forças de gravidade e de pressão do vento.

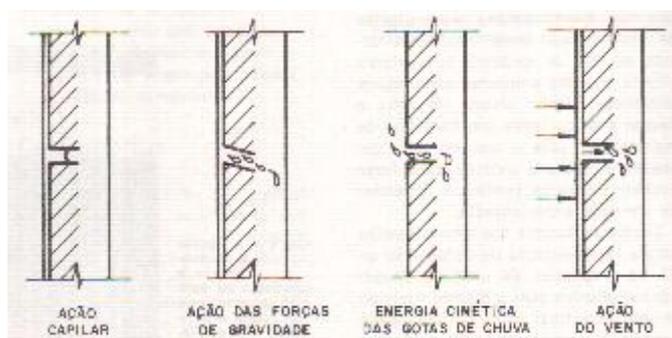


Figura 20 - fatores que influenciam na penetração de água de chuva nas fachadas

Fonte: Perez, 1988

O referido autor lembra que os fatores climáticos mais importantes que participam do fenômeno de penetração de água de chuva nos edifícios são:

- a precipitação;
- o vento, onde a orientação e velocidade contribuem para definir a intensidade da incidência da chuva nas paredes dos edifícios, influenciando também na sua secagem;
- a umidade do ar que condiciona o umedecimento e a secagem dos materiais.

2.3 OS CONJUNTOS HABITACIONAIS

Nas últimas décadas, tem-se presenciado a criação de novos espaços urbanos nas cidades brasileiras, em razão da política habitacional do País. Conjuntos habitacionais, para pessoas de baixa renda, são construídos no intuito de reduzir o déficit habitacional e melhorar as condições de moradia desses usuários.

Entretanto, observa-se que os modelos espaciais adotados, e relativamente padronizados, não seguem, na sua maioria, os parâmetros necessários para uma insolação e ventilação adequadas, já que os mesmos procuram otimizar o espaço disponível para sua construção com o máximo de unidades possível.

Alucci, Flauzino & Milano (1988) listam algumas recomendações para implantação e organização de conjuntos habitacionais em regiões de clima quente e úmido.

1. Dispor as edificações de forma a permitir a máxima ventilação na área do conjunto durante todo o ano, considerando os ventos diurnos e noturnos.
2. Evitar que uma edificação permaneça na sombra de outra com relação aos ventos predominantes diurnos e noturnos.
3. Criar zonas de alta e baixa pressão na área do conjunto para garantir ventilação.
4. Garantir a porosidade do conjunto evitando grandes massas compactas que se comportem como barreira para os ventos dominantes diurnos e noturnos.
5. Evitar massas de água na área do conjunto.
6. Optar por soluções de lotes não alinhados.
7. Optar por soluções de implantação que facilitem a ventilação.
8. Preferir soluções com pilotis.

A Figura 21 mostra duas situações. Na situação 1, o prisma interno de ventilação e insolação atinge a base do volume com uma maior exposição à radiação solar, inibindo o aparecimento de microorganismos que se desenvolvem em zonas de pouca ou nenhuma insolação e ventilação. No segundo caso, a altura e a distância entre os volumes interferem na total exposição da superfície ao sol, criando desta forma, uma zona de sombreamento e um ambiente favorável à proliferação de fungos.

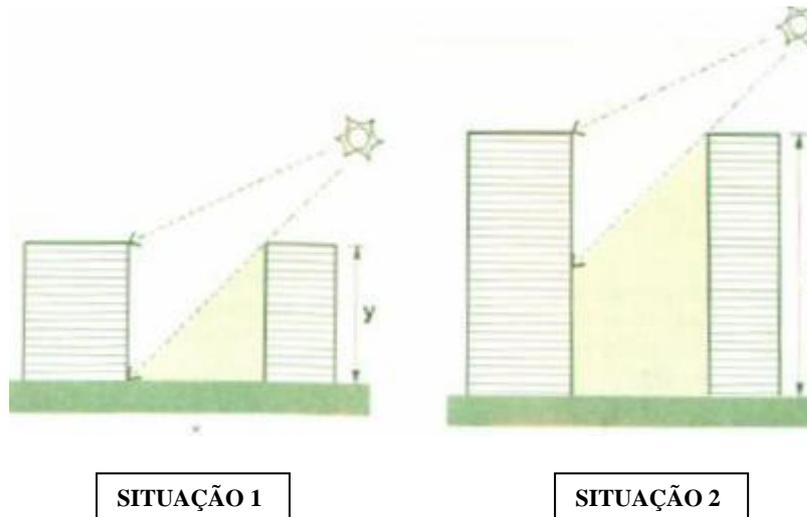


Figura 21 - situações externas de insolação e ventilação
 Fonte: Barroso & Krause, 2006

Ioshimoto (1988) acrescenta que a edificação também interage com o vento, modificando o seu padrão de fluxo nos arredores do edifício. O fato de que a maioria das edificações não apresenta formas aerodinâmicas gera sobre sua superfície um novo regime de fluxo com aumento de turbulência. E é este fluxo que determina as cargas de vento sobre a construção como um todo e em seus elementos de vedação.

A Figura 22 mostra como um fluxo de vento, incidindo perpendicularmente a uma das paredes, interage com o edifício.



Figura 22- desenho esquemático do fluxo de vento sobre uma parede
 Fonte: Ioshimoto, 1988

Zonas de alta e baixa pressão de ar são criadas quando o vento age diante de um obstáculo. Uma zona de compressão positiva (+) surge com a ação direta do vento sobre a superfície da edificação exposta a ele, ao mesmo tempo em que outra se forma por pressão negativa (-) (sucção), na superfície posterior em relação à anterior.

Ao encontrar obstáculos, o vento muda de direção e perde velocidade. As fachadas dos edifícios permitem, portanto, dirigir a ventilação para o alto e para as suas laterais dando origem a áreas menos ventiladas e mais úmidas, o que favorece o aparecimento de fungos, empolamento e descolamento da pintura (MONTENEGRO, 1984).

A Figura 23 ilustra as zonas de alta pressão na face de incidência do vento e baixa pressão, na face oposta.

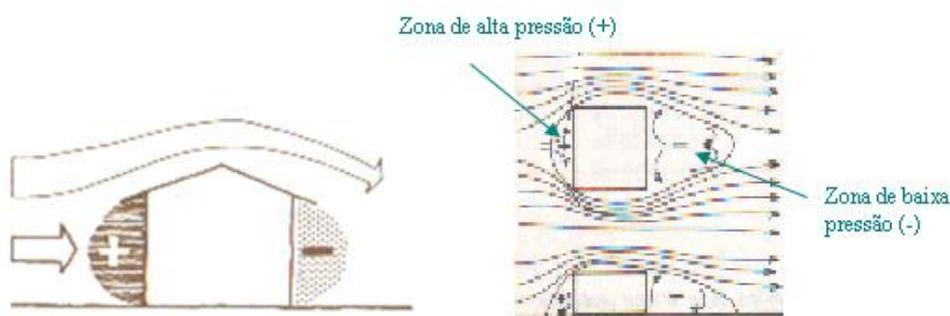


Figura 23 - zonas de incidência do vento em uma edificação

Fonte: Montenegro, 1984; Alucci, Flauzino & Milano, 1988

A Figura 24 mostra a trajetória do vento ao encontrar obstáculos. Ele muda de direção e perde a velocidade, formando em algumas áreas, massas de ar sem renovação. a falta de renovação dessas massas de ar colaboram para a formação de zonas com acúmulo de umidade.

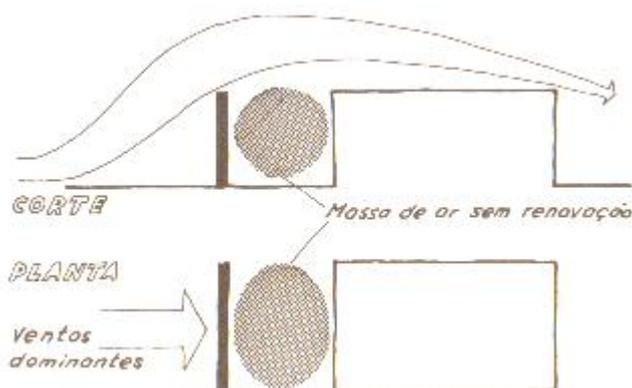


Figura 24 - esquema da mudança de direção do vento

Fonte: Montenegro, 1984

A Figura 25 indica alguns critérios para organização do tecido urbano. Observa-se que a implantação em blocos escalonados (implantação adequada) possibilita a passagem do vento,

eliminando áreas de sombra e de baixa ventilação, e ao mesmo tempo renovando as massas de ar das zonas de baixa pressão.

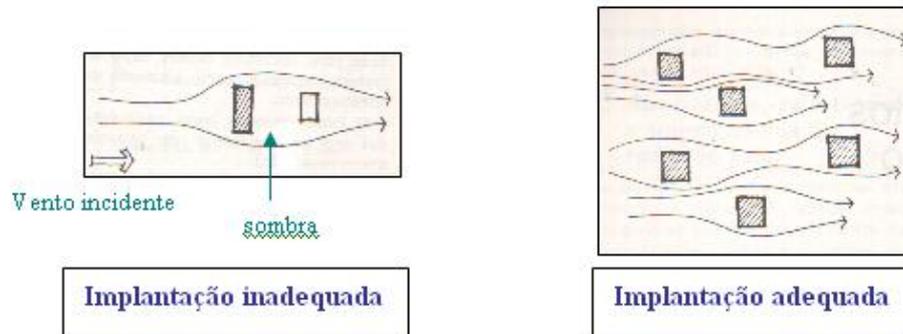


Figura 25 - disposição das edificações no terreno
 Fonte: Alucci, Flauzino & Milano, 1988

2.4 A CIDADE DO RECIFE

Recife, capital de Pernambuco, situa-se no litoral do Nordeste do Brasil. Suas coordenadas geográficas são 8°04'03"S de latitude e 34°55'00"W de longitude. Tem um clima tropical, com alta umidade relativa do ar, variando entre 60 a 90% ao longo do ano. É ensolarada e apresenta temperaturas com pequena variação ao longo do ano devido à proximidade com o mar, sendo a média anual 25,2°C. Apresenta duas unidades morfológicas distintas: os morros e a planície. Na planície, onde estão localizados os prédios em estudo, a altitude média em relação ao nível do mar é de 4m, porém há algumas áreas que se localizam abaixo do nível do mar. A Figura 26 mostra Recife no mapa de Pernambuco.



Figura 26 - mapa de Pernambuco

Fonte: Bookingbox Organization, 2009

A cidade se divide territorialmente em 94 bairros, agrupados em 6 Regiões Político-Administrativas - RPAs (Figura 27):

RPA 1 - Centro: 11 bairros

RPA 2 - Norte: 18 bairros

RPA 3 - Noroeste: 29 bairros

RPA 4 - Oeste: 12 bairros

RPA 5 - Sudoeste: 16 bairros

RPA 6 - Sul: 8 bairros

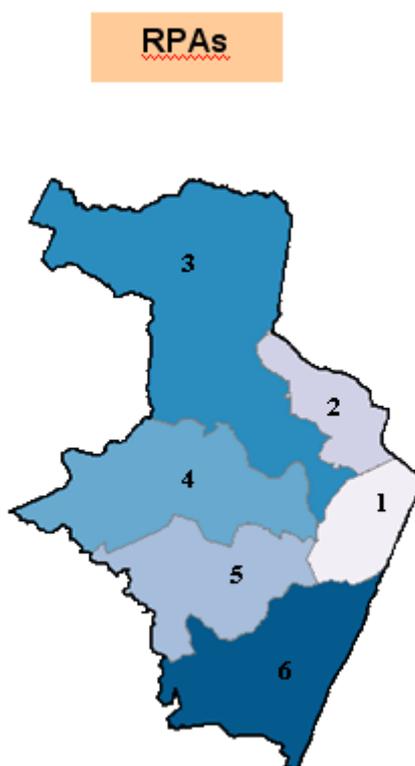


Figura 27 - mapa das RPAs
Fonte: Libanio, 2006

O Recife expressa na sua configuração físico-territorial as diferenças provocadas pelo quadro sócio-econômico que se consolidou ao longo de sua história. Exibe a convivência de seus habitantes próximos territorialmente, mas separados pelas enormes diferenças sociais.

O município do Recife reconhece a existência de 66 Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS, disseminadas pelo espaço urbano. (DIRHAB-DAS, 2008)

Frente à existência de perto de 490 favelas, representando 15% da área total do município e 25% da área ocupada, as ZEIS agregam cerca de 80% delas (DIRHAB-DAS, 2008).

3 O MÉTODO

Optou-se por uma pesquisa empírica do tipo descritiva com método dedutivo, realizada na forma de levantamento quantitativo das patologias de fachada dos conjuntos habitacionais Beira Rio, Casarão do Cordeiro e Abençoada por Deus. Como estratégia de pesquisa escolheu-se o estudo de caso, uma vez que se deseja entender um fenômeno dentro do contexto da vida real. Segundo Bonomo (2007), este procedimento é adequado para explorar situações reais, descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação e explicar variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas.

Campante & Sabbatini (2001) afirmam que para uma investigação adequada dos mecanismos de ocorrência das patologias, uma análise hierárquica se faz necessária, e a observação do defeito seria o passo inicial para detectar sua causa imediata, natureza e origem.

Duarte (2001) mostra como exemplo algumas questões de suma importância para o correto diagnóstico no tratamento de algum problema patológico.

1. Idade do prédio.
2. Tipos de defeitos.
3. Forma de apresentação dos defeitos.
4. Situação dos defeitos no edifício.
5. Verificação da existência de alguma alteração frente às mudanças climáticas.
6. Observação de edificações semelhantes e próximas.
7. Análise do projeto para averiguação da existência de alguma modificação em relação ao projeto original.
8. Investigação da existência de algum problema durante a construção da obra
9. Detecção do aparecimento dos problemas.
10. Verificação da possibilidade de algum elemento externo contribuir para o dano.

Considerando-se que o diagnóstico é uma etapa muito importante, dentro do estudo das patologias, e que a utilização de um método para realização da pesquisa é fundamental para a organização e construção do conhecimento, optou-se por adotar, para esta etapa da pesquisa, a adaptação feita por Silva (2007), ao método de Lichtenstein (1985).

As Figuras 28 e 29 mostram, de forma esquemática, o método de Lichtenstein e o modelo de Silva, respectivamente.

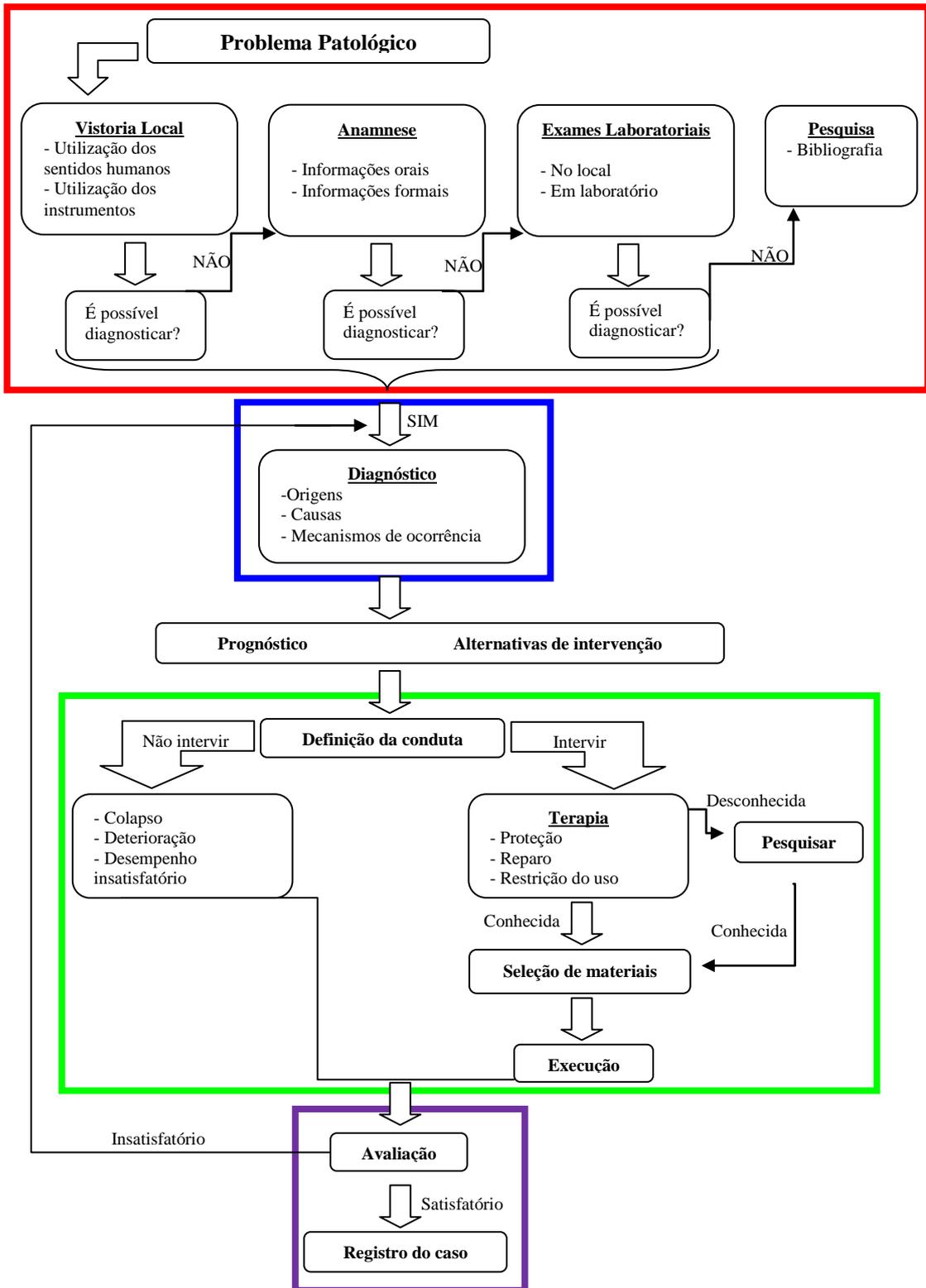


Figura 28 - método de Lichtenstein
 Fonte: Lichtenstein (1985)

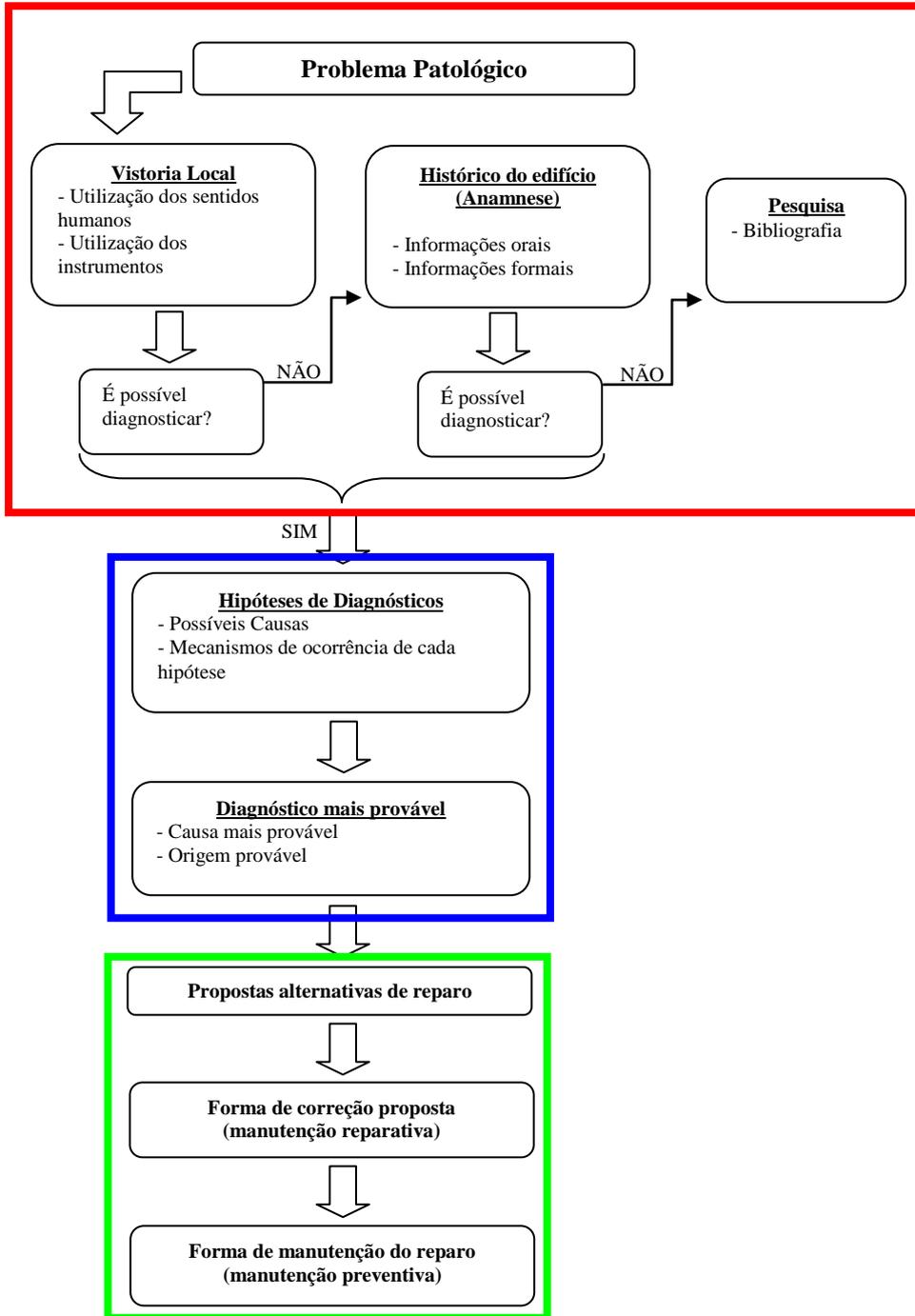


Figura 29 - adaptação feita por Silva ao método de Lichtenstein
 Fonte: Silva, 2007

Em seu método, Lichtenstein separa as etapas para a resolução dos problemas patológicos em três estágios principais:

1. Levantamento de subsídios, que segue uma sequência de procedimentos.

- Vistoria do local, que pode seguir dois caminhos:
 1. se satisfatória, poderá ser suficiente para diagnosticar o problema;
 2. se não, passará pela fase da anamnese, através de entrevistas orais e informações formais adquiridas por documentos produzidos durante a obra, assim como pelo memorial descritivo, pelo projeto propriamente dito e outros documentos que constituam fontes complementares de informação segura e verídica.
- Exames adicionais que serão realizados, após a anamnese, caso necessite de ensaios em campo ou em laboratório para auxiliar no diagnóstico do problema.
- A pesquisa, que através de bibliografia específica, trará dados já trabalhados sobre o assunto, que embasarão cientificamente o tema em estudo, seja por analogias das referências ou por resultados de experimentos de pesquisas tecnológicas já realizadas sobre o assunto.

2. Diagnóstico

- Nesta etapa procura-se identificar relações de causa e efeito que caracterizam um problema patológico. Busca-se compreender os fenômenos, na tentativa de determinar suas possíveis origens, causas e manifestações.

3. Definição de Conduta

- Compreende um conjunto de alternativas de intervenção, no sentido de aplicar terapia adequada a fim de que o problema seja resolvido.

A etapa de Avaliação, do método proposto por Lichtenstein, se satisfatória conduz ao fechamento e registro do caso. Do contrário, será novamente diagnosticada e reavaliada.

Silva (2007) considera que sua adaptação ao método de Lichtenstein possibilita um caminho a percorrer mais curto e simplificado, uma vez que não priorizou, por não serem necessárias utilizar, em seu estudo de caso, as etapas de ensaio, que demandam um tempo maior para sua realização.

A Figura 30 mostra o esquema do método de Silva, adotado para este estudo, que dá mais relevância ao levantamento e diagnóstico das patologias, uma vez que a etapa de definição de conduta não integra o objetivo deste trabalho.

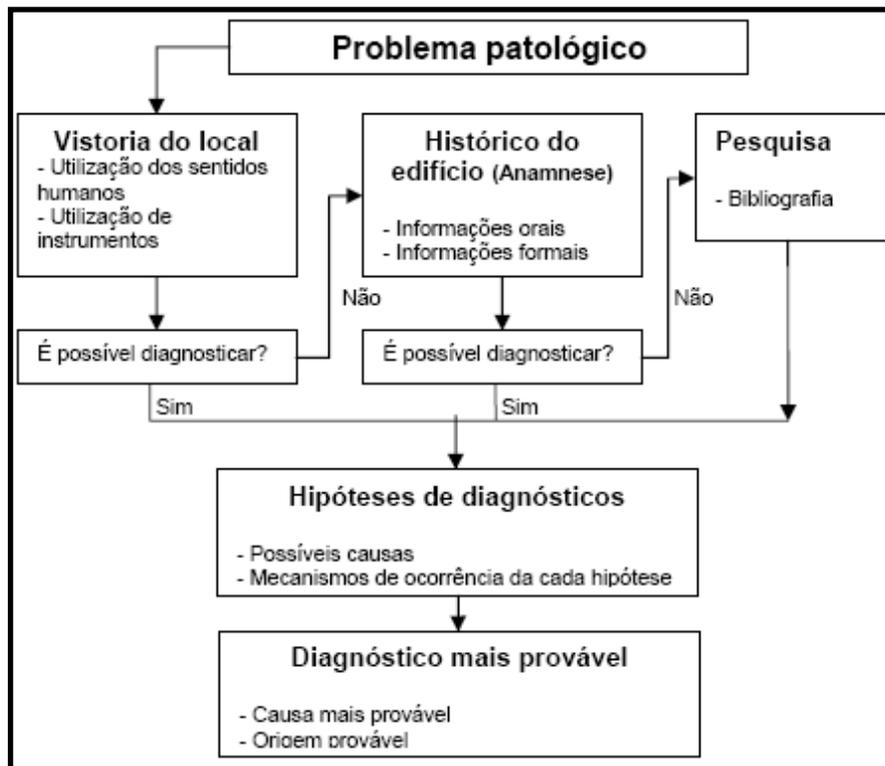


Figura 30 - esquema do método utilizado
Fonte: Silva, 2007 (modificado)

Magalhães (2004) afirma que, com base em seu estudo a cerca do levantamento de incidências de fissuras em alvenaria, a coleta de dados em levantamentos de manifestações patológicas deve ser sistematizada. Acrescenta que, segundo Andrade & Dal Molin (1997), podem-se usar dois métodos de contagem e registro dessas manifestações.

Um que se caracteriza pela contabilização de cada tipo de manifestação com a mesma causa uma única vez, independentemente da frequência com que se manifesta na edificação e de seu local de incidência, tendo como registro final, os tipos de patologias encontradas e o percentual de edifícios atingidos. O outro método leva em consideração a quantidade de danos que apresenta cada edificação, contabilizando, como uma ocorrência, cada manifestação encontrada em cada elemento da estrutura. Este método registra a intensidade do dano,

podendo mostrar o grau de comprometimento da estrutura em relação a cada uma das manifestações patológicas (MAGALHÃES, 2004).

Este estudo realizado por Andrade & Dal Molin (1997) se refere a levantamentos de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. Todavia Magalhães (2004) entende que pode ser aplicado a outras situações. Conclui que os dois métodos são complementares, e mostra que o Método da Incidência é recomendado para remontar panoramas de frequência e identificar as manifestações. Enquanto que o Método da Intensidade é recomendado para determinar a quantidade de ocorrências.

Para esta pesquisa estes dois métodos serão também usados como suporte ao método de Lichtenstein/Silva, uma vez que se acredita que a organização na contabilização dos registros das ocorrências patológicas nas fachadas dos blocos dos conjuntos é imprescindível para um diagnóstico real da situação. Entretanto, serão feitas algumas adaptações aos dois métodos. Em relação ao método da incidência, cada patologia será contabilizada uma vez por conjunto, para se obter os tipos de ocorrências observadas. Quanto ao método da intensidade, será adaptado, no sentido de contabilizar apenas uma vez a ocorrência por fachada, de cada bloco, por conjunto, haja vista que determinadas anomalias aparecem disseminadas por grande parte da superfície vertical, sendo apenas possível se fazer um mapeamento da área danificada e não um registro pontual. A contabilização não levará em consideração a extensão do dano, mas a sua presença na fachada observada.

Como forma de sistematizar as informações referentes a cada conjunto habitacional e catalogar dados observados na etapa de vistoria do local e na anamnese, foi utilizado um modelo de ficha (Quadro 12), que foi preenchida durante as visitas ao local.

Além da ficha, dois modelos de quadros foram criados para o registro das ocorrências: um quadro lista os tipos de manifestações observadas em cada conjunto (Quadro 13) e o segundo, a quantidade de vezes que a mesma alteração aparece nas quatro fachadas, em cada bloco, de cada conjunto (Quadro 14).

Não foram consideradas, para este estudo, as superfícies verticais dos halls de entrada dos blocos, devido às diferenças de detalhamento que mostram entre os três conjuntos, o que as desvia do padrão geral das quatro fachadas principais de cada bloco e por fazerem parte de seu ambiente de acesso.

Quadro 12 - modelo da ficha de vistoria

FICHA DE VISTORIA DO CONJUNTO (DATA: / /)							
NOME DA EDIFICAÇÃO				ENDEREÇO			
TIPOLOGIA			ANO DE CONSTRUÇÃO		TEMPO DE USO		
Nº ANDARES	Nº BLOCOS	Sistema construtivo					
			Conservação geral do conjunto	EXCEL	BOA	REG	RUIM
DETALHES ARQUITETÔNICOS			CARACTERÍSTICAS DAS FACHADAS				
			A	B	C	D	
BEIRAL							
JANELA							
PÓRTICO DE ENTRADA							
PINGADEIRA NAS JANELAS							
ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO							
- COM REVEST. DE ARGAMASSA + TINTA							
- SEM REVEST. DE ARGAMASSA + TINTA							
BASE DA PAREDE COM PROTEÇÃO (calçada)							
HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES PARA MANUTENÇÃO GERAL DO CONJUNTO							
PREVENTIVA		SIM?		QUANTAS?		NÃO?	
CORRETIVA		SIM?		QUANTAS?		NÃO?	
OBSERVAÇÕES GERAIS							

Quadro 13 - modelo da ficha de registro das patologias por conjunto habitacional

QUADRO GERAL DE REGISTRO DAS PATOLOGIAS DE FACHADA DO CONJUNTO HABITACIONAL _____			
Nº	MANIFESTAÇÕES	ASPECTOS OBSERVADOS	POSSÍVEIS CAUSAS
1			
2			
3			
4			
5			

Quadro 14 - modelo da ficha de contabilização das patologias por conjunto

CONJUNTO HABITACIONAL _____															
BLOCOS (nº)	FACHADA ()														
	MANIFESTAÇÕES OBSERVADAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															

Da etapa de vistoria também faz parte o registro fotográfico. Entende-se que, para uma melhor visualização das fachadas, é necessário um conjunto de fotos que documentem a sua real situação. Este registro foi realizado entre os meses de Agosto e Setembro de 2008.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 OS CONJUNTOS HABITACIONAIS DA PCR

Buscando garantir o direito à habitação digna e inserção urbana da população de baixa renda, a Prefeitura, com intermediação do Ministério das Cidades, e apoio do PAC-PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO, tem investido na construção de conjuntos habitacionais, e contemplado, com novas moradias, inúmeras comunidades, que anteriormente viviam em condições precárias de habitabilidade (DIRHAB-DAS, 2008).

Existe uma média de 29 conjuntos habitacionais lançados pela prefeitura, sendo que uma grande parte deles já foi construída e entregue às comunidades. Dentre eles estão os conjuntos habitacionais Beira Rio, Casarão do Cordeiro e Abençoada por Deus, objetos deste estudo.

O Quadro 15 apresenta de forma sintética as características gerais de cada conjunto estudado.

Quadro 15 - características gerais dos conjuntos

CH / LOCALIZAÇÃO	UNIDADES HABITACIONAIS	TIPOLOGIA	ANO DE CONCLUSÃO	TIPO DE REVESTIMENTO
BEIRA RIO Rua José de Holanda, 1000, Torre	320	Térreo +3 (T3)	2004	Chapisco + massa única + pintura PVA
CASARÃO DO CORDEIRO Rua Odete Monteiro, S/N Cordeiro	760*	Térreo +3	2006	Alvenaria de bloco cerâmico + pintura em textura acrílica
ABENÇOADA POR DEUS Rua Barão da Soledade, S/N Iputinga	420	Térreo +3	2008	Chapisco + massa única + pintura em textura acrílica

* Desse total, 704 unidades fazem parte dos blocos com tipologia T3. O restante é formado por casas térreas, num total de 56 unidades, que não foram consideradas para este estudo.

Fonte: DIRHAB-DAS, 2008

4.1.1 Conjunto habitacional Beira Rio (Torre)

4.1.1.1 Localização Geográfica

O CH Beira Rio está localizado no bairro da Torre. Foi construído em uma área de 8.744,45 m². Tem como principal acesso as ruas José de Holanda, a sudeste do conjunto, e a Rua Olímpio de Moura, a nordeste. A Figura 31 mostra a planta de situação do conjunto.



Figura 31 - planta de situação do CH Beira Rio
Fonte: DIRHAB-SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

4.1.1.2 Caracterização do conjunto

O conjunto habitacional da Torre conta com dez blocos simétricos de quatro pavimentos (térreo+3), dispostos em três filas ao longo do terreno. As fachadas de maior extensão estão orientadas geograficamente para o sudeste e para o noroeste. São 320 unidades habitacionais em sua totalidade, cuja área unitária é de 32,25 m² (ver Figura 32).

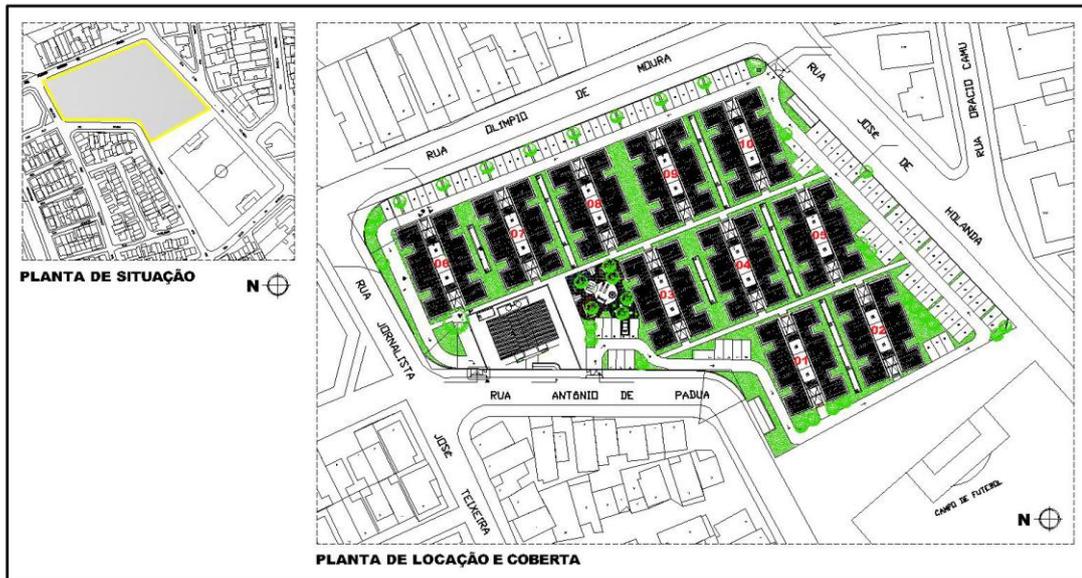


Figura 32 - planta de situação, locação e cobertura do CH Beira Rio
 Fonte: DIRHAB-SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

A Figura 33 exibe perspectiva área da planta de locação e cobertura do Conjunto Beira Rio.

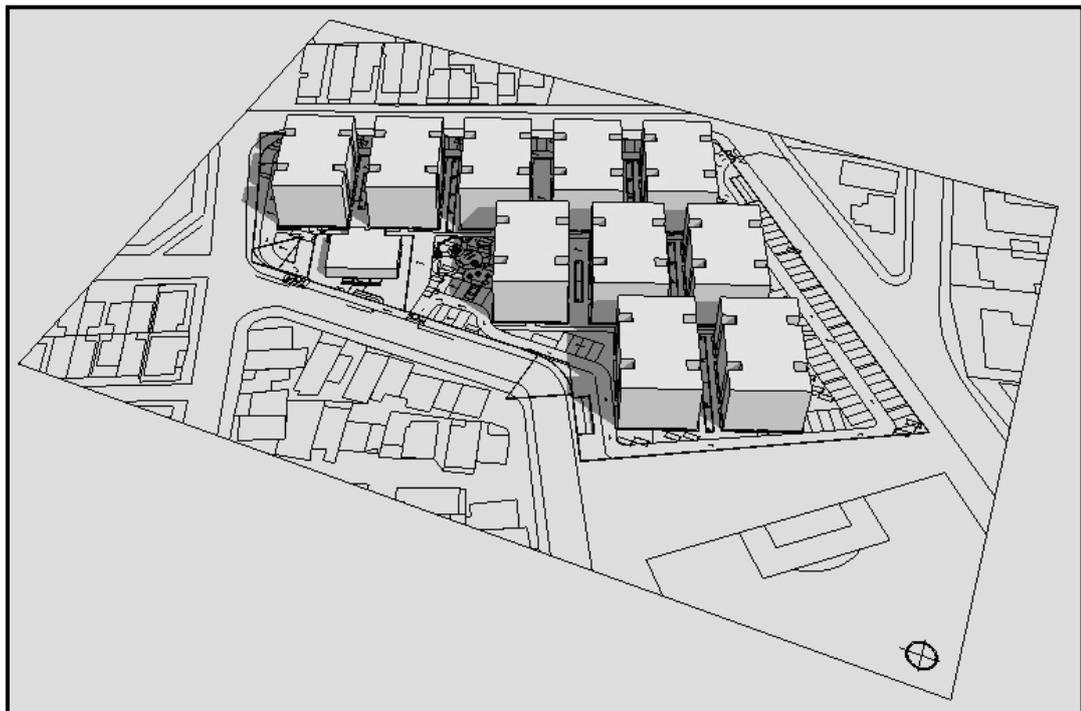


Figura 33 - perspectiva aérea do conjunto Beira Rio

4.1.1.3 Descrição geral

A obra foi iniciada em 10/2001 e concluída em 03/2004. O processo construtivo utilizado foi o de alvenaria de blocos cerâmicos, com resistência de 4,5 MPa, sobre laje radier protendida, para a fundação, e laje pré-moldada nos demais pavimentos. O revestimento das paredes externas foi realizado com chapisco e massa única, com pintura em PVA nas cores cromo, cerâmica e branca (DIRHAB-SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008)

Segundo os moradores deste conjunto, não há tipo algum de manutenção, seja preventiva ou corretiva, do revestimento externo. Entretanto, existem modificações realizadas pela comunidade em termos de colocação de grades, aberturas de paredes para caixa de ar condicionado, instalação de antenas externas e fechamento de aberturas (janelas) com tijolos cerâmicos.

4.1.1.4 Material para pesquisa

O projeto do conjunto habitacional foi disponibilizado pela prefeitura da cidade do Recife para a realização deste trabalho de pesquisa, constando das plantas de locação e situação, planta baixa do pavimento tipo e das fachadas.

4.1.1.5 Características do projeto

A área construída por unidade é de 32,25 m². A forma geométrica dos blocos é um H, decorrente da união de quatro unidades habitacionais, de cada lado, cuja disposição dos cômodos permite um desenho simétrico quando agrupados, ao mesmo tempo em que proporciona visualmente uma diferença de planos de fachada. A PCR chama este tipo de disposição de tipologia H.

As fachadas sudeste e noroeste, em seu projeto original, mantêm a simplicidade, pois apenas possuem janelas em esquadria de alumínio, com as paredes sem nenhum tipo de detalhe arquitetônico, como por exemplo, pingadeiras, beirais, frisos, calhas, etc.; enquanto que as voltadas para o nordeste e sudoeste, não apresentam nem aberturas nem qualquer tipo de detalhe. São lisas e, como as principais, são revestidas com argamassa e pintura.

O hall de entrada para as unidades é composto por laje no térreo e mureta de guarda-corpo na área das escadas dos andares superiores. De acordo com a planta do pavimento tipo, existem aberturas (janelas) que dão para os halls de acesso. No entanto, esta área não faz parte do levantamento das manifestações patológicas para este estudo, como já foi mencionado anteriormente.

A Figura 34 mostra as representações da planta baixa do pavimento tipo, as fachadas sudeste/noroeste e sudoeste/nordeste do conjunto.

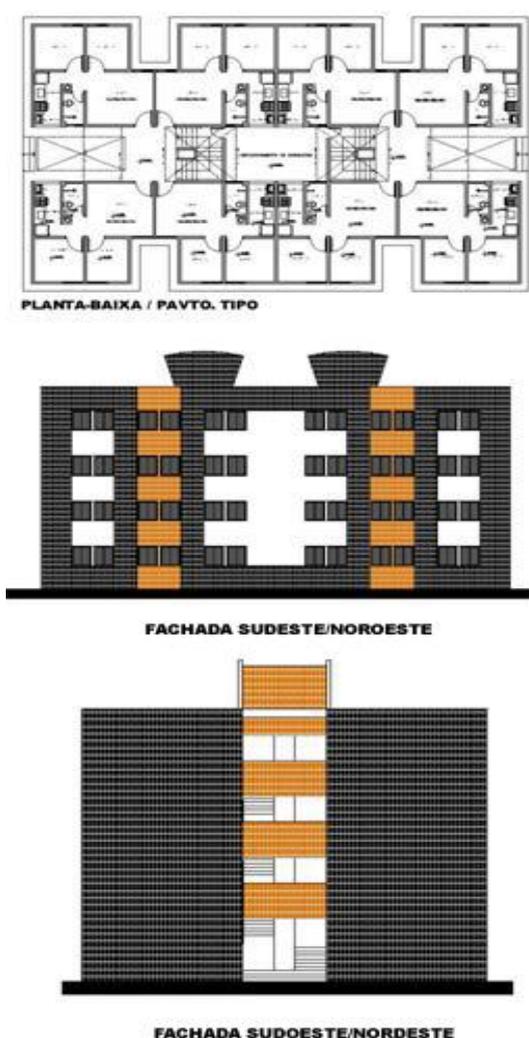


Figura 34 - planta baixa do pavimento tipo e fachadas
Fonte: DIRHAB-SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

4.1.2 Conjunto habitacional Casarão do Cordeiro

4.1.2.1 Localização Geográfica

O CH Casarão do Cordeiro está localizado no bairro do Cordeiro. Foi construído em uma área de 51.967,00 m² de terreno. Tem como principal acesso a Rua Odete Monteiro ou Radial 5.

A Figura 35 mostra localização geográfica através da planta de situação deste conjunto.

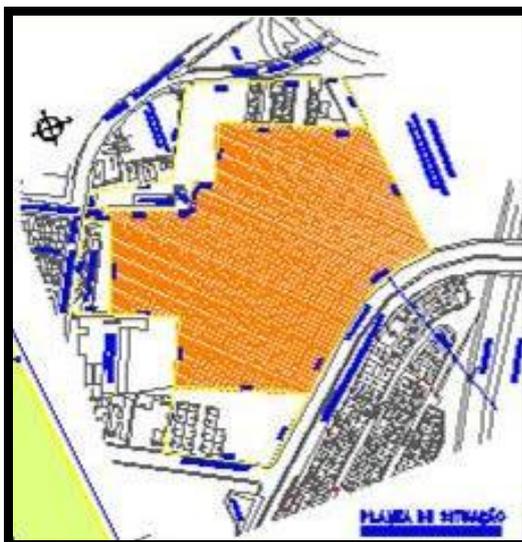


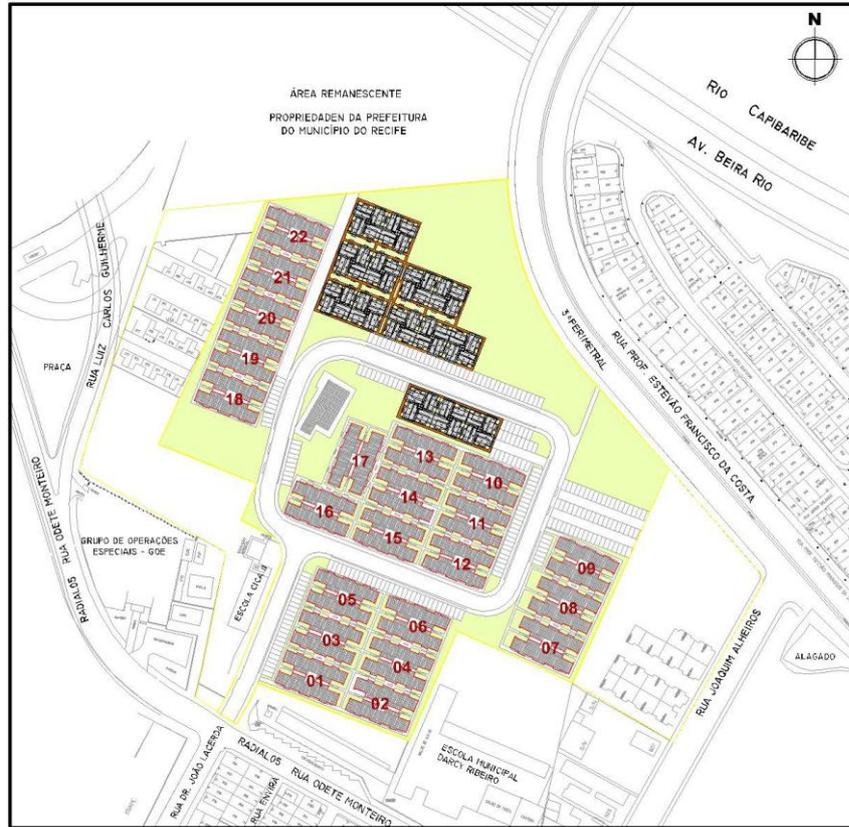
Figura 35 - planta de situação do CH Casarão do Cordeiro

Fonte: DIRHAB-SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

4.1.2.2 Caracterização do conjunto

O conjunto habitacional Casarão do Cordeiro é formado por 22 blocos simétricos de tipologia T3, ou seja, térreo mais três, dispostos em três setores relativamente centralizados no terreno e cujas fachadas de maior extensão, estão voltadas para o nordeste e para o sudoeste do terreno. São 760 unidades habitacionais em sua totalidade, sendo que 704 unidades

compõem a tipologia T3, as outras unidades são casas térreas não incluídas neste estudo. A área de cada unidade é de 40,71 m². Os blocos de apartamentos são interligados por ruas que permitem o acesso às unidades (Figura 36).



PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTA

Figura 36 - planta de locação e cobertura

Fonte: DIRHAB-SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

A Figura 37 mostra a disposição dos blocos do Casarão do Cordeiro em perspectiva aérea.

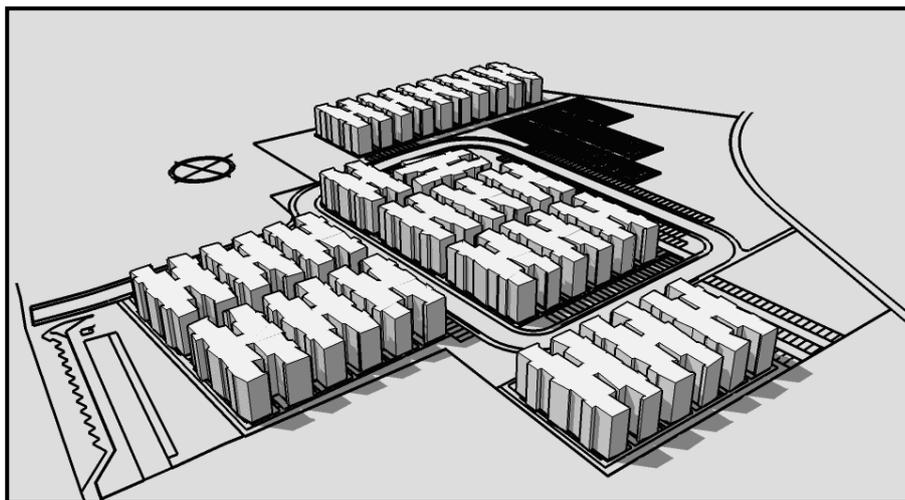


Figura 37 - perspectiva aérea do conjunto Casarão do Cordeiro

4.1.2.3 Descrição Geral

A obra foi iniciada em 04/2005 e concluída em 12/2006. Utilizou-se alvenaria de blocos cerâmicos, semelhantemente ao conjunto Beira Rio, sobre laje radier para o térreo, e laje treliçada com bloco cerâmico, para os demais pavimentos. As fachadas deste conjunto não receberam revestimento em argamassa, apesar de recomendado pelas normas. Foram pintadas com textura acrílica, diretamente sobre os blocos cerâmicos de alvenaria. Foram feitas modificações pela comunidade de moradores em termos de aberturas de paredes para caixa de ar condicionado. Além disso, foram feitos furos para instalação de antenas externas, colocação de grades nas janelas do pavimento térreo, fechamento, com tijolos cerâmicos, de janelas e de acesso a alguns blocos, com tijolos cerâmicos.

4.1.2.4 Material para pesquisa

A Prefeitura da Cidade do Recife, através da sua Diretoria de Habitação, disponibilizou, para a realização deste trabalho de pesquisa, as plantas de locação e situação, planta baixa do pavimento tipo e as fachadas.

4.1.2.5 Características do Projeto

A área construída por unidade é de 40,71 m². A forma geométrica dos blocos é simétrica, em forma de H (Figura 38), no que se assemelha ao conjunto da Torre.

As fachadas principais, voltadas para o nordeste/sudoeste, em seu projeto original, possuem janelas em esquadria de madeira, sem detalhes construtivos do tipo pingadeira, porém, foram colocados beirais como elemento de proteção das fachadas de maior extensão (fachada principal) (Figura 39).

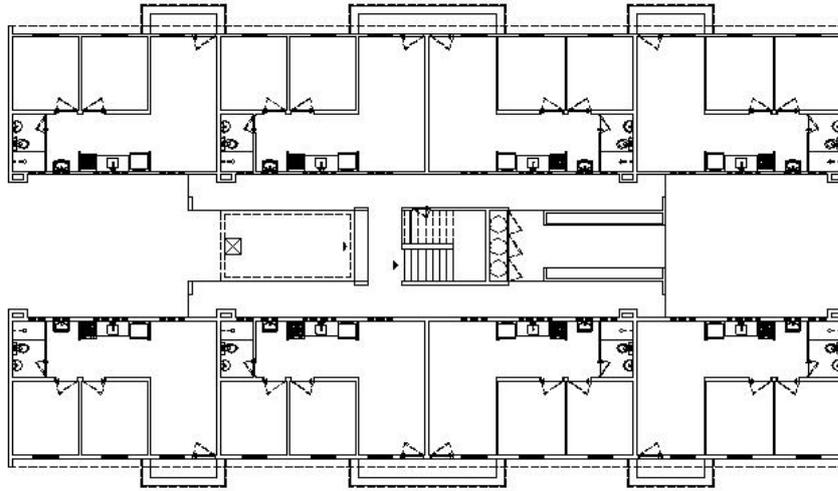


Figura 38 - planta baixa do pavimento tipo

Fonte: DIRHAB-SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

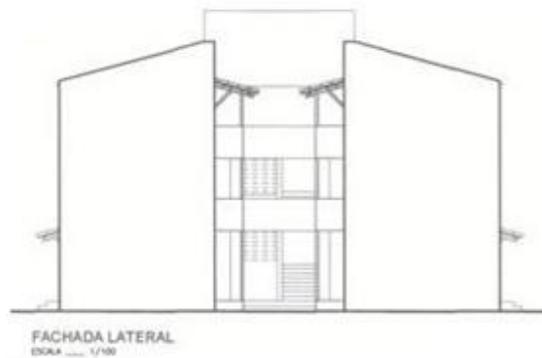


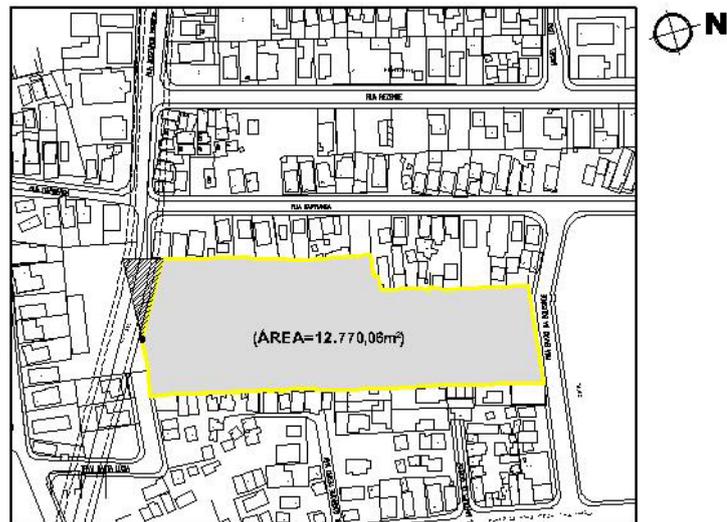
Figura 39 - fachada principal e lateral

Fonte: DIRHAB-SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

4.1.3 Conjunto habitacional Abençoada por Deus

4.1.3.1 Localização Geográfica do Conjunto Habitacional

O conjunto habitacional Abençoada por Deus fica situado no bairro da Iputinga – RPA-4. Foi construído em uma área de 12.770,06 m², como mostra a Figura 40.



PLANTA DE SITUAÇÃO

Figura 40 - planta de situação do conjunto
 Fonte: DIRHAB – SECRETARIA DE PLANEJAMENTO – PCR, 2008

4.1.3.2 Caracterização do Conjunto

O conjunto Abençoada por Deus é formado por onze blocos. Os apartamentos são do tipo térreo mais três pavimentos. Cada unidade possui 39 metros quadrados. A Figura 41 mostra a planta de locação e cobertura do conjunto e a Figura 42 mostra a sua perspectiva aérea.



Figura 41 - planta de localização e cobertura do CH Abençoada por Deus
Fonte: DIRHAB –SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

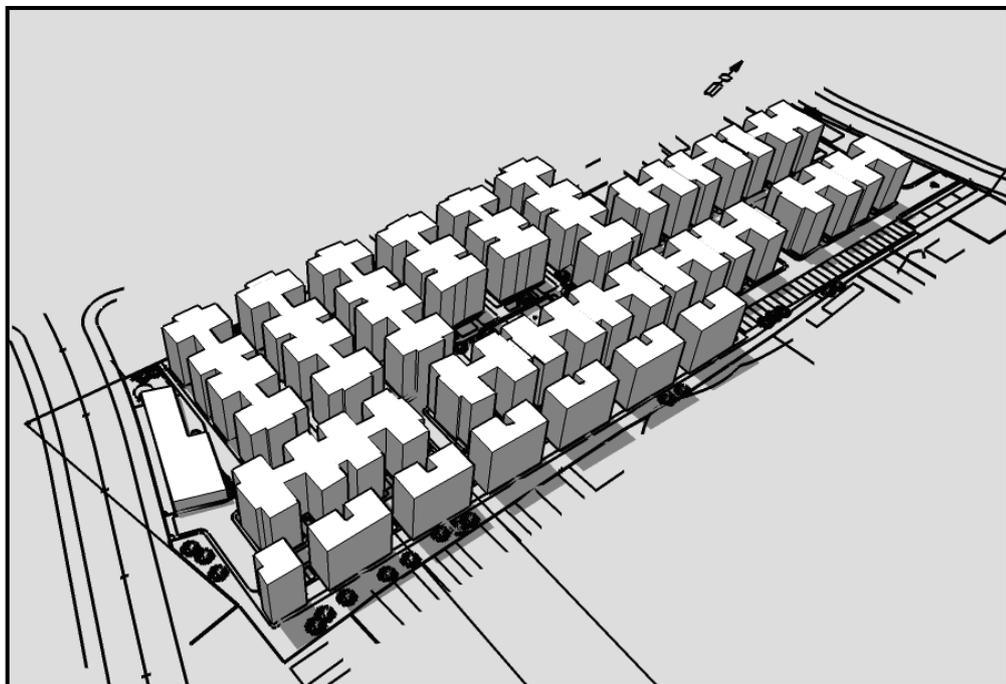


Figura 42 - perspectiva aérea do conjunto Abençoada por Deus

4.1.3.3 Descrição Geral

Sua construção é bastante recente. A obra teve início em Dezembro/2006 e término, com entrega, em Julho/2008. O revestimento externo é formado por chapisco e massa única com aditivo plastificante e pintura com textura acrílica na cor verde.

4.1.3.4 Material para a Pesquisa

O material disponibilizado pela Prefeitura da Cidade do Recife consta de planta baixa do pavimento tipo, plantas de situação/ locação e fachadas.

4.1.3.5 Características do Projeto

Os blocos em forma de H são simétricos e dispostos no terreno de forma a ocupar o máximo possível da área disponível para construção. São próximos uns dos outros e interligados por ruas de acesso. As paredes externas não possuem muitos detalhes construtivos e basicamente as janelas e frisos feitos na argamassa de revestimento são os elementos presentes nas fachadas. Não existem beirais para proteção das paredes das fachadas. Os blocos são circundados por áreas com pavimentação, exceto naquelas reservadas para jardim.

A Figura 43 mostra a planta do pavimento tipo e fachadas: frontal (sudeste/noroeste) e lateral (sudoeste/ nordeste).

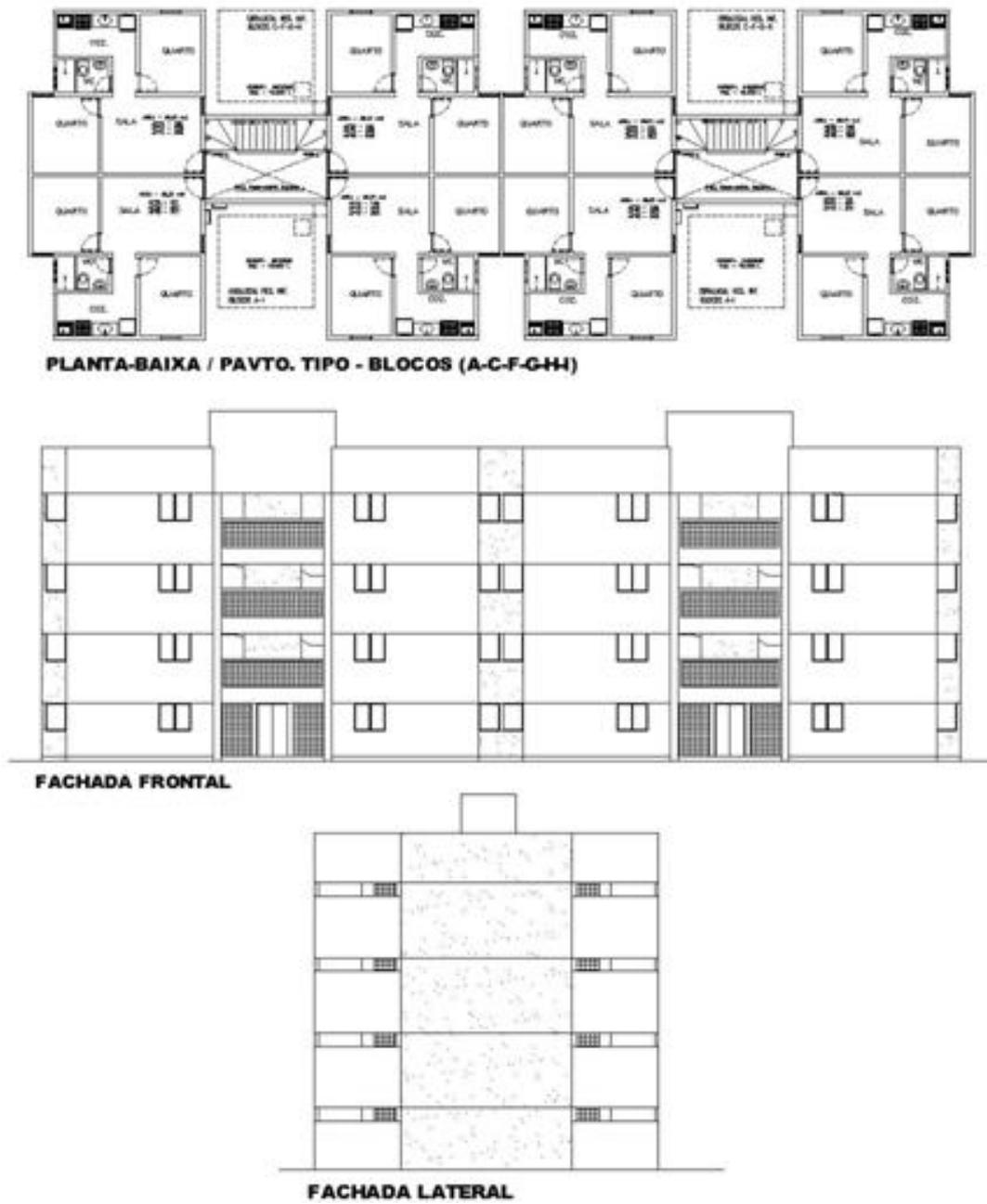


Figura 43 - planta baixa do pavimento tipo e fachadas
 Fonte: DIRHAB – SECRETARIA DE PLANEJAMENTO-PCR, 2008

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ORIENTAÇÃO DAS FACHADAS DOS TRÊS CONJUNTOS

Foi possível observar pelas plantas de situação dos conjuntos que a disposição dos blocos que os compõem é diversa. As fachadas voltadas para a mesma orientação geográfica possuem características arquitetônicas diferentes, o que torna a leitura das alterações patológicas, sobre as fachadas dos conjuntos, menos homogênea. Observou-se, também, que o ângulo que as fachadas formam em relação ao norte magnético (Figura 2 – capítulo I), não é igual entre os conjuntos.

Todavia, pelo fato desta diferença não ser tão relevante, o estudo comparativo das fachadas dos três conjuntos pôde ser realizado, independentemente da diferença de elementos presentes em cada conjunto, dando-se mais ênfase à incidência de insolação e ventilação. A análise da orientação geográfica real das fachadas dos conjuntos revelou que as fachadas A, B, C e D estão voltadas aproximadamente para os pontos cardeais colaterais: Sudoeste, Sudeste, Nordeste e Noroeste, respectivamente.

A Figura 44 ilustra esta orientação.

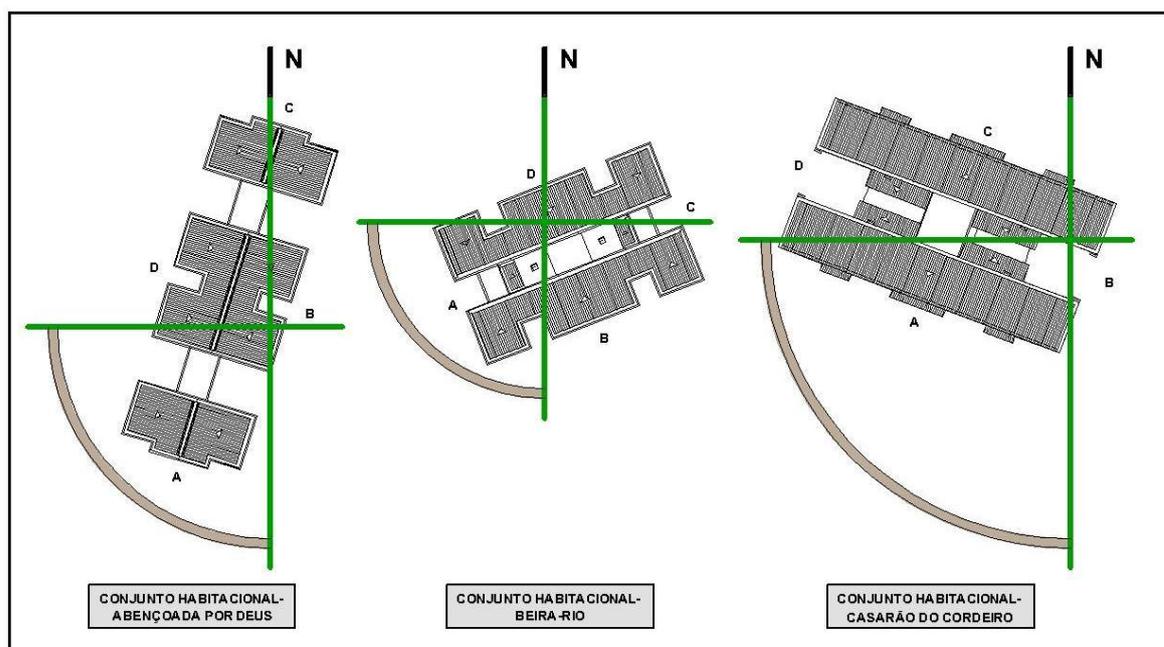


Figura 44 - orientação das fachadas A, B, C e D dos três conjuntos habitacionais

A Figura 45 mostra a mudança de orientação das fachadas do bloco 17 do CH Casarão do Cordeiro em relação aos demais blocos deste conjunto. A sua disposição no terreno não segue o mesmo padrão de implantação adotado para os outros. Este bloco sofreu uma rotação de 90° em relação à disposição padrão, e, portanto, as fachadas A, B, C e D, para este bloco, não são as mesmas fachadas A, B, C e D dos demais blocos, em termos de características arquitetônicas.

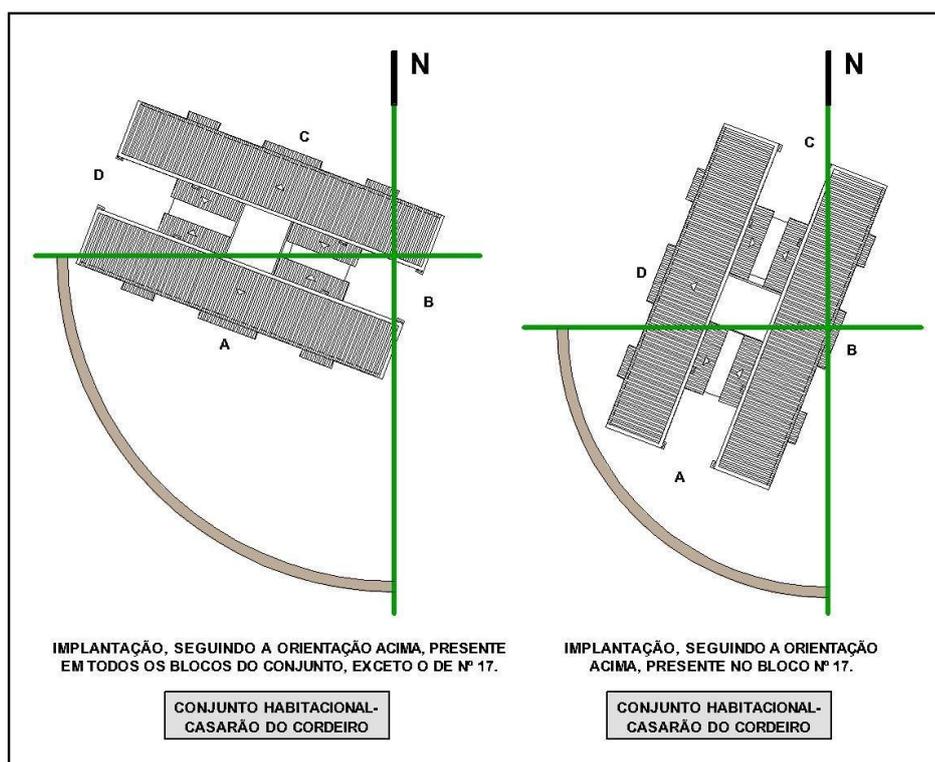


Figura 45 - rotação do bloco 17 em relação ao norte

Semelhantemente, a implantação dos blocos C, D, E, F, G e H em relação aos blocos A, B, I, J e K, do Abençoada por Deus, também apresenta mudança nas características arquitetônicas das fachadas voltadas para a mesma orientação geográfica (Figura 46). Entretanto, essa mudança não interferiu no registro e contagem das manifestações patológicas, uma vez que os detalhes presentes nas diferentes fachadas foram considerados como elementos adicionais na comparação dos resultados.

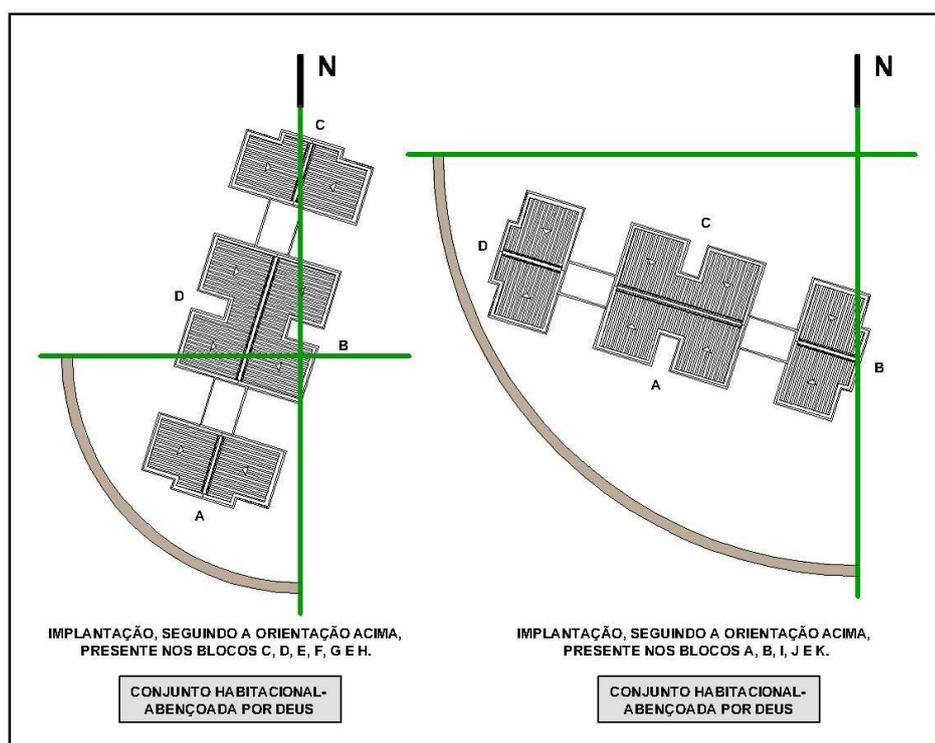


Figura 46 – rotação dos blocos em relação ao norte

O Quadro 16 apresenta a orientação geográfica a que as fachadas A, B, C e D dos três conjuntos correspondem. Todas as fachadas A de qualquer um dos conjuntos se voltam para o ponto cardinal colateral sudoeste. As fachadas B para o sudeste, as C para o nordeste e as D para o noroeste. Este quadro resume o esquema de orientação das fachadas de acordo com a nomenclatura adotada, comum a todos os conjuntos.

Quadro 16- orientação geográfica das fachadas

FACHADAS	ORIENTAÇÃO GEOGRAFICA
A	SUDOESTE
B	SUDESTE
C	NORDESTE
D	NOROESTE

4.3 REGISTRO, DESCRIÇÃO E POSSÍVEIS CAUSAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS TRÊS CONJUNTOS

O registro do levantamento de dados feito sobre a situação dos três conjuntos foi baseado no preenchimento da ficha de vistoria mostrada no Quadro 12.

As informações contidas nas fichas foram sintetizadas em um quadro onde se pode ter uma visão geral da situação dos três conjuntos, na época do levantamento (realizado entre agosto-setembro 2008) (Quadro 17).

Quadro 17 - quadro geral com informações sobre os conjuntos

NOME DO CONJUNTO	BEIRA RIO	CASARÃO DO CORDEIRO	ABENÇOADA POR DEUS
CARACTERÍSTICAS			
Tipologia	Térreo+3 (T3)	Térreo+3	Térreo+3
Sistema construtivo	Alvenaria estrutural	Alvenaria estrutural	Alvenaria estrutural
Nº de blocos	10	22	11
Construção (término)	Mar/04	Dez/06	Jul/08
Tempo de uso*	Mais de 4 anos	Mais de 1 ano	Menos de 6 meses
Intervenções no projeto original da fachada	Colocação de grades nas janelas. Fechamento de aberturas com tijolo cerâmico	Construção de acréscimos de cômodos em algumas unidades térreas ("puxadas"). Fechamento de algumas entradas de acesso aos blocos com tijolo cerâmico	Colocação de grade nas janelas. Fechamento de aberturas com tijolo cerâmico
Intervenções de manutenção	Pintura em trechos de algumas fachadas, na tentativa de esconder manchas de fungo, por iniciativa dos moradores	Pintura em paredes de alguns blocos, no andar térreo, sem preocupação em seguir os padrões de projeto	Nenhuma
Estado de conservação	Ruim	Regular	Bom
Bloco cerâmico	Sim	Sim	Sim
Argamassa+pintura	Sim	Não	Sim
S/ argamassa+pintura	Não	Sim	Não
Calçada de proteção na base dos blocos	Sim	Sim	Sim, exceto nas áreas reservadas a jardineiras

* Contado até o ano do levantamento realizado entre agosto/setembro de 2008.

Observou-se que nenhum dos conjuntos recebeu algum tipo de manutenção preventiva ou corretiva, e que as fachadas dos três conjuntos apresentam patologias em graus variados,

dependendo das idades dos mesmos. Estes dois aspectos, manutenção e idade, foram os principais indicadores para se definirem os três graus de conservação a serem descritos a seguir. Considerou-se, em primeiro lugar, como BOM, o conjunto que apresentou o menor grau de deterioração do revestimento da fachada e conserva as características de pintura originais do projeto de fachada. Em segundo lugar, como REGULAR, o que apresentou um estado médio de deterioração, ou seja, as áreas afetadas pelas manifestações foram menores em cada superfície, estando geralmente localizadas nas extremidades superior e inferior das paredes (aparência da pintura modificada pela presença de manchas de umidade com proliferação de fungos). E, em terceiro lugar, como RUIM, por apresentar o maior grau de deterioração superficial pela grande disseminação de patologias sobre a superfície (a pintura perdeu totalmente as características originais do projeto). Vale salientar que a maior parte das patologias observadas ocupa áreas nos planos das fachadas, e poucas delas são pontuais, o que reflete no efeito visual de maior deterioração de determinada anomalia em relação à outra, podendo este efeito ser mais intenso ou menos intenso na superfície de acordo com o tamanho da área que ocupa.

Alguns elementos de proteção foram observados no andar térreo, como por exemplo, pórticos de entrada das unidades térreas no Casarão do Cordeiro, calçada na base das paredes, presente na maior parte dos blocos do Abençoada, e em todos os blocos do Casarão e Beira Rio.

Nas visitas realizadas (em 2008) aos conjuntos foi observada uma série de alterações patológicas nas fachadas dos blocos de cada conjunto, levantadas pelo método da incidência, já mencionado no capítulo 3. Estes registros foram organizados, por conjunto, na ficha do Quadro 13, conforme mostram os Quadros 18, 19 e 20.

O Quadro 18 refere-se às patologias levantadas no CH Beira Rio.

Quadro 18 - anomalias nas fachadas do conjunto Beira Rio

QUADRO GERAL DE REGISTRO DAS PATOLOGIAS DE FACHADA DO CONJUNTO HABITACIONAL BEIRA RIO			
Nº	MANIFESTAÇÕES	ASPECTOS OBSERVADOS	POSSÍVEIS CAUSAS
1	FUNGO	1. Manchas pretas espalhadas pela parede, com maior incidência nas extremidades superiores das fachadas, verga e peitoril das janelas e áreas de pouca iluminação solar 2. Manchas esverdeadas na base das fachadas próximas a jardins improvisados	Presença de umidade associada à proliferação de microorganismos e com sujidade atmosférica (fuligem, pó, etc.); criação de zonas de pouca ventilação e insolação que favorecem a presença de umidade; Proliferação de microorganismos por umidade constante localizada, possivelmente proveniente do solo
2	FISSURAS SUPERFICIAIS	1. Linhas horizontais na superfície vertical superior do prédio no nível das lajes e vergas das janelas; 2. Linhas disseminadas, localizadas preferencialmente nas áreas centrais e superiores da fachada.	Movimentação térmica da laje (dilatação); flexão da laje; flexão da parede na vertical. Retração da argamassa por excesso de finos no traço; secagem rápida.
3	EMPOLAMENTO	Formação de bolhas na pintura, provocando seu descolamento da superfície	Acúmulo de poeira na superfície e infiltração de umidade
4	DESCOLORAÇÃO	1. Irregularidade na superfície do reboco e textura da pintura; 2. Paredes com coloração desbotada.	Substrato irregular e aplicação desordenada da tinta; Incidência diária de radiação solar e luminosa sobre a pintura.
5	MANCHAS DE CORROSÃO	Escorrimento sobre a superfície vertical de matéria, com aspecto ferruginoso, proveniente de regiões pontuais na argamassa.	Impurezas na argamassa de assentamento, tais como: concreções ferruginosas, presentes na areia; pedaços de prego ou arame.

Nesta época, um registro fotográfico foi realizado, in loco, e selecionadas as fotos que mostram com mais clareza a situação das fachadas dos três conjuntos.

Nas Figuras 47, 48 e 49 constata-se a incidência de fungo, com maior intensidade na base das paredes. Esta ocorrência se faz presente, também, na extremidade superior da fachada B do bloco 5, ilustrada na Figura 48.



Figura 47 – presença de fungo nas superfícies recuadas da fachada



Figura 48 – presença de fungo ao longo da fachada B

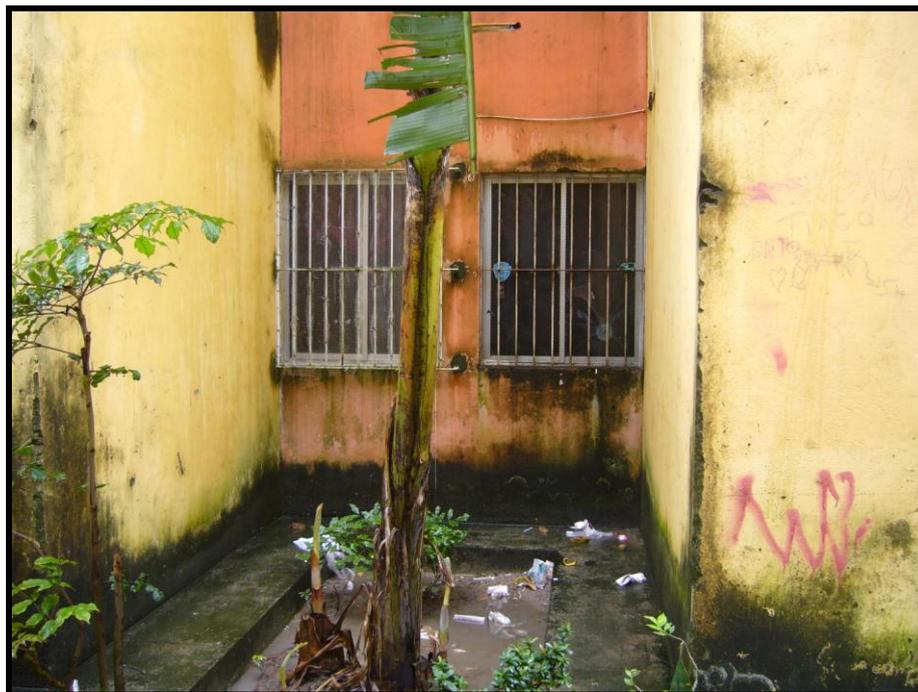


Figura 49 - fungo concentrado na base das paredes e peitoril

As Figuras 50 e 51 mostram fissuras aparentemente superficiais na região superior das fachadas.

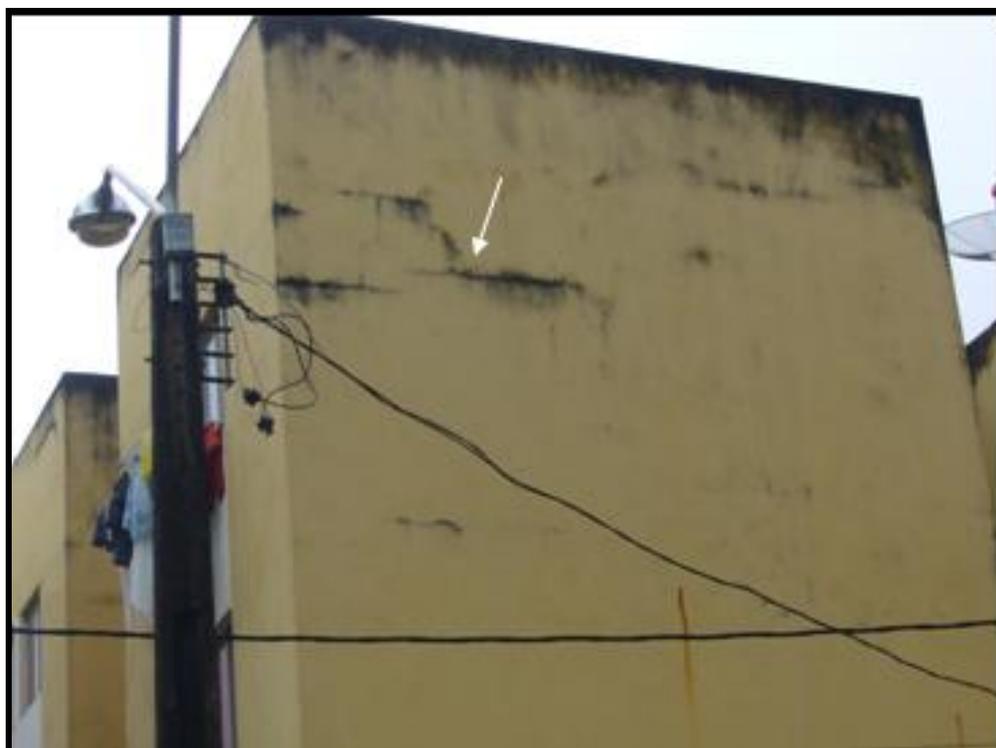


Figura 50 - fissuras horizontais na região superior da fachada



Figura 51 - fissuras mapeadas esparsas na área superior

A Figura 52 mostra os efeitos da descoloração angular, pela irregularidade do reboco, sobre a superfície com alta incidência de luz solar. O desbotamento da pintura é visível.



Figura 52 - descoloração angular

A Figura 53 mostra o efeito do empolamento da pintura sobre a superfície aparentemente úmida. O surgimento de bolhas é seguido pelo descolamento da película da tinta.



Figura 53 – empolamento na película da tinta

A Figura 54 mostra a descoloração da pintura sobre a parede. Esta ocorrência foi observada nas fachadas revestidas com pintura na cor branca.



Figura 54 - descoloração sobre a pintura

A Figura 55 mostra a ocorrência de manchas pontuais de corrosão provavelmente causadas por material ferruginoso na argamassa de amassamento.



Figura 55 - manchas pontuais de corrosão

O Quadro 19 refere-se às patologias levantadas no Casarão do Cordeiro.

Quadro 19 - anomalias nas fachadas do conjunto Casarão do Cordeiro

QUADRO GERAL DE REGISTRO DAS PATOLOGIAS DE FACHADA DO CONJUNTO HABITACIONAL CASARÃO DO CORDEIRO			
Nº	MANIFESTAÇÕES	ASPECTOS OBSERVADOS	POSSÍVEIS CAUSAS
1	FUNGO	1. Presença de manchas pretas nos tijolos das fachadas sem o elemento beiral e base das fachadas; manchas pretas em partes isoladas do beiral; 2. Proliferação de microorganismos na base das fachadas.	Umidade nos tijolos com presença de sujidade atmosférica; umidade por provável ocorrência de telha quebrada no beiral; Umidade na base da parede: por respingo de água de chuva; e proveniente do solo.
2	EFLORESCÊNCIA	Manchas brancas escorridas das argamassas de assentamento, em alguns pontos da fachada.	Lixiviação de sais na cor branca das argamassas de assentamento.
3	FISSURAS SUPERFICIAIS	Fissuras horizontais na linha da laje de cobertura e caixa d'água.	Movimentação térmica da laje e falta de amarração da parede da platibanda com a laje.
4	MANCHAS DE CHUVA	Presença de manchas escorridas sobre as fachadas em tonalidade diferente à da tinta.	Escorrimento de água de chuva, no sentido vertical, solubilizando substâncias presentes na tinta.
5	DESCOLAMENTO DA PINTURA	Destacamento da película de pintura, do tijolo.	Presença de umidade na superfície do tijolo; falta de aderência da tinta ao substrato.
6	DESAGREGAMENTO DO TIJOLO	Presença de tijolos quebrados, localizados em pontos esparsos da fachada.	Qualidade do material comprometida, pela possível falta de cozimento adequado do bloco cerâmico; Expansão por umidade.
7	MANCHAS DE UMIDADE NO TIJOLO	1. Manchas verticais sobre a superfície, provenientes dos tijolos com indícios de umidade; 2. Parede externa manchada por umidade, vinda do interior da edificação.	Umidade no tijolo mal cozido; Instalação hidráulica danificada e paredes internas sem revestimento cerâmico.
8	MANCHAS DE CORROSÃO	1. Manchas escorridas localizadas próximas a tubulações hidráulicas; 2. Manchas provenientes da argamassa de assentamento.	Umidade por vazamento; Pedaços de ferro, arame ou impurezas presentes na argamassa de assentamento.

As Figuras 56 a 63 ilustram as patologias levantadas no Casarão do Cordeiro.

A Figura 56 mostra a presença de manchas de chuva sobre as superfícies em tinta azul e verde.

Observou-se que estas manchas permanecem sem a presença da água da chuva, provavelmente pela solubilização de substâncias presentes na composição química da tinta.



Figura 56 - manchas sobre as fachadas

As Figuras 57 e 58 mostram a presença de fungo na superfície das paredes, que se manifesta em cores (preta e verde) e em locais diferentes.

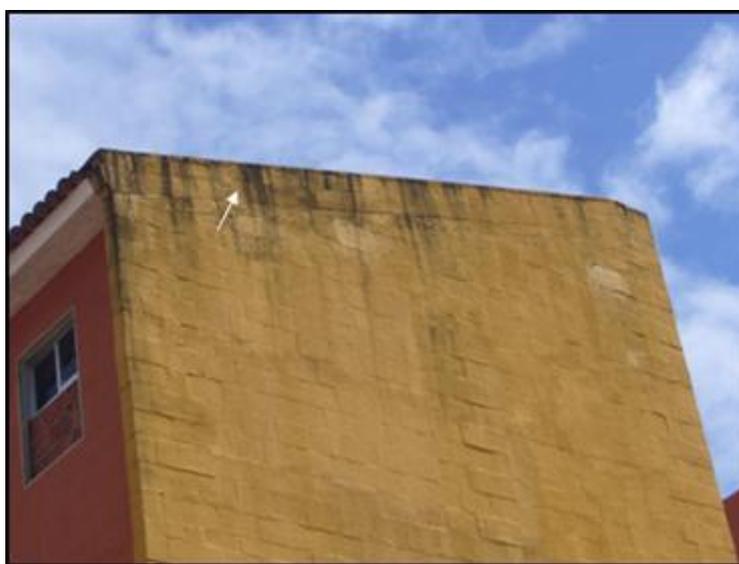


Figura 57 - fungo na extremidade superior da parede

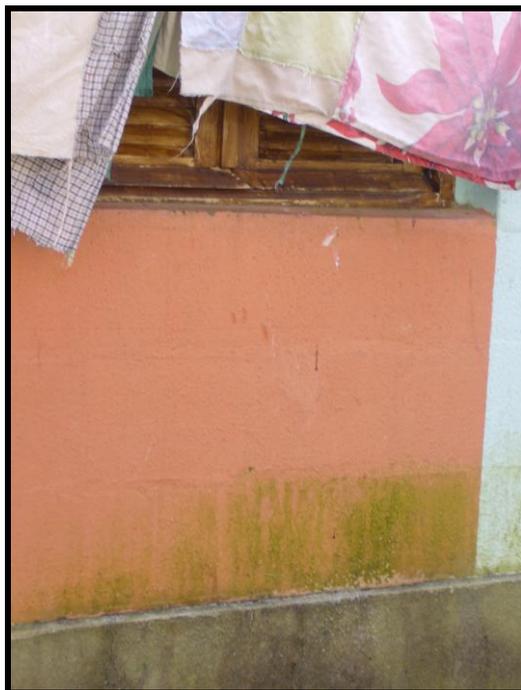


Figura 58 - fungo por presença de umidade na base da parede

A Figura 59 apresenta a ocorrência de manchas brancas escorridas (eflorescência) e mancha de corrosão, possivelmente, provenientes das juntas de argamassa de assentamento dos blocos, na região da caixa d'água (para as eflorescências) e em locais diversos (para as manchas de corrosão).

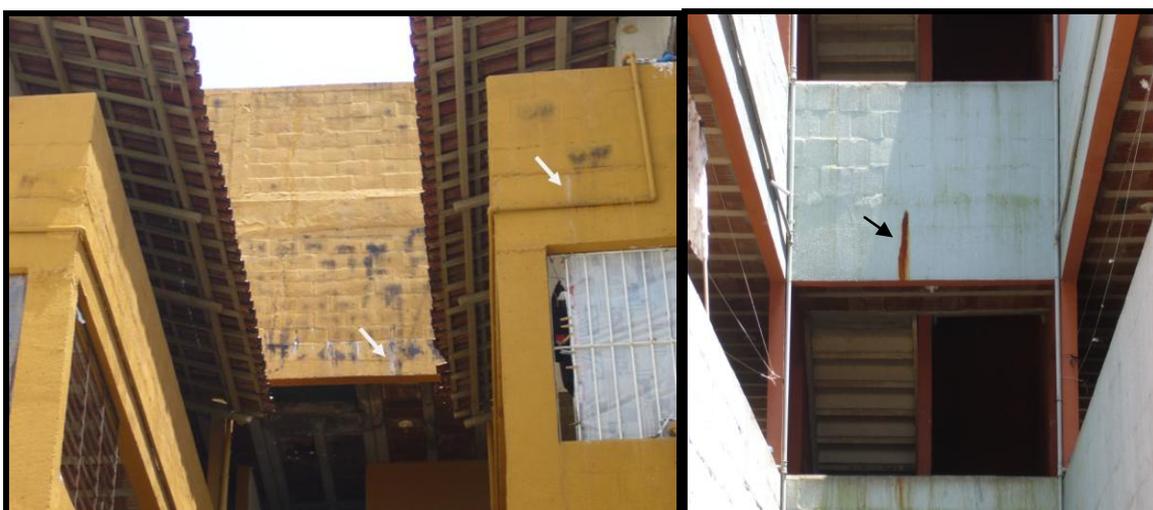


Figura 59 - manchas de eflorescência (setas brancas) e corrosão (seta preta)

A Figura 60 apresenta manchas no tijolo, com forte indício de lixiviação de material cerâmico proveniente do tijolo por presença de umidade, também, fissuras superficiais próximas à caixa d'água.



Figura 60 - manchas no tijolo (seta branca) e fissura superficial (seta preta)

A Figura 61 mostra mancha na parede, localizada próxima ao banheiro de uma das unidades do primeiro andar, com presença de fungo. A mancha é possivelmente proveniente de vazamento interno por dano em instalação hidráulica.



Figura 61 - mancha por vazamento interno

A Figura 62 mostra a base da parede com ocorrência de descolamento de pintura, provavelmente por presença de umidade ascensional vinda do solo.



Figura 62 - descolamento da pintura

A Figura 63 apresenta ocorrência de desagregamento do tijolo, por possível falta de cozimento adequado.



Figura 63 - desagregamento do tijolo

O Quadro 20 refere-se às patologias levantadas no conjunto habitacional Abençoada por Deus.

Quadro 20 - anomalias nas fachadas do CH Abençoada por Deus

QUADRO GERAL DE REGISTRO DAS PATOLOGIAS DE FACHADA DO CONJUNTO HABITACIONAL ABENÇOADA POR DEUS			
Nº	MANIFESTAÇÕES	ASPECTOS OBSERVADOS	POSSÍVEIS CAUSAS
1	FUNGO	Proliferação de microorganismos na base das fachadas	Umidade na base da parede proveniente: das jardineiras; do respingo de água de chuva; do solo.
2	MANCHAS DE CORROSÃO	Escorrimento sobre a superfície vertical de material com aspecto ferruginoso proveniente de regiões pontuais da fachada, na argamassa de assentamento	Impurezas na argamassa de assentamento, tais como: concreções ferruginosas, presentes na areia; pedaços de prego ou arame.
3	DESCOLAMENTO DA PINTURA	Destacamento da película da pintura em placas endurecidas e quebradiças	Presença de umidade na interface do reboco durante ou após a pintura; falta de aderência da tinta ao substrato.
4	EMPOLAMENTO	bolhas na pintura, provocando seu descolamento da superfície	Presença de umidade sob a película

As Figuras 64 a 67 mostram a situação levantada no local, das fachadas do conjunto Abençoada por Deus.

A Figura 64 mostra a presença de fungo na base dos edifícios, em grande parte dos blocos, provavelmente proveniente de umidade do solo.



Figura 64 - fungo na base das paredes

A Figura 65 mostra a presença de bolhas na pintura por presença de umidade.



Figura 65 - bolhas na pintura

A Figura 66 mostra a ocorrência de mancha de corrosão na fachada, possivelmente proveniente de material ferruginoso na argamassa de assentamento dos blocos.



Figura 66 - mancha de corrosão

A Figura 67 ilustra o descolamento da pintura em placa. Possivelmente provocado por umidade ascensional e consequente falta de aderência do substrato.



Figura 67 – descolamento da pintura

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTIDADE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CADA FACHADA DOS CONJUNTOS

Pelo método da intensidade, foram contabilizadas todas as ocorrências de uma mesma patologia, uma vez por fachada A, B, C e D, por bloco. Este método foi adaptado do original (aplicado em estruturas de concreto armado), já citado anteriormente neste estudo, para as superfícies com revestimento em pintura, e também para as superfícies pintadas diretamente sobre tijolo. Os Quadros 21 a 23 apresentam, de forma sistemática, a situação observada nas fachadas de cada conjunto.

Nestes quadros foram agrupadas todas as manifestações levantadas nos três conjuntos, a fim de melhor visualizar a frequência absoluta e relativa das ocorrências por fachada, e por conjunto.

Quadro 21- contabilização das ocorrências no conjunto Beira Rio

	Conjunto habitacional Beira Rio									
	Fases (40/4=10F)									
	Fa		Fb		Fc		Fd		Total	
PATOLOGIAS	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Fungo	10	25	10	25	10	25	10	25	40	100
Manchas de umidade nos tijolos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manchas de chuva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eflorescência	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empolamento da pintura	-	-	-	-	1	2,5	-	-	1	2,5
Descolamento de pintura	1	2,5	-	-	1	2,5	-	-	2	5
Manchas de corrosão	4	10	-	-	-	-	2	5	6	15
Descoloração da pintura	3	7,5	6	15	2	5	2	5	13	32,5
Desagregamento do tijolo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fissura superficial	8	20	3	7,5	6	15	3	7,5	20	50

4.4.1 Situação das fachadas para o conjunto habitacional Beira Rio

Observou-se que as quatro fachadas de todos os blocos deste conjunto apresentaram percentuais relativamente variados para cada tipo de manifestação. Entretanto, o tipo de ocorrência mais evidenciado foi o fungo, bastante disseminado por toda a superfície, e com registro em 100% das fachadas (Quadro 21). O Quadro 24 mostra a distribuição dos tipos de manifestações observadas em todas as fachadas A, B, C e D do conjunto Beira Rio. É possível se ter uma visão panorâmica das manifestações com ênfase nas fachadas voltadas para a mesma orientação geográfica.

Quadro 24- registro das ocorrências em cada fachada de cada bloco do Beira Rio

Patologias										
	Fungo	Manchas de umidade nos tijolos	Manchas de chuva	Eflorescência	Empolamento na pintura	Descolamento da pintura	Manchas de corrosão	Descoloração da pintura	Desagregamento do tijolo	Fissura superficial
Faces										
A1	■					■	■	■		■
A2	■						■			■
A3	■						■			
A4	■							■		■
A5	■							■		■
A6	■									■
A7	■									
A8	■						■			■
A9	■									■
A10	■									■
B1	■							■		■
B2	■									
B3	■							■		
B4	■									■
B5	■							■		
B6	■									
B7	■									
B8	■							■		
B9	■							■		■
B10	■							■		
C1	■				■	■		■		■
C2	■									■
C3	■									■
C4	■							■		
C5	■									■
C6	■									■
C7	■									■
C8	■									
C9	■									
C10	■									
D1	■						■			■
D2	■						■			■
D3	■									
D4	■							■		
D5	■									
D6	■									
D7	■									■
D8	■									■
D9	■									
D10	■									

As Figuras 68, 69, 70 e 71 ilustram, pelo método da intensidade, a contagem das ocorrências apresentadas no Quadro 24, em função do total de blocos deste conjunto.



Figura 68 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada A do conjunto Beira Rio

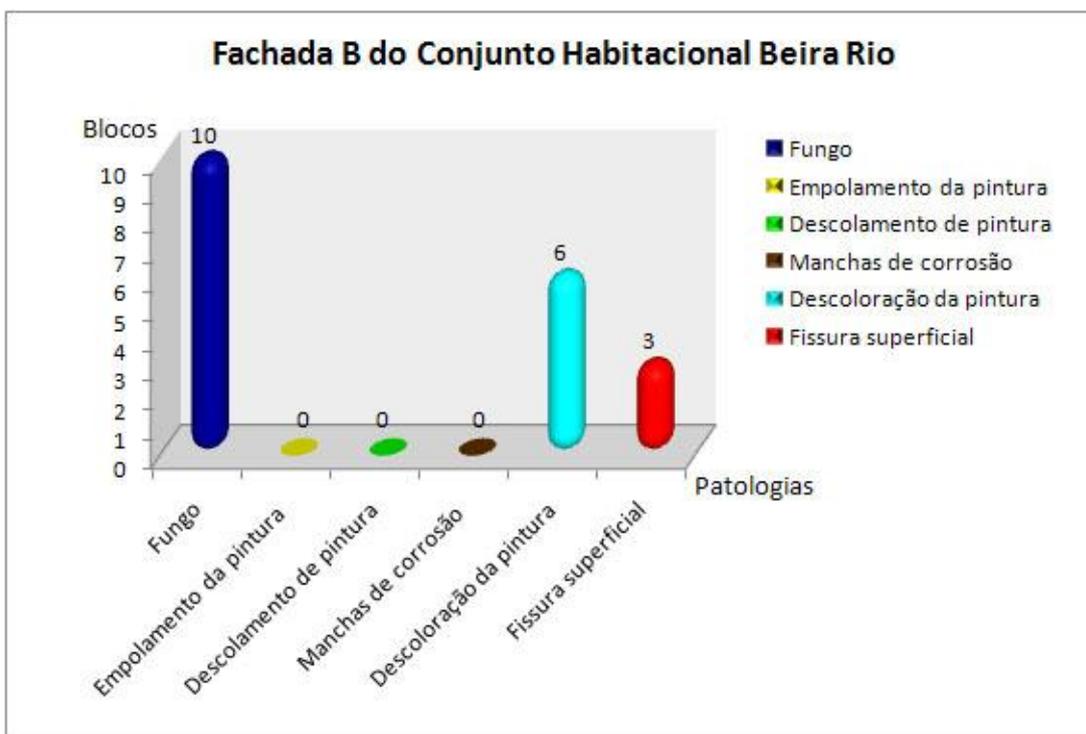


Figura 69- contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada B do conjunto Beira Rio

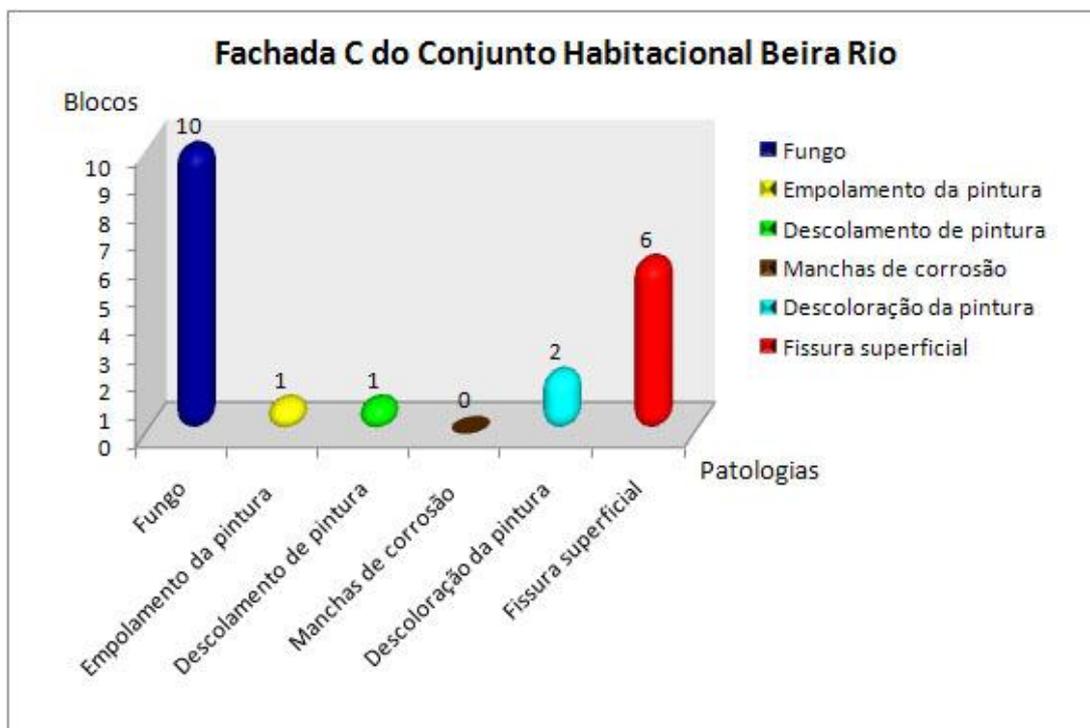


Figura 70 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada C do conjunto Beira Rio

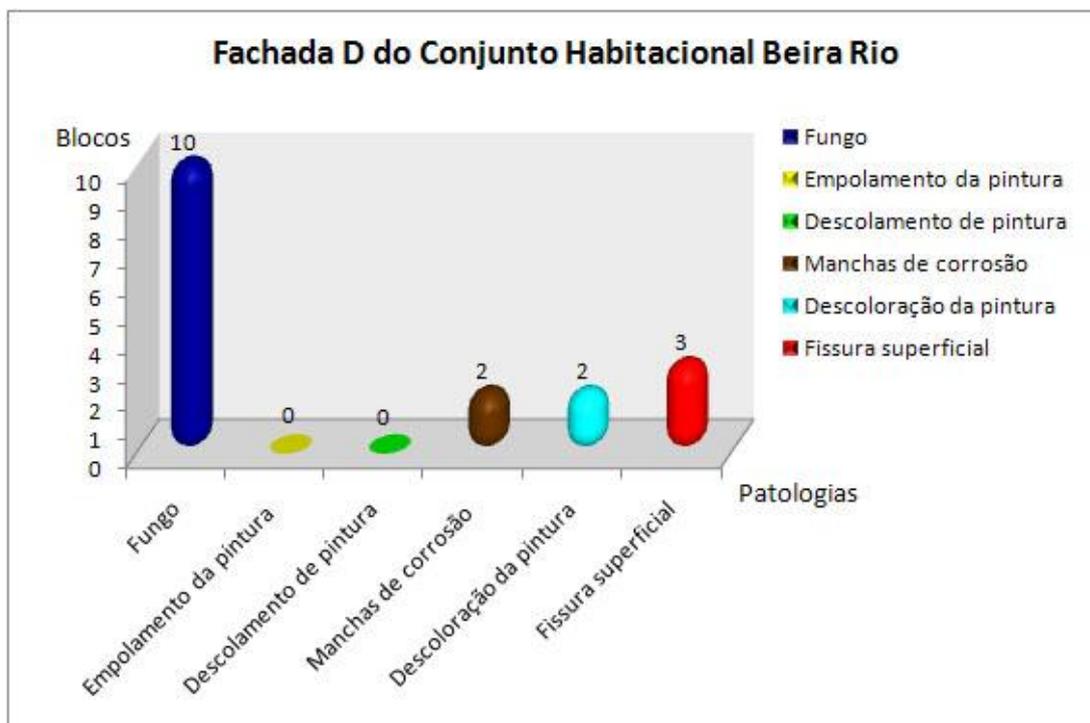


Figura 71 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada D do conjunto Beira Rio

4.4.2 Situação das fachadas para o conjunto habitacional Casarão do Cordeiro

Semelhantemente ao CH Beira Rio, a ocorrência maior no Casarão foi o fungo, em aproximadamente 72% do total das fachadas (Quadro 22). Entretanto, neste conjunto, esta anomalia se apresentou mais intensamente na região inferior das fachadas, com registros na região central e superior de alguns dos planos de fachada. Vale salientar que a ocorrência de fungo no Casarão não se assemelha, em termos visuais, à do Beira Rio, sendo, a deste, mais intensa em termos de área atingida, apresentando aspecto mais deteriorado que o Casarão.

O Quadro 25 apresenta o registro das ocorrências observadas neste conjunto. Pelo método da incidência, estes registros foram agrupados neste quadro com a finalidade de se obter uma visão mais homogênea da situação deste conjunto em relação às fachadas A, B, C e D.

Quadro 25 - registro das ocorrências em cada fachada de cada bloco do Casarão do Cordeiro

FACES	Patologias									
	Fungo	Manchas de umidade nos tijolos	Manchas de chuva	Eflorescência	Empolamento na pintura	Descolamento da pintura	Manchas de corrosão	Descoloração da pintura	Desagregamento do tijolo	Fissura superficial
A1	█									
A2	█									
A3	█									
A4	█									
A5	█									
A6	█									
A7	█									
A8	█									
A9			█						█	
A10	█									
A11	█									
A12			█							
A13	█									
A14	█									
A15	█									
A16	█									
A17	█					█			█	
A18	█					█				
A19	█									
A20	█									
A21	█						█			
A22	█									
<hr/>										
B1	█	█					█			
B2	█	█				█				
B3		█				█				
B4			█			█				
B5	█		█			█				
B6	█		█			█		█		
B7		█	█			█		█		
B8	█	█				█		█		
B9			█			█		█		
B10		█								
B11	█		█							
B12						█				
B13	█					█				
B14						█				
B15	█		█							
B16	█	█	█							
B17			█							
B18		█				█				
B19	█		█	█		█				
B20	█	█	█			█				
B21			█			█	█			
B22	█		█			█				

•continuação na próxima página

•continuação da página anterior

Patologias										
	Fungo	Manchas de umidade nos tijolos	Manchas de chuva	Eflorescência	Empolamento na pintura	Descolamento da pintura	Manchas de corrosão	Descoloração da pintura	Desagregamento do tijolo	Fissura superficial
Faces										
C1										
C2										
C3										
C4										
C5										
C6										
C7										
C8										
C9										
C10										
C11										
C12										
C13										
C14										
C15										
C16										
C17										
C18										
C19										
C20										
C21										
C22										
D1										
D2										
D3										
D4										
D5										
D6										
D7										
D8										
D9										
D10										
D11										
D12										
D13										
D14										
D15										
D16										
D17										
D18										
D19										
D20										
D21										
D22										

As Figuras 72, 73, 74 e 75 apresentam o número das ocorrências, por fachada, em função do total de blocos neste conjunto.

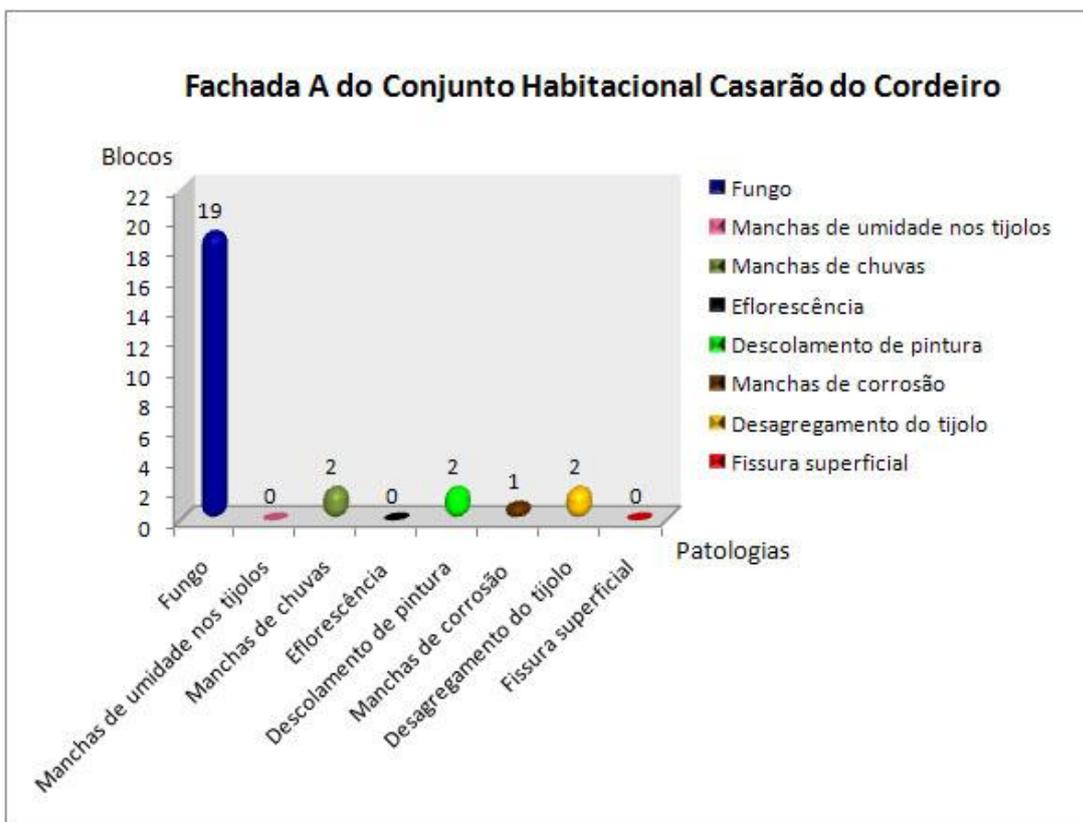


Figura 72 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada A do conjunto Casarão do Cordeiro

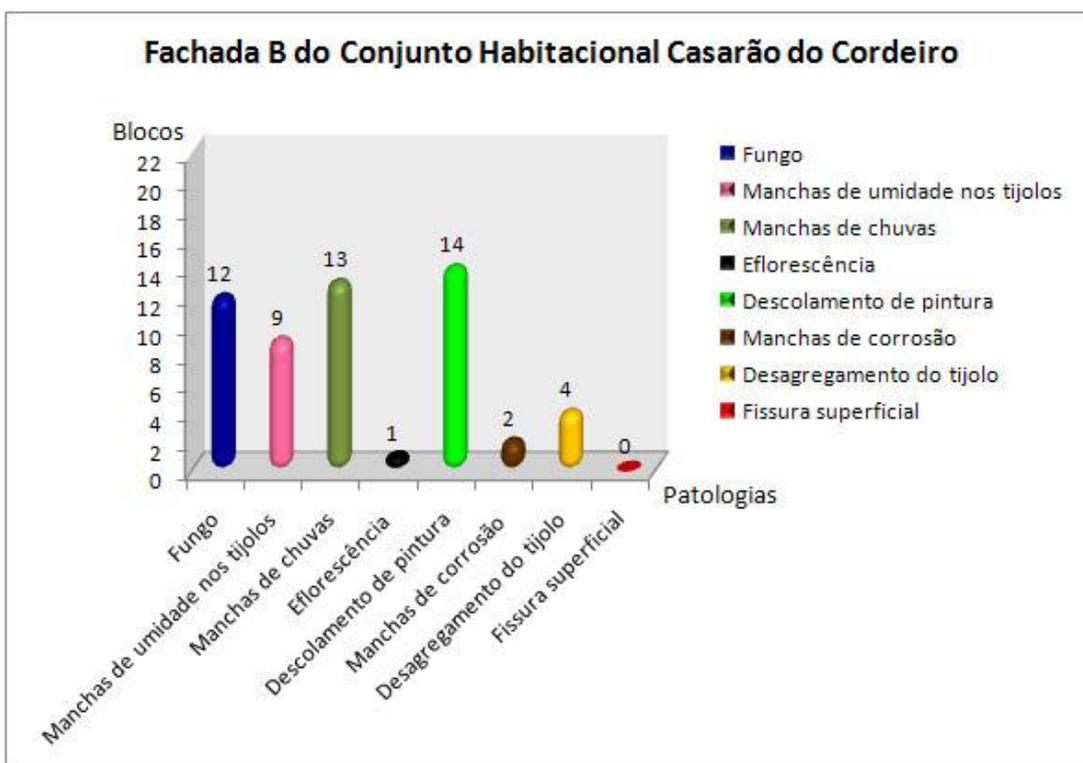


Figura 73 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada B do conjunto Casarão do Cordeiro

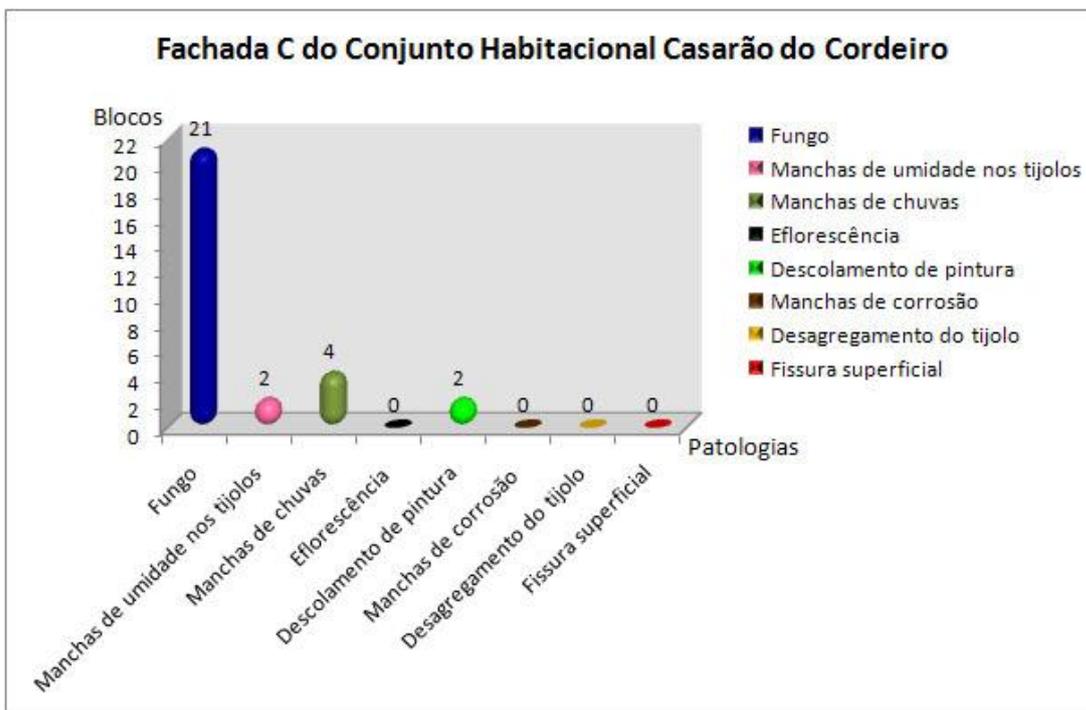


Figura 74 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada C do conjunto Casarão do Cordeiro

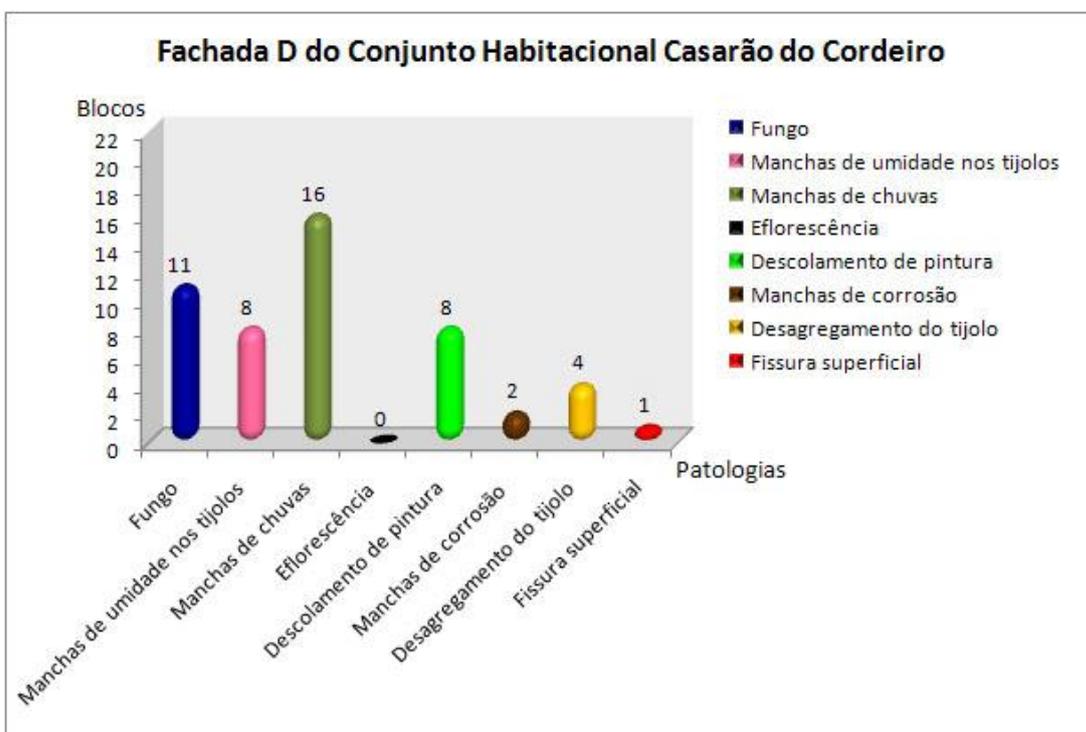


Figura 75 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada D do conjunto Casarão do Cordeiro

4.4.3 Situação das fachadas para o conjunto habitacional Abençoada por Deus

A distribuição de todas as ocorrências levantadas em campo para o conjunto habitacional Abençoada por Deus apresenta um percentual de aproximadamente 64% com presença de fungo, das 44 fachadas levantadas (Quadro 23). O aspecto visual do fungo observado para este conjunto se diferencia dos outros dois conjuntos, e a patologia se concentra mais na base das paredes, o que se leva a crer que a mesma deva ser proveniente de umidade ascensional do solo, uma vez que este conjunto é o mais recente dos três.

O Quadro 26 mostra o registro das patologias levantadas neste conjunto em relação a todas as fachadas com mesma orientação geográfica, ou seja, as fachadas A, B, C e D.

Quadro 26 - registro das ocorrências em cada fachada de cada bloco do Abençoada por Deus

Patologias										
	Fungo	Manchas de umidade nos tijolos	Manchas de chuva	Eflorescência	Empolamento na pintura	Descolamento da pintura	Manchas de corrosão	Descoloração da pintura	Desagregamento do tijolo	Fissura superficial
Faces										
A1 a	■									
A2 b	■					■				
A3 c										
A4 d	■									
A5 e	■				■	■				
A6 f	■				■	■				
A7 g	■				■	■				
A8 h	■									
A9 i	■				■	■				
A10 j	■									
A11 k										
B1 a	■				■	■				
B2 b	■				■	■				
B3 c	■				■	■				
B4 d	■						■			
B5 e	■									
B6 f	■									
B7 g							■			
B8 h	■									
B9 i						■				
B10 j	■					■				
B11 k	■									
C1 a						■				
C2 b										
C3 c					■	■				
C4 d					■	■				
C5 e	■									
C6 f	■				■	■				
C7 g						■				
C8 h	■					■				
C9 i	■					■				
C10 j					■	■				
C11 k										
D1 a	■					■				
D2 b										
D3 c	■					■				
D4 d							■			
D5 e	■				■	■				
D6 f	■				■	■				
D7 g						■				
D8 h	■					■				
D9 i	■					■				
D10 j	■				■	■				
D11 k	■									

Nas Figuras 76, 77, 78 e 79, é possível visualizar o número de blocos que apresentam as manifestações referidas no Quadro 26.

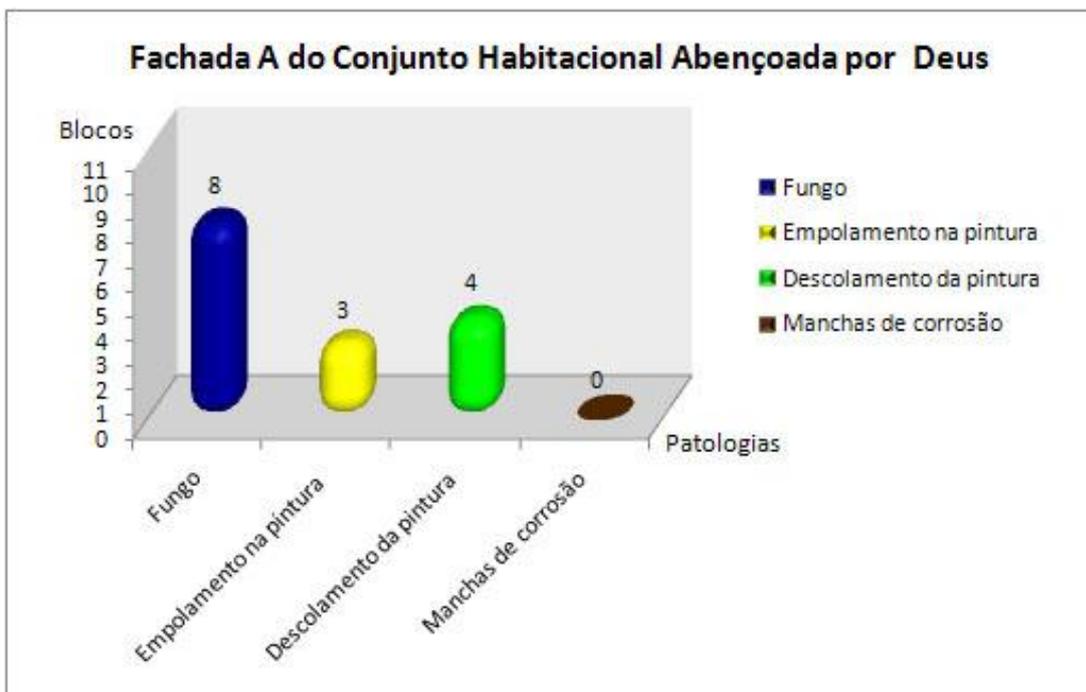


Figura 76 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada A do conjunto Abençoada por Deus

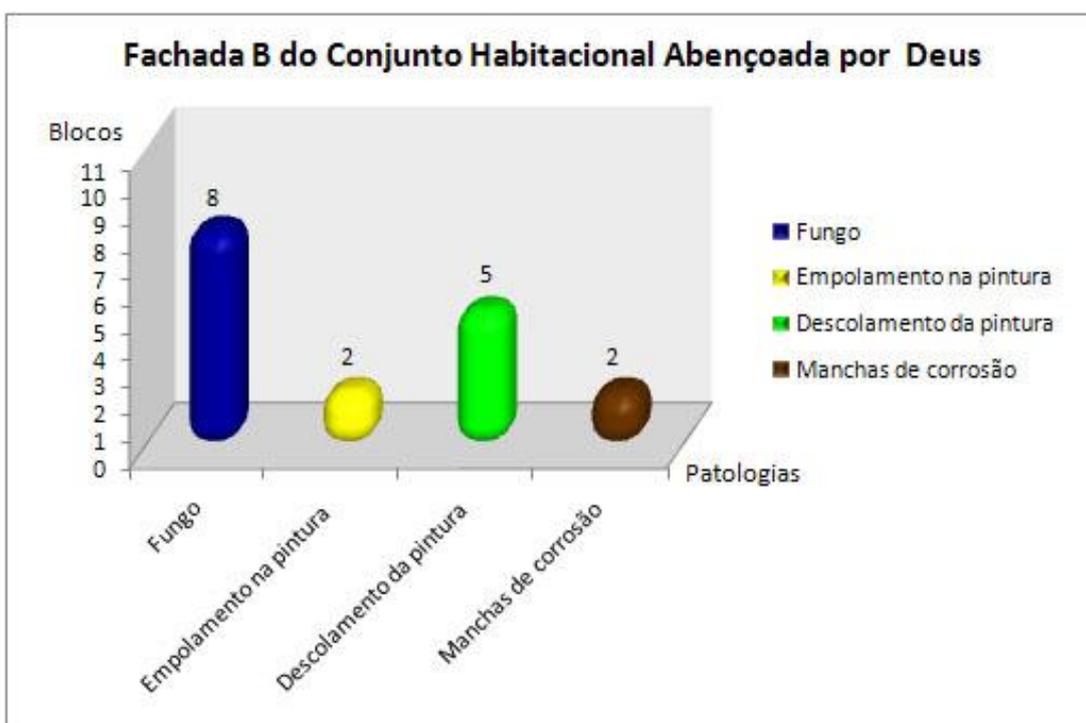


Figura 77 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada B do conjunto Abençoada por Deus

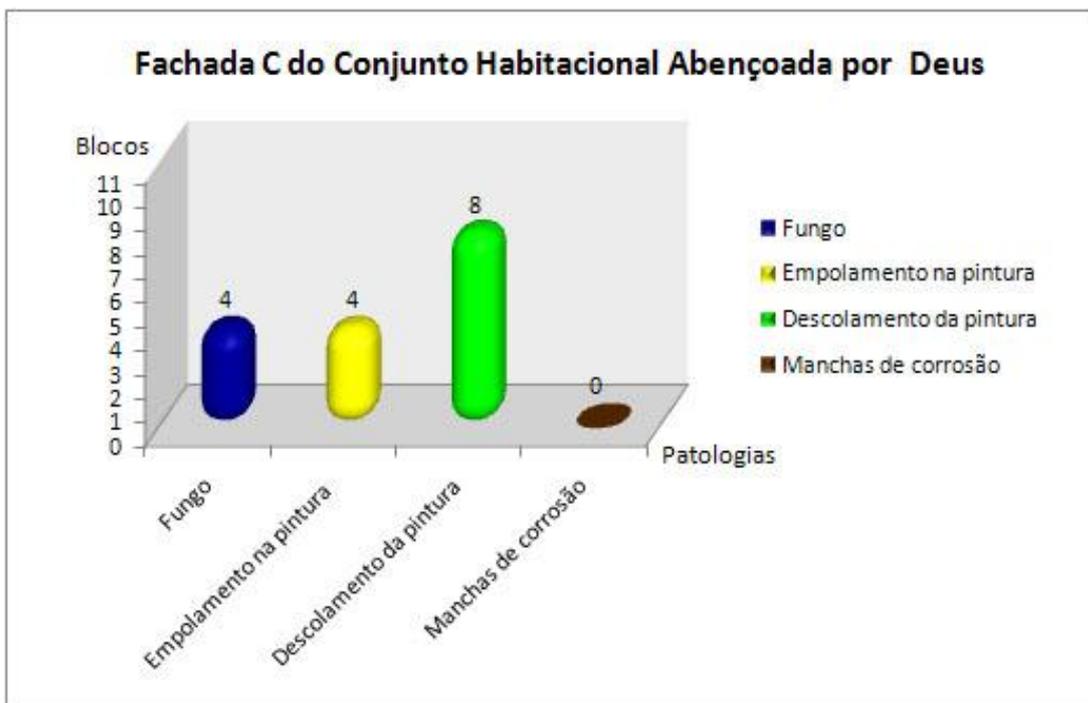


Figura 78 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada C do conjunto Abençoada por Deus

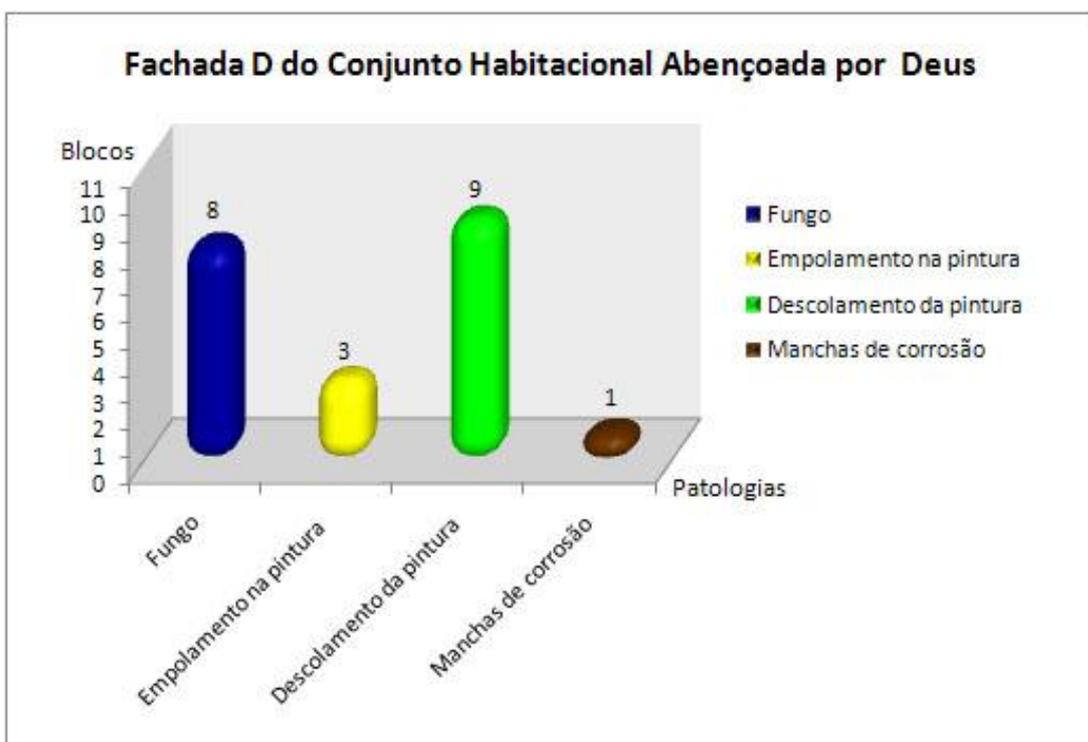


Figura 79 - contagem dos blocos atingidos pelas patologias na fachada D do conjunto Abençoada por Deus

4.5 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base nos resultados, e tendo em vista o objetivo principal deste trabalho, que é de analisar comparativamente as manifestações patológicas nos três conjuntos, aspectos referentes às características destes conjuntos e tipos de manifestações observadas foram considerados para comparação.

4.5.1 Idade

A diferença de idade dos conjuntos mostrou os diferentes graus de degradação das fachadas. O Beira Rio, pelo fato de ser o mais antigo (pouco mais de quatro anos, até agosto de 2008) e ter praticamente alcançado o limite de vida útil da pintura, recomendado pelas construtoras (cinco anos), apresentou suas fachadas excessivamente danificadas pela presença de manchas, provocadas por variadas manifestações, sobretudo pela umidade e proliferação de fungos.

O Abençoada, o mais recente dos três, já mostra problemas em seu revestimento. Vários blocos apresentaram descolamento da película de pintura, além da presença de fungo na base das paredes, por possível umidade ascensional proveniente do solo. As fachadas do Casarão, considerado o conjunto intermediário em termos de idade, mostraram-se também afetadas pela presença de umidade, porém, com alterações visuais relativamente diferentes dos demais conjuntos.

Pode-se inferir que as idades dos conjuntos, de acordo com as observações realizadas, foi um aspecto relevante para determinar o grau de degradação das fachadas, entretanto, mostrou que independentemente dos anos de construção, houve registros de manifestações patológicas semelhantes entre os conjuntos.

4.5.2 Revestimento

O uso do revestimento de argamassa nos conjuntos Beira Rio e Abençoada, possivelmente, favoreceu o aparecimento de certas patologias, como é o caso de empolamento na pintura seguido de descolamento, ocorrências não observadas no Casarão, que não possui revestimento em massa única, e onde a pintura foi feita diretamente sobre o bloco cerâmico, diferentemente dos demais. No entanto, o Casarão foi o único, como era de se esperar, onde ocorreu desagregação de blocos e descolamento da pintura sem prévio empolamento.

Também, observaram-se manchas de umidade, possivelmente provenientes do tijolo, concentradas no meio da face de alguns blocos cerâmicos deste conjunto, fato que não se repetiu no Beira Rio e Abençoada.

4.5.3 Elementos arquitetônicos na fachada

Foi observado, que a ausência de beiral em todas as fachadas do Beira Rio, nas fachadas B e D do Casarão, e em todas do Abençoada, favoreceu o acúmulo de sujidade atmosférica, com presença de umidade na extremidade superior dessas fachadas, provavelmente pelo fato de as rajadas de vento e a chuva incidirem bastante nesta zona.

Observou-se que, no Beira Rio, as janelas das fachadas B e D dos blocos, com incidência direta ou não dos ventos e as com pouca insolação, apresentaram manchas escuras escorridas, provenientes de umidade provocada pela chuva, com ocorrência de manchas também nas vergas e peitoris dessas janelas. Leva-se a crer que a falta de beiral nas fachadas e, também, a falta de elementos de dissipação da água de chuva, como por exemplo: as pingadeiras nas janelas foram o provável motivo da presença dessas manchas.

4.5.4 Orientação geográfica e locação dos blocos

Quanto à posição das fachadas dos conjuntos em relação ao norte geográfico, observou-se que:

- No Beira Rio: as fachadas A (sudoeste) e C (nordeste) apresentaram grande incidência de fissuras superficiais com desenhos em forma de mapa, localizadas na região superior da parede. A maioria das fachadas B (sudeste), não apresentou fissuras superficiais. No entanto, as fachadas B dos blocos 1, 4 e 9 apresentaram estes defeitos geralmente na região superior próxima à laje (fissuras horizontais), e próxima às janelas (fissuras inclinadas).

As fachadas entre blocos fazem parte de uma zona de baixa pressão, com pouca ventilação e insolação, devido à pouca distância entre os mesmos (5m).

As fachadas D (noroeste), em geral, apresentaram menor incidência de patologias. As paredes se mostraram mais limpas e claras na região superior, entre blocos, e, as dos blocos 1, 3 e 6, praticamente não apresentaram grande incidência de anomalias.

- No Casarão do Cordeiro: as fachadas, de forma geral, apresentaram uma situação semelhante, ou seja, as alterações visuais observadas foram mais ligadas à possível presença de umidade nos tijolos. As fachadas mais expostas ao vento e à insolação mostraram um maior desgaste da pintura, ou seja, aquelas voltadas para o noroeste (D) e sudeste (B).
- No Abençoada por Deus: o fungo apareceu em praticamente todas as fachadas. Localizado na base, próximo ao solo, apresentou-se com menor intensidade em relação ao Beira Rio.

Registrou-se a presença de empolamento da pintura em algumas fachadas entre blocos, com presença de umidade na base, tanto nos locais próximos às jardineiras, que ocupam uma área entre blocos, onde a calçada de proteção não existe; quanto nas reentrâncias que fazem parte do projeto, com calçada de proteção.

4.5.5 Tipos de manifestações patológicas

Os tipos de manifestações apresentadas nos conjuntos foram, em sua maioria, semelhantes. No entanto, seus efeitos degradantes diferiram de um conjunto para o outro, possivelmente pelo tipo de material utilizado, e pela presença ou não de revestimento sobre a alvenaria. Algumas anomalias, como por exemplo, a degradação do tijolo (bloco cerâmico) e as manchas de umidade sobre os tijolos (blocos cerâmicos), foram exclusivamente registradas no Casarão; enquanto que o empolamento da pintura só foi observado nos conjuntos com revestimento de argamassa.

4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE UM POSSÍVEL DIAGNÓSTICO DA ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES NAS FACHADAS DOS CONJUNTOS

Percebe-se que, com base no perfil dos resultados, descrito neste capítulo, o aparecimento das patologias observadas nos conjuntos relaciona-se, provavelmente com:

1. O projeto arquitetônico: fase em que é necessário realizar toda a descrição de materiais e elaboração de detalhamento construtivo da edificação. O partido arquitetônico, que define a forma segundo a qual a edificação será disposta e organizada no terreno, estabelece a proposta de solução espacial e técnica para ocupação da área do terreno, levando-se em consideração os aspectos geográficos de orientação, insolação, ventilação.

Diagnóstico: a implantação dos blocos em fila, ou seja, de forma tradicional, com afastamento insuficiente para uma boa renovação das massas de ar instaladas entre eles, dificulta um adequado saneamento, no sentido de higienização e salubridade, dessas áreas, pela pequena incidência de radiação solar sobre os planos de fachada. Há formação de nichos de umidade nas paredes das fachadas pela presença de recuos típicos da tipologia H adotada.

Observou-se que a opção de projeto em adotar telhados com beiral, exclusivos nas fachadas de maior extensão do casarão do cordeiro, foi uma boa medida de prevenção ao

aparecimento de fungos nas extremidades superiores das fachadas. O que não aconteceu com aquelas sem a proteção desse elemento arquitetônico.

Outro aspecto a considerar é a ausência de revestimento de argamassa no conjunto Casarão do Cordeiro, que apresentou ocorrências semelhantes aos do conjunto Beira Rio e Abençoada por Deus.

Os fungos e os descolamentos da pintura foram manifestações comuns aos três conjuntos, no entanto, as manchas são ocorrências presentes apenas no Beira Rio e no Casarão do Cordeiro, porém, com características visuais diversas.

No Beira Rio, a pintura encontra-se bastante danificada e desbotada na maior parte das fachadas, especialmente as que recebem incidência direta dos ventos e chuva.

No Casarão do Cordeiro, as superfícies pintadas na cor azul, ou seja, as fachadas D apresentam manchas na pintura, dando um efeito de umidade permanente. Aspecto possivelmente causado por alguma reação química dos componentes da tinta.

As pingadeiras, que poderiam auxiliar na drenagem da água de chuva, são inexistentes. Esses elementos construtivos não foram adicionados às janelas, que foram fortemente marcadas pelas manchas de umidade com presença de fungo.

2. Qualidade dos materiais de construção: o desempenho dos elementos da edificação está intimamente ligado à qualidade dos materiais usados na obra. A falta deste aspecto qualitativo compromete a vida útil desses elementos.

Diagnóstico: segundo técnicos da PCR, alguns ajustes às especificações do material, listado no memorial, foram feitos em relação ao tipo de pintura. Para o Abençoada, originalmente, seria utilizada a tinta PVA nas paredes externas, entretanto, por sugestão da construtora, a textura acrílica foi aplicada. A justificativa apresentada para esta mudança é que daria aos edifícios uma aparência mais próxima aos padrões estéticos modernos de revestimento. Não foi informado se houve modificação de outros materiais, para os demais conjuntos, no memorial descritivo.

Percebe-se que:

- a pintura em textura, utilizada no Casarão e no Abençoada, apresentou um maior índice de descolamento em relação à tinta PVA, utilizada no Beira Rio;
- as cores em tons claros, usadas no Casarão, foram as que apresentaram o maior índice de manchas de chuva sobre os planos de fachada. Ao mesmo tempo em que no Beira Rio, as áreas pintadas na cor branca se mostraram altamente comprometidas pela ocorrência de desbotamento e descoloração da pintura;

- alguns blocos cerâmicos do Casarão do Cordeiro apresentaram-se quebrados, sem nenhuma causa aparente. Segundo informações de alguns moradores, quando chove, sai água desses locais em grande quantidade. Porém, não foi possível se observar e constatar com precisão a real causa dessa quebra. Provavelmente, o pouco cozimento, um transporte e estocagem inadequados dos blocos, vieram a interferir na resistência e qualidade dos mesmos. Seria necessária uma maior investigação dos blocos utilizados no empreendimento para se chegar a uma conclusão mais concreta sobre este fenômeno.

A execução: leva-se a crer que a contratação de pessoal habilitado e a efetiva presença e acompanhamento da obra por profissionais responsáveis e envolvidos num trabalho conjunto, ao lado do poder público, inquestionavelmente contribui para a melhoria da qualidade final das obras públicas.

A possível falta de assistência contínua em obras, pelos técnicos das construtoras, pode gerar problemas relativos a soluções técnicas tomadas durante a execução, por incompatibilidade entre o projeto e a construção.

Diagnóstico: alguns problemas de execução foram detectados no Abençoada por Deus, como por exemplo: os peitoris das janelas já apresentavam sinais de imperfeição e quinas quebradas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E FUTUROS TRABALHOS

5.1 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Diante dos resultados obtidos neste estudo e das comparações efetuadas entre os conjuntos leva-se a concluir que: o projeto arquitetônico, os materiais de construção e a execução da obra são aspectos de fundamental importância para a compreensão da problemática que envolve o aparecimento das manifestações patológicas nos edifícios.

O projeto arquitetônico define a qualidade, a harmonia, a estética e os custos envolvidos na construção civil.

Ao se conceber um projeto, o profissional deve incluir todos os elementos que conciliem soluções construtivas harmoniosas e compatíveis com o interesse e gostos de seus futuros usuários.

É no projeto que o detalhamento e especificações dos materiais vão ser definidos. São também responsáveis pela diminuição do tempo de execução das obras, por menos desperdício e conseqüentemente, por menores custos, uma vez que todos os aspectos relativos à construção já foram relacionados antecipadamente.

A falta de um projeto bem elaborado pode trazer conseqüências futuras na sua execução e contribuir para o aparecimento de manifestações patológicas.

Os materiais de construção, e em especial para este trabalho, os revestimentos externos, devem ser compatíveis com a superfície que irão proteger e com o ambiente a que ficarão expostos.

Sua escolha deve ser criteriosa e, ao mesmo tempo, observar certos itens referentes ao controle de qualidade e aos benefícios que seu uso correto venha trazer.

As observações realizadas nos três conjuntos levaram a concluir que a qualidade dos materiais utilizados nas fachadas foi aparentemente diminuída, ou seja, o seu desempenho foi reduzido pela visível falta de manutenção preventiva e corretiva nessas superfícies.

Quanto aos procedimentos de execução, vale salientar que sua rapidez pode ser aumentada sem prejudicar a qualidade dos resultados. Por outro lado, a presença e acompanhamento da obra, pelos profissionais responsáveis por ela, são de suma importância para a obtenção de parâmetros mais elevados de qualidade.

Os efeitos negativos das alterações visuais evidenciados nas fachadas dos três conjuntos e a comparação dos resultados obtidos neste estudo permitem sugerir que:

- a situação externa e estética desses edifícios requer uma intervenção técnica de caráter reparatório e ao mesmo tempo preventivo;
- uma possível ação conjunta, que envolva as construtoras e a PCR, voltada para a preservação e manutenção, é desejável, para conscientizar os moradores dos problemas inerentes aos conjuntos;
- a possível criação de estratégias educacionais de desenvolvimento sustentável levem essas comunidades a atuarem como agentes de mudança e de preservação de suas próprias moradas;
- a divulgação de material ilustrativo em forma de revista em quadrinhos, para a população dos conjuntos, com a finalidade de levá-la ao conhecimento, em linguagem acessível, sobre a realidade das patologias nesses prédios, possa gerar uma possível mudança de atitude dessa população em relação à manutenção nesses edifícios.

Para este fim, foi anexado a este trabalho um protótipo desta revista, na tentativa de aplicar sua utilização, no momento oportuno, no trabalho social de ocupação prévia que a PCR realiza com os futuros moradores.

5.2 FUTUROS TRABALHOS

Como sugestão para futuros trabalhos:

- A inclusão de ensaios para auxiliarem na escolha do revestimento mais adequado e de baixo custo, a serem utilizados nas fachadas desses conjuntos.
- Estudo sobre o desenvolvimento de projetos com tipologias alternativas para os conjuntos habitacionais.
- Como estruturar a manutenção preventiva planejada em conjuntos habitacionais de interesse social.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de argamassa. Rio de Janeiro, 1998

_____. **NBR 13.749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: especificação. Rio de Janeiro, 1996 a.

_____. **NBR 15270-2**: Componentes cerâmicos - parte 2 - Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575-1**: Desempenho de Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos - Partes 1 a 6. Rio de Janeiro, 2008.

ALUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D. ; MILANO, S. Bolor em edifícios: causas e recomendações. *In: Tecnologia de edificações*. São Paulo: Pini, 1988. p. 575-570.

ANDRADE, J. J. O. ; DAL MOLIN, D. C. C. Considerações quanto aos trabalhos de levantamento de manifestações patológicas e formas de recuperação em estruturas de concreto armado. *In: Congresso Ibero-americano de patologia das construções (CONPAT)*, 4., 1997, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, v.1, 1997. p. 321-327.

ANTONIAZZI, J. P. **Patologia das construções** – Metodologia para diagnóstico e estudo de casos em marquises. 2008. TCC (trabalho de conclusão de curso) – Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Rio Grande do Sul.

ARAÚJO, A. de B. Notas técnicas para construção em tijolo. **Nota 6A revista**. Lisboa: 2001. Disponível em: <<http://www.quintacidade.com/wp-content/uploads/2008/04/nota-tecnica-6a.pdf>>. Acesso em: 26/07/2009. 198 p.

AZEREDO, Helio Alves de. **O edifício e seu acabamento**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1988.

BARROS, M. M. B; TANIGUTI, E. K.; RUIZ, L. B.; SABBATINI, F. H. tecnologia construtiva racionalizada para produção de revestimentos verticais. **Notas de aula**: patologias em revestimentos verticais. São Paulo, 1997. Disponível em: <[HTTP://tgp-mba.pcc.usp.br/TG-006/Aulas2003/Arquivos/aula3-2003-v2.pdf](http://tgp-mba.pcc.usp.br/TG-006/Aulas2003/Arquivos/aula3-2003-v2.pdf)>. Acesso em: 19/11/2009.

BARROS, M. M. B. Tecnologia construtiva racionalizada para produção de revestimentos verticais. **Notas de aula**: Patologias em revestimentos verticais. São Paulo, 1997.

_____. Revestimento mínimo – Entrevista. **Téchne**. São Paulo, n.58. p.14-16. Jan. 2002.

BARROS, M. M. S. B. de; CRESCENCIO, R. M. Revestimento decorativo monocamada: produção e manifestações patológicas. São Paulo: EPUSP, 2005. **Boletim técnico da Escola Politécnica da USP** – Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/389.

BARROSO-KRAUSE, Cláudia. Insolação no projeto de Arquitetura. **Apostilas. DTC e PROARQ**. FAU/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.fau.ufrj.br/apostilas/conforto/AMB20061CD3003.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2009.

BAUER, E. Recomendações para prevenção da penetração de chuva em fachadas, com o objetivo de aumentar a vida útil de seus componentes. *In: Anais Seminário sobre Manutenção de edifícios* – Escolas postos de saúde, prefeitura e prédios públicos em geral, Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988, p.52-64.

BAUER, R. J. F. **Falhas em revestimento**. São Paulo, 1991. Disponível em: <<http://200.199.118.135/orse/esp/ES00134.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2009.

_____. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. Anais*. Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p. 321-333.

BAUER, E.; SOUSA, J. G. G.; GUIMARÃES, E. A. Estudo da consistência de argamassas pelo método de penetração estática de cone. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS VI*. 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005. p. 95-105.

BONOMO, R. **Metodologia da Pesquisa Científica** - baseado em: Marilza A. Rodrigues Tognetti/IFSC-SBI. Brasília: 2007.

BOOKINGBOX ORGANIZATION. Disponível em: <www.bookingbox.org/.../pernambuco-mapa2.jpg>. Acesso em: 27/07/2009

BORGES, C. A. de M. ; SABBATINI, F. H. O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção. **Boletim Técnico (BT/PCC/515)**. São Paulo: 2008.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. BS 6150. *Code of practice for painting of buildings*. Londres, 1991.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada. 2001. 14 p. Boletim técnico – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. *In: Tecnologia de edificações*. São Paulo: Pini, 1988. p. 549-554.

CONSOLI, J. O. **Análise da durabilidade dos componentes das fachadas de edifícios, sob a ótica do projeto arquitetônico**. Univesidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Florianópolis: 2006.

CONSOLI, O.; REPPETE, W. Desempenho de fachadas: análise de componentes sob aspectos do projeto arquitetônico. **Workshop** – desempenho de sistemas construtivos. Paraná: 2006.

CONTI & CASTILHO – Acabamentos, pinturas e projetos especiais. **Dicas e soluções** – Manchas causadas por pingos de chuva. São Paulo: 2009. Disponível em: <<http://www.contiecastilho.com.br/dicas.html>>. Acesso em 26 jul. 2009.

COSTA, G. N. da. **Mortalidade perinatal, determinantes biológicos, de atenção à saúde materno infantil e socioeconômicos**: uma análise das desigualdades entre os bairros do Recife. Tese de doutorado em Saúde Pública – Fundação Oswaldo Cruz (Centro de Pesquisas Ageu Magalhães). Recife: 2008. 158p.

CRESCENCIO, R. M. **Avaliação de desempenho do revestimento decorativo monocamada**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. 189p.

DALLEDONE, R. Palpite de arquiteto: Revestimentos e fachadas. **Jornal da construção & Cia.**, n.33, 2007. Disponível em: <<http://www.construcaocia.com.br/conteudo.asp?ed=33&cont=248>>. Acesso em: 7 mai. 2008.

DEL MAR, C. P. **Falhas, responsabilidades e garantias na construção civil**. São Paulo: ed. Pini, 2007. 366 p.

DIOGO, Gabriella Melo Quina. **Análise e propostas de melhorias no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios.** 2007. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de construção civil e urbana). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08012008-103657/>. Acesso em: 13 jun. 2008.

DIRHAB-DAS – SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, PCR. 2008.

DUARTE, R. B. **Patologia das Edificações:** turma 2001. Porto Alegre: Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

ELGUERO, A. M. **Patologias Elementales.** Buenos Aires: Nobuko, 2004. p.25.

ERDLY, Jeffrey L.; SCHWARTZ, Thomas A. **Building Facade Maintenance, Repair and Inspection.** Pennsylvania, 2004. Disponível em: <http://www.astm.org/DIGITAL_LIBRARY/STP/SOURCE_PAGES/STP1444_foreword.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2008.

FIESS, J., *et al.* Causas da ocorrência de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais do estado de São Paulo. **I Conferência latino-americana de construção sustentável – X encontro nacional de tecnologia do ambiente construído.** São Paulo. 2004.

FIORITO, Antonio J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos.** 1 ed. São Paulo: PINI, 1994.

FLAUZYNO, W. D.; UEMOTO, K. L. **Durabilidade de materiais e componentes das edificações.** São Paulo. 1981. p. 203-220. Simpósio Latino-Americano de Racionalização da Construção e sua Aplicação às Habitações de Interesse Social. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>.

GEHBAUER, F., *et al.* **Planejamento e gestão de obras:** um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Espanha. Curitiba: CEFET-PR, 2002. 520 p.

GOMES, Adailton de Oliveira. **Argamassas para revestimentos de edificações.** Salvador, 2002. Disponível em: <http://www.reciclar.ufba.br/palestras/sppg/adailton/argamassas_revestimentos.htm>. Acesso em: 4 jun. 2008.

HELENE, P. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de**

Concreto. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, Paulo R. L.; SOUZA, Roberto de: Controle da qualidade na indústria da construção civil. *In: Tecnologia de edificações do IPT*: projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. 1. ed. São Paulo: Ed. PINI, 1988. 708p.
<<http://tede.ufsc.br/teses/PECV0472.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2008. Disponível em:
<<http://www.mundi.com.br/Wiki-Recife-2713470.html>>

IOSHIMOTO, E. Ação do vento em coberturas com telhas onduladas de cimento-amianto. *In: Tecnologia de edificações do IPT*: projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. 1. ed. São Paulo: Ed. PINI, 1988. 708p.

JOHN, V. M. Coletânea Habitare – **Construção e meio ambiente**. Volume 7. 2006.

LEAL, U. Revestimento mínimo. **Tèchne – Revista de tecnologia e negócios da construção**. São Paulo, ano 11, n.58, p. 14-16, jan-2002.

LEGGERINI, M. R. C. **Materiais cerâmicos na construção civil** – blocos cerâmicos. Cap. III. Materiais técnicas e estruturas I- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) – Faculdade de Arquitetura. 2009.

LERSCH, Inês M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LIBÂNIO, J. C. A experiência do povo do PNUD com o Atlas de desenvolvimento humano do Recife. **Workshop** – Sistemas de informação para políticas públicas locais: a perspectiva das políticas setoriais. São Paulo: 2006.

LICHTENSTEIN, N. B. **Procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

LOGEAIS, L. **L'Étanchéité a l'eau des Façades Lourdes**. Qualité Construction. Statistiques et Patologie (Deuxième partie), v.2. 1ère édition. E.G. éditeur, 1989.

LOPES, C. **Anomalias dos revestimentos por pintura** – paredes exteriores – técnicas de inspeção e avaliação estrutural. n.22. Construlink press, 2004. Disponível em: <http://www.construlink.com/Homepage/2003_ConstrulinkPress/Ficheiros/MonografiasPrimierasPaginas/mn_Revest_tinta_14_04_2004_11p.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2009.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://pcc2436.pcc.usp.br/Textost%C3%A9cnicos/Revestimentos%20verticais/aula%205%202005%20texto%20argamassa.PDF>>. Acesso em: 13 jun. 2008.

MAGALHÃES, E. F. de. **Fissuras em alvenarias** – configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2004.

MAHFUZ, E. Materiais de projeto. **Revista aU- Arquitetura e Urbanismo**. Ed. 184. São Paulo. Disponível em: <<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/184/artigo142816-1.asp>>. Acesso em: 16 jul. 2009.

MIRANDA, F. B. Chapisco - **Tèchne – revista de tecnologia da construção**. São Paulo, ano 2, n.9, p. 4-5, mar/abr – 1994.

MONTENEGRO, G. **Ventilação e cobertas**: estudo teórico, histórico e descontraído. Edgard Blücher, 1984.

MOREIRA, T. M., *et al.* Estanqueidade de fachadas à água de chuva. Artigo: **Revista Tèchne**, edição 106, 2005.

NAPPI, S. C. B.. Umidade em Paredes. *In*: **Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil**, 1996, Florianópolis. v. 4. p. 537-547.

OLIVEIRA, L. A. de; MELHADO, S. B. O projeto de fachadas leves – tecnologia e gestão. Artigo – **anais. Workshop**. 2008. São Paulo.

OLIVEIRA, L. A. de; SABBATINI, F. H. **Tecnologia de painéis arquitetônicos pré-fabricados de concreto para emprego em fachadas de edifícios**. BT/PCC/343. São Paulo: 2003.

PEREZ, A. R. Umidade nas edificações: recomendações para a prevenção da penetração de água pelas fachadas – parte 1. *In: Tecnologia de edificações do IPT: projeto de divulgação tecnológica* Lix da Cunha. 1. ed. São Paulo: Ed. PINI, 1988. 708p.

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de Construção**. 5 ed. Porto Alegre: Globo, 1980. 436 p.

PIANCASTELLI, E. M. Patologia e terapia das estruturas – **uma visão global**. Minas Gerais, 2008. Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br/elvio/1visao.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2009.

PIOVEZAN, L. H.; CRESCENCIO, R. M. Inovação tecnológica no setor da construção civil – **O caso do revestimento decorativo monocamada**. 2003. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, MG.

QUEIROZ, Luiz. **A evolução das fachadas**: Folha do Síndico, Goiás. 2007. n.11, p.5.

QUEIROZ, M. P. Patologia de edifícios: **Revista Minas Faz Ciência nº 23**. Minas Gerais, 2005.

RESENDE, M. M., MEDEIROS, J. S. **Recuperação de revestimentos de fachada de edifícios**: estudo de casos. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

_____. Manutenção preventiva de revestimento de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos. **BT/PCC/384**. São Paulo. 2004.

RIBAS, R. B.; CASADEMUNT, A. P. **Reconocimiento, diagnosis y intervención en fachadas**. Catalunya: Itec, 2002.

ROMAN, H. R., *et al.* **Alvenaria estrutural** – programa de capacitação empresarial. Módulo I: administradores de obras, CD, Florianópolis, 2000.

SABBATINI, F. H. Patologia das Argamassas de revestimentos – aspectos físicos. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO*, 3., 1986. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986. p.69-76.

_____. Sugestões para a conceituação da durabilidade e vida útil. **Projeto norma de desempenho** – vida útil. FHC – Consultoria e Engenharia. São Paulo: 2007.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B. **Recomendações para produção de revestimento cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria.** São Paulo, Convênio EPUSP/CqDCC, 1990.

_____. Características das argamassas de revestimento: critérios para escolha. *In:* **Tecnologia de produção de revestimentos:** Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica. São Paulo, 2003.

SABBATINI, F. H.; FRANCO, L. S.; BARROS, M. M. B; MELHADO S. B.; ALY, V. L. C. Revestimentos verticais – Comportamento do Revestimento de Argamassa. **PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II - Aula 06.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil – São Paulo: 2006.

SAYEGH, Simone. Alto desempenho, baixo impacto. **Rev. Técnica.** ed. 133. São Paulo: 2008.

SCARTEZINI, L.M.B. **Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa:** estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa:** estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul. Dissertação (Mestrado) Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.166p.

SCHÖNBURG, Kurt. **Schäden na Sichtflächen:** bewerten, beseltigen, vermeiden. Berlin: Verlag für Bauwesen, 1983.

SILVA, Armando Felipe da. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados:** estudo de caso em edifícios em Florianópolis. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOUZA R. Avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação. *In:* **Tecnologia de edificações do IPT:** projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. 1. ed. São Paulo: Ed. PINI, 1988. 708p.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios:** causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 194 p.

THOMAZ, E.; FIESS, J. R. F.; OLIVEIRA, L. A.; BIANCHI, A. C. Causas da ocorrência de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais do Estado de São Paulo. *In: I Conferência Latino-americana de construção sustentável – X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. São Paulo: 2004.

UEMOTO, K. L. *In: Tecnologia de edificações do IPT: projeto de divulgação tecnológica* Lix da Cunha. 1. ed. São Paulo: Ed. PINI, 1988. 708p.

_____. **Projeto, execução e inspeção de pinturas**. São Paulo, 2002. 111 p.

ULSAMER, F. **A umidade na construção civil**. Barcelona: Edições CETOP, 1975.
<www.scribd.com/doc/.../revestimento-argamassa>. Acesso em: 20 jul. 2009.

VERCOZA, E. J. **Impermeabilização na Construção**. 1 ed. Porto Alegre: SAGRA, 1983. 151p.

_____. **Patologias das edificações**. Porto Alegre: SAGRA, 1991.

ANEXO

AS DESVENTURAS DA FAMÍLIA PATOLÓGICA



AS DESVENTURAS DA FAMÍLIA PATOLÓGICA

TEXTO E ROTEIRO:

CÉLIA CAVALCANTI BRAGA

DESENHOS E ARTE-FINAL:

SANDRO MARCELO FARIAS

(sandro.marcelo.farias@gmail.com)

(<http://fotolog.terra.com.br/sanmarcelo>)

(81) 8822 4181

DIAGRAMAÇÃO, CORES E PROJETO VISUAL:

SANDRO MARCELO FARIAS

SUPERVISÃO GERAL:

CÉLIA CAVALCANTI BRAGA

ORIENTADORA:

PROFª DRª MARIA DA GRAÇA FERREIRA

Esta revista é oriunda do trabalho de conclusão do curso de Mestrado em Engenharia Civil, da aluna

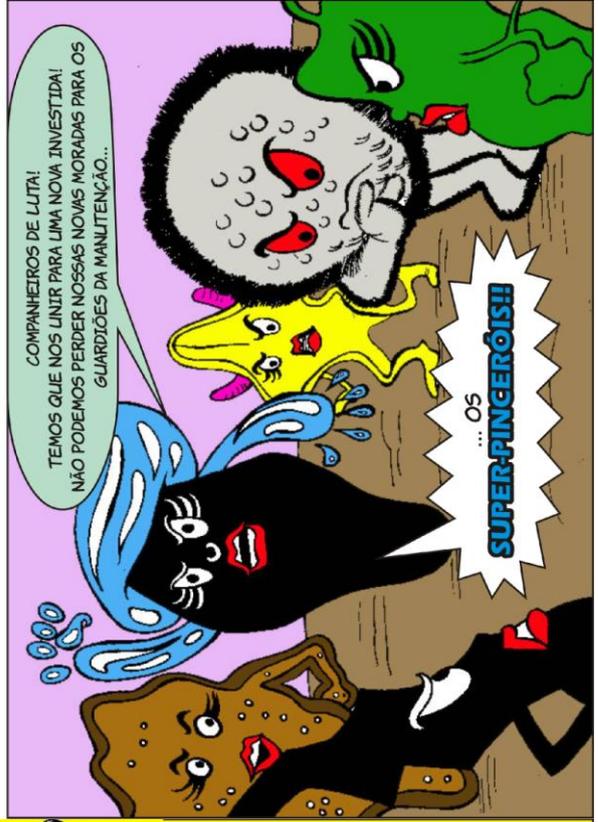
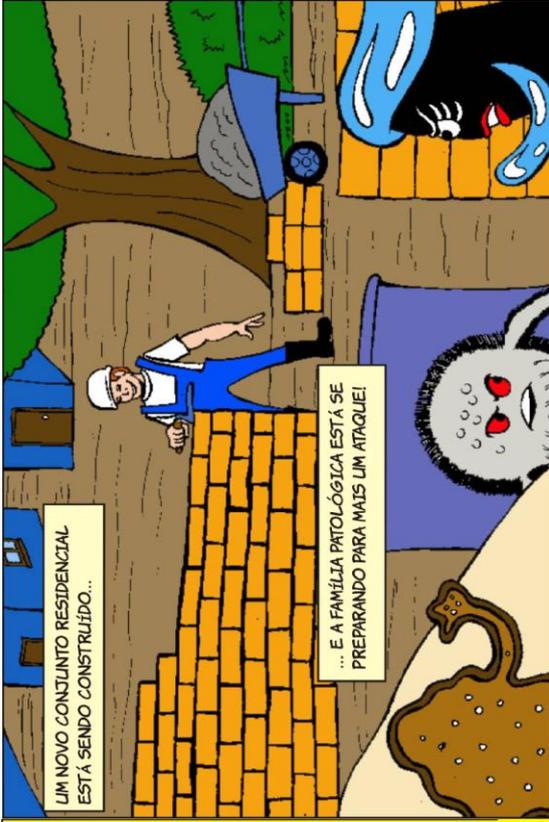
Célia Cavalcanti Braga, cujo tema versa sobre

Patologias das Fachadas, sendo ela a

responsável por toda informação acadêmica aqui

contida bem como deve ser ela considerada a

autora da obra em questão.



MAMA UMIDADE

E FLORESCÊNCIA

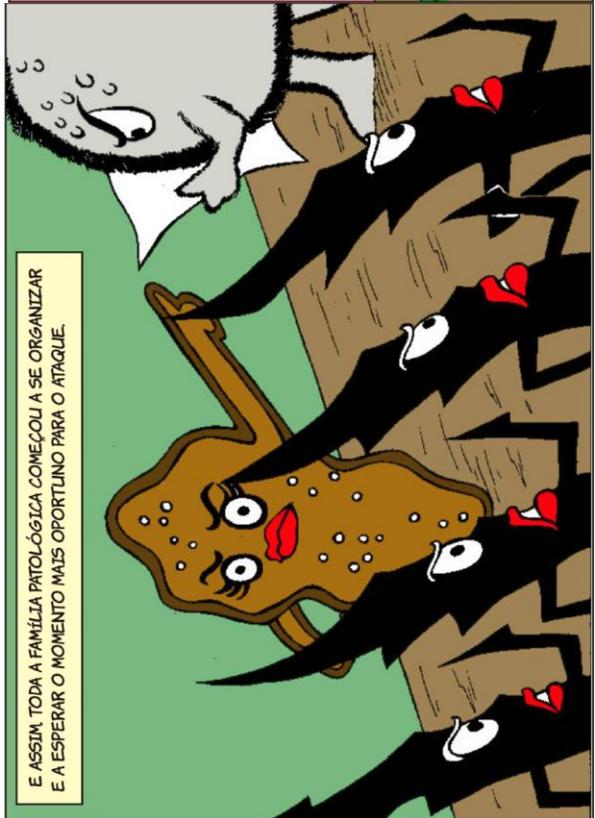
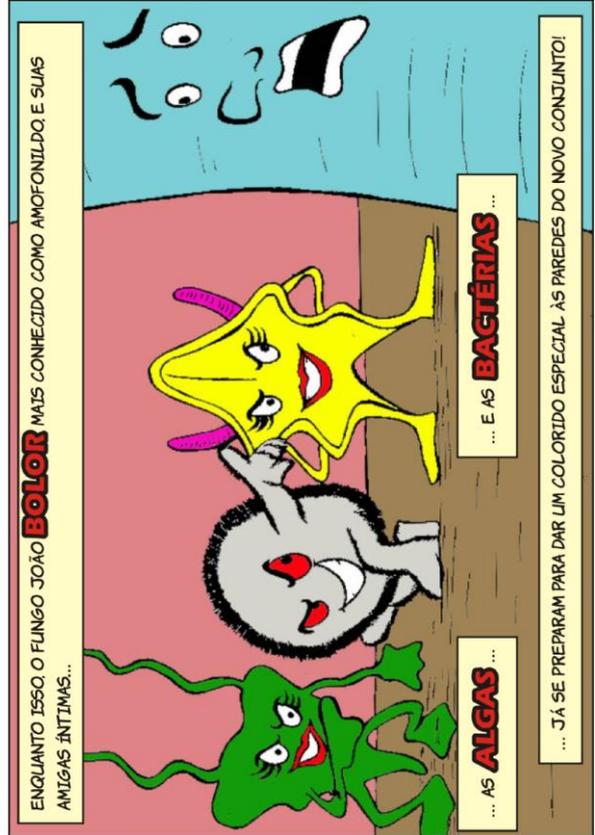
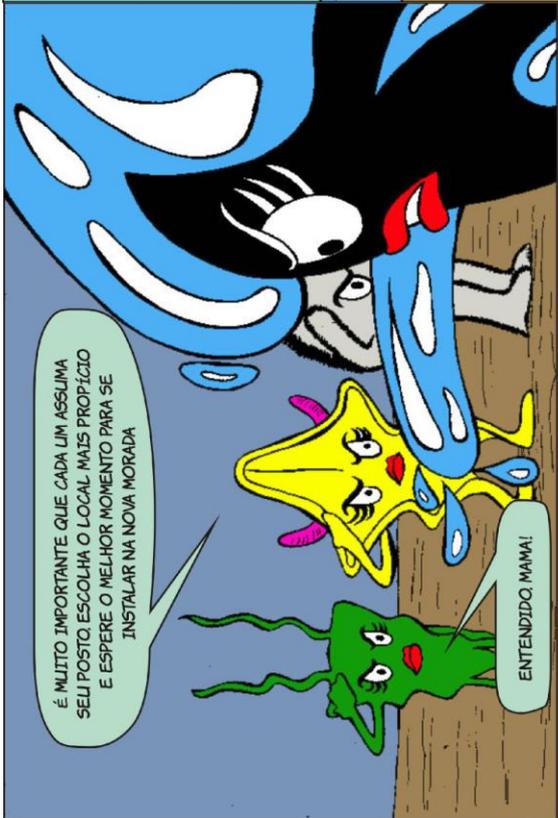
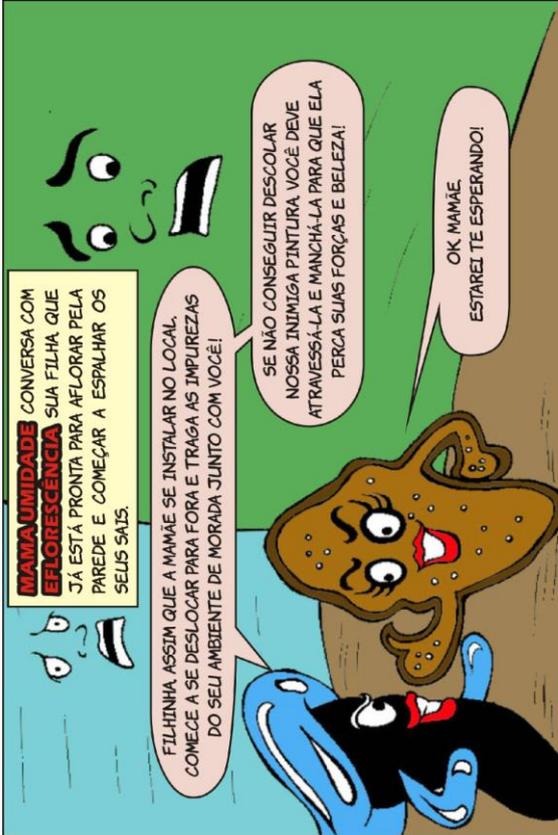
JOÃO BOLOR

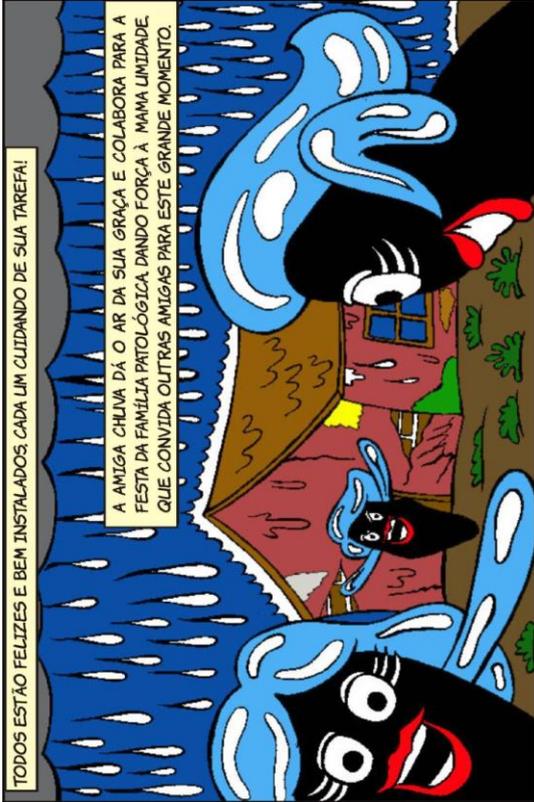
ALGAS

FISSURAS

BAGÉRIAS

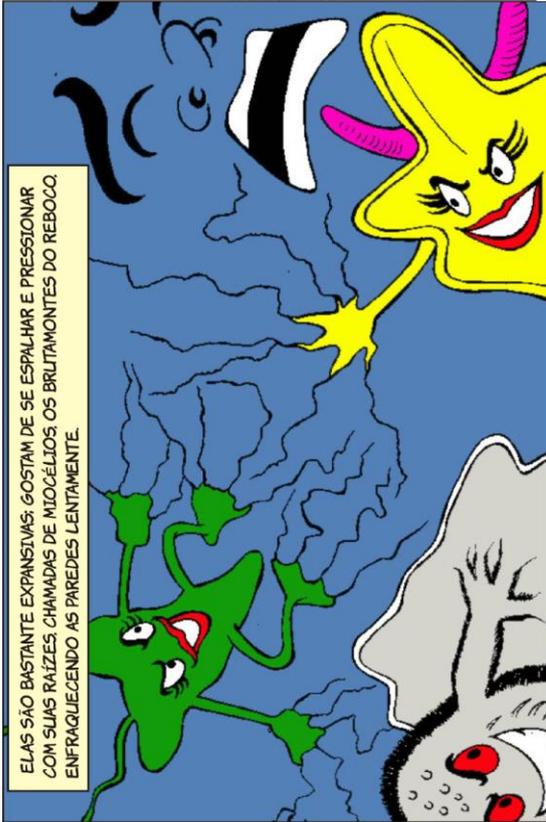
E COM VOCÊS, A FAMÍLIA PATOLÓGICA:



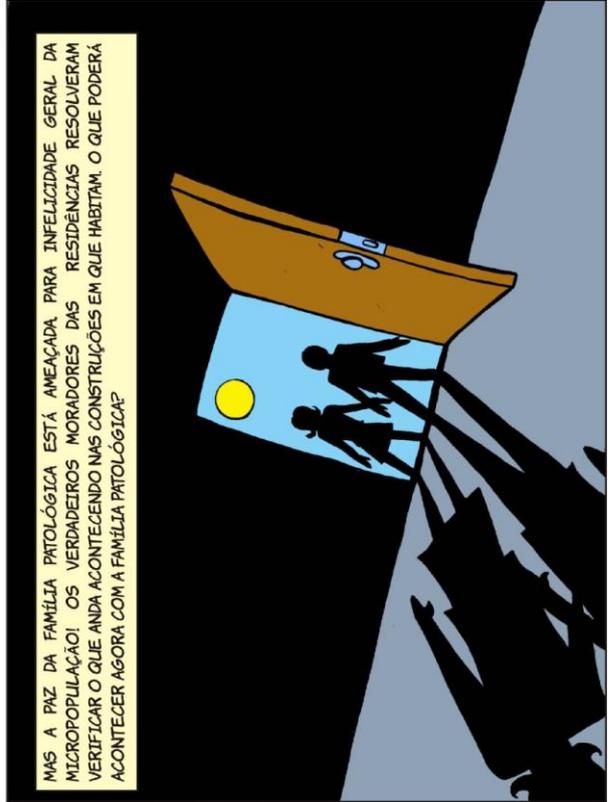


TODOS ESTÃO FELIZES E BEM INSTALADOS, CADA UM CUIDANDO DE SUA TAREFA!

A AMIGA CHUVA DÁ O AR DA SUA GRAÇA E COLABORA PARA A FESTA DA FAMÍLIA PATOLÓGICA, DANDO FORÇA À MAMA LIMPEZA, QUE CONVIDA OUTRAS AMIGAS PARA ESTE GRANDE MOMENTO.



ELAS SÃO BASTANTE EXPANSIVAS; GOSTAM DE SE ESPALHAR E PRESSIONAR COM SUAS RAIZES, CHAMADAS DE MIOCÉLIOS, OS BRUTAMONTES DO REBOCO, ENFRAQUECENDO AS PAREDES LENTAMENTE.



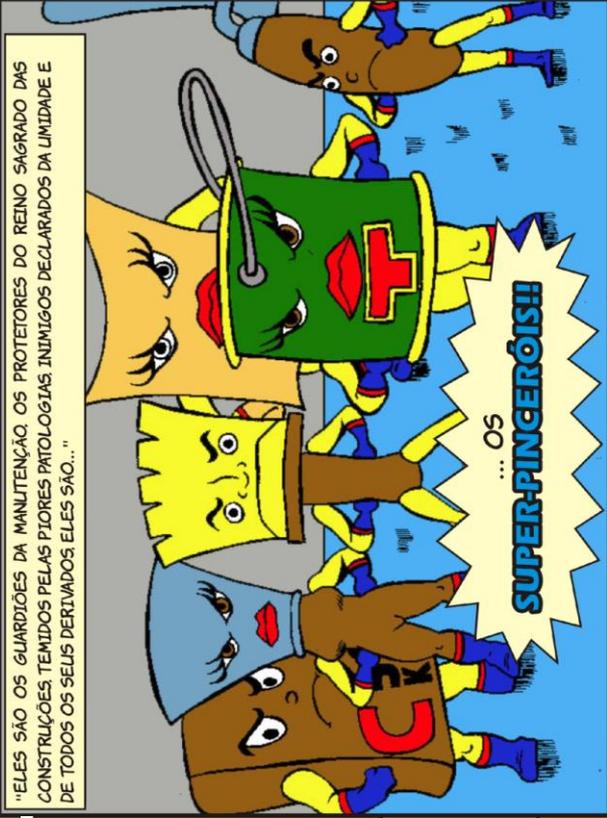
MAS A PAZ DA FAMÍLIA PATOLÓGICA ESTÁ AMEAÇADA PARA INFELICIDADE GERAL DA MICROPOPULAÇÃO! OS VERDADEIROS MORADORES DAS RESIDÊNCIAS RESOLVERAM VERIFICAR O QUE ANDA ACONTECENDO NAS CONSTRUÇÕES EM QUE HABITAM, O QUE PODERÁ ACONTECER AGORA COM A FAMÍLIA PATOLÓGICA?

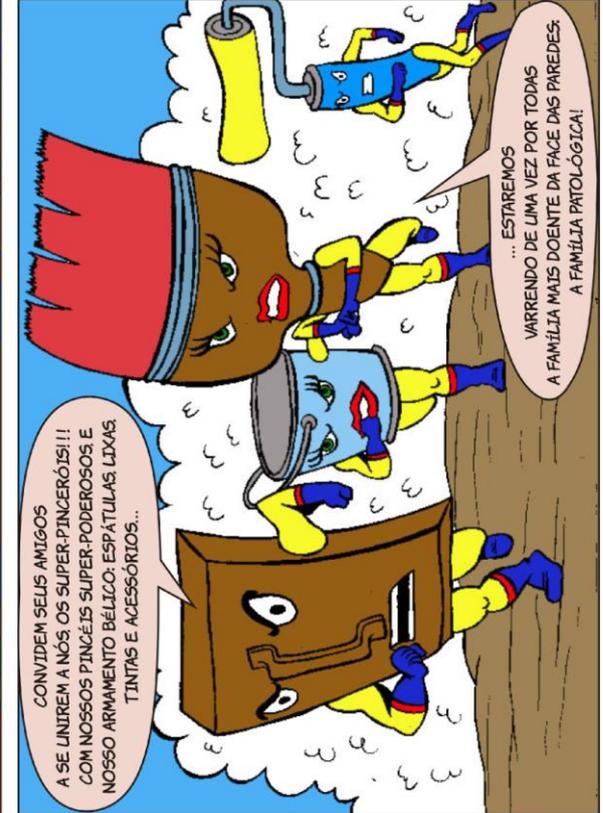


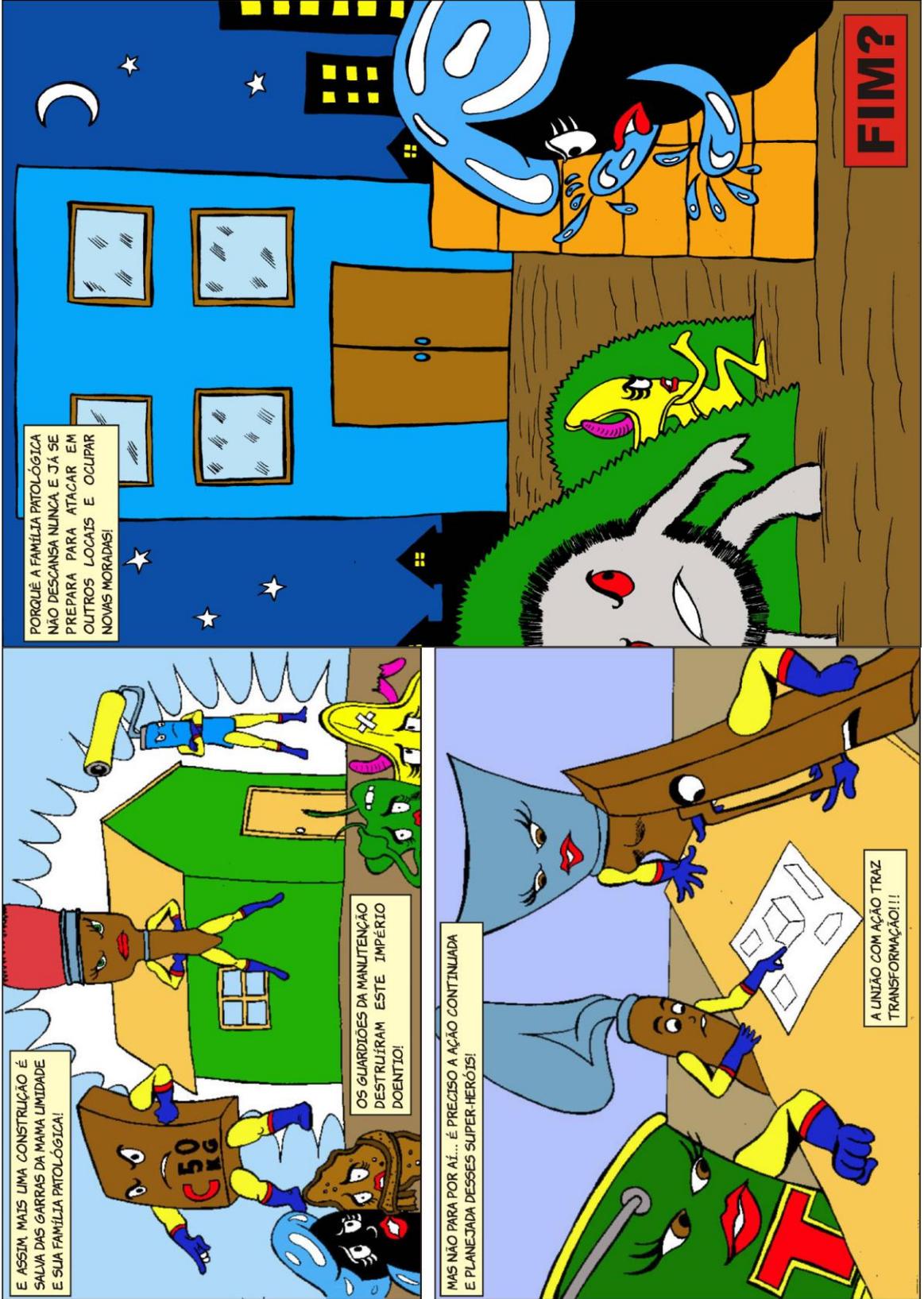
AINDA EXISTE UM GRUPO DE AMIGAS QUE SÃO FISSURADAS EM REBOCO; SÃO CONHECIDAS NO PEDAÇO COMO **ASIRMAS FISSURAS**

ELAS APARECEM QUANDO O POBRE DO REBOCO SE EXPANDE OJ SE RETRAI.

GOSTAM DE SE ESPALHAR E SE APRESENTAM EM FORMAS IRREGULARES, EM LINHAS BEM FINAS COMO AS TELAS DE ARANHA.







PORQUÊ A FAMÍLIA PATOLÓGICA NÃO DESCANSA NUNCA E JÁ SE PREPARA PARA ATACAR EM OUTROS LOCAIS E OCUPAR NOVAS MORADIAS!

FIM?

E ASSIM, MAIS LIMA CONSTRUÇÃO É SALVA DAS GARRAS DA MAMA LIMIDADE E SUA FAMÍLIA PATOLÓGICA!

OS GUARDIÕES DA MANUTENÇÃO DESTRUIRAM ESTE IMPÉRIO DOENTIO!

MAS NÃO PARA POR AÍ... É PRECISO A AÇÃO CONTINUADA E PLANEJADA DESSES SUPER-HERÓIS!

A UNIÃO COM AÇÃO TRAZ TRANSFORMAÇÃO!!!

GLOSSÁRIO

Retração: é redução de volume; no caso do concreto, causada por perda de água.

Eflorescência: corresponde ao aparecimento de manchas esbranquiçadas, decorrentes da cristalização de sais solúveis e insolúveis, transportados pela água presente na argamassa ou de infiltração.

Expansão: pode ser provocada por reações químicas entre os constituintes da argamassa ou entre os compostos do cimento e dos tijolos ou blocos que formam a alvenaria.

Umidade: presença de água acumulada, que pode ter origem no solo molhado, pode ser proveniente da chuva forte, e que provoca manchas e estufamento da tinta.

Fungos: são partículas microscópicas que são transportadas pelo vento, que podem permanecer dormentes por muito, até que condições favoráveis sejam criadas para o seu desenvolvimento.

Bolor: está associado à presença de umidade e sais minerais, potencializada a sua ocorrência em regiões de maior fluxo ou retenção de água, porosidade da superfície e menor insolação. O desenvolvimento de micro organismos, na maioria constituídos de **algas, líquens, fungos e musgos**, formam colônias na superfície da edificação, alterando a aparência das mesmas.

Fissura: são microaberturas que podem ser causadas pelo excesso de cimento ou de água na argamassa.

Reboco: é a camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo.

APOIO ACADÊMICO:

**Professora Doutora
Maria da Graça Ferreira**
(Orientadora do trabalho de dissertação
de conclusão do Curso de Mestrado em
Engenharia Civil da Universidade Católica
de Pernambuco.)

APOIO:

