

INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
EM UNIDADES ESCOLARES NA REGIÃO DE
PORTO ALEGRE
- RECOMENDAÇÕES PARA PROJETO, EXECUÇÃO
E MANUTENÇÃO -

RUY ALBERTO CREMONINI

Dissertação apresentada ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA.

Porto Alegre
Março de 1988

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pelo Curso de Pós-Graduação.



Prof. Syllas Grazia
Orientador



Prof. Jarbas Milititsky
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Eng.Civil

BANCA EXAMINADORA

- Prof. Syllas Grazia
M.Sc. pela Southern Methodist University
- Prof. Paulo Roberto do Lago Helene
Doutor pela USP/SP
- Prof. Reinaldo Roesch da Silva
M.Sc. pela Universidade de Montreal

AGRADECIMENTOS

Aos professores que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Ao CNPq e à CAPES que contribuíram sob a forma de bolsa de estudos, no período 85/87.

À Luíza e Caetano (Jaquinha)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO.....	xiv
1. CONCEITOS BÁSICOS.....	1
1.1. Desempenho.....	1
1.1.1. Definição.....	1
1.1.2. Exigências do Usuário.....	2
1.1.3. Condições de Exposição.....	5
1.1.4. Método de Especificação por Desempenho.....	6
1.2. Durabilidade.....	12
1.2.1. Definição.....	12
1.2.2. Aspectos Econômicos da Durabilidade.....	14
1.2.3. Durabilidade como Critério de Desempenho.....	16
1.2.4. Previsão da Vida Útil.....	19
1.3. Manutenção.....	23
1.3.1. Definição.....	23
1.3.2. Sistemas de Manutenção.....	25
1.4. Patologia.....	30
1.4.1. Definição.....	30
1.4.2. O Processo Construtivo.....	30
1.4.3. Classificação dos Defeitos.....	31
1.4.3.1. Quanto a Origem.....	31
1.4.3.2. Quanto as Causas.....	33
1.4.3.3. Quanto à Evolução no Tempo.....	33
1.4.3.4. Quanto ao Desempenho Afetado.....	34
1.4.3.5. Quanto aos Participantes do Projeto.....	34
1.4.4. Incidência de Manifestações Patológicas.....	36

1.4.5. Diagnóstico dos Defeitos.....	38
2. LEVANTAMENTO DAS INCIDÊNCIAS.....	42
2.1. Introdução.....	42
2.2. Critérios e Metodologia.....	42
2.2.1. Quantificação das Tipologias de Proje-	
tos Arquitetônicos.....	43
2.2.2. Revisão dos Questionários.....	44
2.3. Tabulação e Análise dos Dados.....	53
2.3.1. Validade das Respostas Obtidas.....	53
2.3.2. Análise de Dados.....	55
3. DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES MAIS GRAVES.....	57
3.1. Apresentação dos Resultados.....	57
3.2. Análise dos Resultados.....	61
3.3. Manifestações mais Graves.....	63
3.3.1. Quanto a Segurança Estrutural.....	63
3.3.2. Quanto ao Funcionamento.....	64
3.3.3. Quanto ao Custo.....	68
4. RECOMENDAÇÕES PARA PROJETO, EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO.....	77
4.1. Segurança Estrutural.....	78
4.2. Funcionamento.....	80
4.2.1. Cobertura (telhas e calhas).....	81
4.2.2. Pisos (soalhos).....	83
4.2.3. Instalações Elétricas e Hidráulicas.....	85
4.3. Custos.....	90
4.3.1. Defeitos em Pintura.....	90
4.3.2. Obras Existentes e Novas.....	93
4.4. Sistema de Manutenção de Prédios Escolares.....	95
4.4.1. Determinação de Custo de Manutenção	
de Paredes de Madeira.....	97
4.4.1.1. Idade até 20 anos.....	97
4.4.1.2. Idade igual a 20 anos.....	103
4.4.2. Equações de Degradação dos Componentes	
de Edificações Escolares.....	103
4.4.2.1. Análise dos Resultados.....	107

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS POSTERIORES.....	110
ANEXO I - LISTA DE ESCOLAS UTILIZADAS NO LEVANTAMENTO DE INCIDÊNCIAS.....	113
ANEXO II - QUESTIONÁRIO UTILIZADO NO LEVAN- TAMENTO DE INCIDÊNCIAS.....	119
ANEXO III - MATRIZ-RESUMO E QUESTIONÁRIO MODIFICADO PROPOSTO.....	143
BIBLIOGRAFIA.....	150

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

1.1 - Método de aplicação do conceito de desempenho.....	09
1.2 - Esquema de sistema dinâmico.....	11
1.3 - Função desempenho x tempo.....	13
1.4 - Influência da durabilidade no ciclo de vida econômica da edificação.....	15
1.5 - Influência da durabilidade nos custos globais da edificação.....	15
1.6 - Variação das propriedades dos materiais com o tempo.....	20
1.7 - Influência dos serviços de manutenção no envelhecimento dos componentes da edificação.....	21
1.8 - Metodologia para a avaliação da durabilidade de materiais de construção de base orgânica.....	22
1.9 - Tipos de curvas de desempenho.....	24
1.10 - Tipos e procedimentos de serviços de manutenção.....	26
1.11 - Análise de custos e serviços de manutenção.....	29
1.12 - Incidência de manifestações patológicas na Bélgica.....	37
1.13 - Estrutura geral para solução de problemas patológicos.....	41

Capítulo 3

3.1 - Número de manifestações patológicas por elemento da edificação.....	60
3.2 - Porcentagem de manifestações patológicas por elemento da edificação.....	61
3.3 - Incidência de custos por elementos da edificação.....	69
3.4 - Participação percentual de custos por elemento da edificação.....	69
3.5 - Incidência de custos por elementos de edificações escolares em madeira.....	72

3.6 - Incidência de custos por elementos de edificações escolares em alvenaria.....	73
3.7 - Participação percentual de custos por elemento de edificações escolares em madeira.....	74
3.8 - Participação percentual de custos por elemento de edificações escolares em alvenaria.....	74
 Capítulo 4	
4.1 - Identificação e correção de defeitos em fundações tipo pilarete.....	79
4.2 - Identificação e correção de defeitos em cobertura.....	81
4.3 - Identificação e correção de defeitos em soalhos.....	83
4.4 - Identificação e correção de defeitos em instalações elétricas.....	86
4.5 - Identificação e correção de defeitos em instalações hidráulicas.....	87
4.6 - Curva de degradação teórica para um componente.....	96
4.7 - Processo de cálculo de custos de manutenção.....	97
4.8 - Ajuste de regressão linear simples para paredes de madeira.....	101
4.9 - Ajuste de regressão linear múltipla para paredes de madeira.....	101
4.10 - Teste gráfico de normalidade dos resíduos (papel de probabilidade) - para paredes de madeira.....	102
4.11 - Constância do erro padrão da estimativa para paredes de madeira.....	103

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

1.1 - Agentes agressivos às edificações e seus componentes.....	07
1.2 - Fatores de degradação.....	18
1.3 - Levantamentos das causas dos defeitos na edificação.....	33
1.4 - Tipo de manifestação em conjuntos habitacionais em São Paulo.....	37

Capítulo 2

2.1 - Universo das Escolas de Porto Alegre.....	53
2.2 - Composição da amostra das Escolas de Porto Alegre utilizadas no estudo.....	54

Capítulo 3

3.1 - Manifestações patológicas em prédios escolares de Porto Alegre.....	57
3.2 - Comparação entre participação percentual de manifestações e custos.....	70
3.3 - Índice de Importância para os elementos da edificação.....	70
3.4 - Comparação de custos para edificações de madeira e alvenaria.....	75

Capítulo 4

4.1 - Recomendações para prevenção de defeitos em fundações tipos pilaretes.....	80
4.2 - Recomendações para prevenção de defeitos em cobertura.....	82
4.3 - Recomendações para prevenção de defeitos em soalhos.....	84

4.4 - Recomendações para prevenção de defeitos em instalações elétricas.....	88
4.5 - Recomendações para prevenção de defeitos em instalações hidráulicas.....	89
4.6 - Correlação entre umidade relativa e execução de pintura.....	93
4.7 - Defeitos em pintura - recomendações para recuperação e prevenção de defeitos.....	94
4.8 - Percentuais de defeitos em paredes de madeira.....	98
4.9 - Equações de degradação dos componentes da edificação e resumo da análise estatística.....	104

RESUMO

Este estudo tem como objetivo fornecer subsídios para o desenvolvimento de um sistema de manutenção de prédios públicos escolares, a partir de informações fornecidas pelos usuários.

Visando estabelecer as bases teóricas para o estudo foi realizada a revisão bibliográfica, abordando as disciplinas atualmente aplicadas à construção civil (Desempenho, Durabilidade e Vida Útil, Manutenção e Patologia).

A partir dos resultados obtidos pelo levantamento de incidências, foram identificadas e diagnosticadas as manifestações que fossem mais significativas em relação a aspectos de segurança estrutural, funcionamento e custos.

Finalmente, foram desenvolvidas curvas de degradação para os componentes da edificação, as quais foram utilizadas para a proposta de um sistema de manutenção.

ABSTRACT

This study aims to provide basis for the development of a maintenance system for school buildings in Porto Alegre, based on user's information.

A bibliographic review was conducted in the follow fields of building science (Performance Concept, Durability and Service Life, Maintenance and Pathology). This enabled the establishment of the theoretical basis for the study.

The most important defects in a number of school buildings were diagnosticated (Structural Safety, Funcionament, Costs).

Finally, degradation curves for building components were developed. These curves were used for the proposal of a maintenance system.

INTRODUÇÃO

As edificações são constituídas de materiais, que quando expostos às condições do meio e de uso se degradam, devendo portanto serem restauradas e mantidas em condições de funcionamento.

Estes serviços de manutenção implicam em recursos físicos e financeiros, e segundo SEELEY³⁴ podem chegar a 40% da força de trabalho anual empregada na construção civil na Inglaterra. No Brasil devido as condições de desenvolvimento técnico, cultural e social, este valor pode ser ainda maior.

As atividades de manutenção executadas ao longo da vida útil de uma edificação são em sua maioria repetitivas e cíclicas, o que justifica o desenvolvimento de sistemas de manutenção, visando otimizar a utilização de recursos. Esta otimização se dá através do conhecimento das curvas de degradação dos elementos da edificação, sendo possível com isto prever custos de manutenção anuais, bem como evitar a propagação de defeitos, corrigindo-os logo que surjam. Infelizmente no Brasil, a maioria dos serviços de manutenção somente são realizados após a constatação da existência de defeitos, quando o estágio de degradação é elevado. É comum serem noticiadas interdições de prédios públicos devido a péssimas condições de manutenção, o que além de ampliar os custos financeiros incide em custos sociais, já que prédios públicos fechados deixam de atender a população.

Um sistema de manutenção deve ser adaptado as condições de exposição, além de ser específico à tecnologia empregada na edificação, ou seja, deve existir um sistema para prédios de alvenaria e outro para prédios de madeira. O sistema de manutenção deve ser também adaptado as funções dos prédios, cada um com seu usuário específico.

A adaptação ao meio específico é feita através de levantamentos de manifestações patológicas, após a identificação das tipologias de projeto que compõem o universo de estudo e elaboração de curvas de degradação dos diversos componentes. Através dos levantamentos de manifestações é possível conhecer os principais defeitos, e com isto subsidiar procedimentos de identificação e correção, bem como possibilitar a prevenção.

Com dados obtidos a partir de um convênio firmado entre a Secretaria de Interior e Obras Públicas-RS (SDO) e o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Construção (NORIE), foi realizado o levantamento e identificação das principais manifestações patológicas em prédios escolares localizados em Porto Alegre.

Baseando-se neste levantamento, esta dissertação objetiva diagnosticar as manifestações mais graves, considerando aspectos de segurança estrutural, funcionamento e custo, além de estabelecer as bases para o desenvolvimento de um sistema de manutenção de prédios escolares.

No Capítulo I são abordados os conceitos atuais das disciplinas da Construção Civil, ou seja: Desempenho; Durabilidade e vida útil; Manutenção; Patologia, visando a partir de revisão bibliográfica estabelecer as bases teóricas do estudo.

No Capítulo II são apresentadas a metodologia e critérios que foram utilizados para o levantamento e processamento dos dados.

No Capítulo III os resultados são analisados inicialmente de forma geral, e em seguida identificando e diagnosticando as manifestações que comprometam a segurança estrutural e o funcionamento normal das escolas, bem como contribuam significativamente nos custos de manutenção.

No Capítulo IV são apresentadas recomendações para projeto, execução e manutenção para obras novas e já executadas. As recomendações foram baseadas nas manifestações destacadas no capítulo anterior. Nesta etapa do estudo também é proposta a base para a execução de um sistema de manutenção.

De uma maneira geral, o estudo conseguiu atingir os objetivos, ou seja, identificar as manifestações patológicas em edificações escolares, fazer recomendações para projeto, execução e manutenção e finalmente estabelecer as curvas de degradação para os componentes da edificação.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e válidos, embora os dados poderiam ter sido obtidos de maneira ainda mais rigorosa a partir de modificações no questionário utilizado e na forma de preenchimento, sendo possível a partir daí elaborar sistema de manutenção abrangentes a todos os tipos de edificação.

1. CONCEITOS BÁSICOS

1.1. Desempenho

1.1.1. Definição

Nas últimas décadas surgiram muitas inovações nas áreas do conhecimento humano, entre elas a indústria da construção civil. Novos produtos e novas tecnologias começaram a ser usadas, em substituição do tradicional sem que se tivesse total conhecimento de suas características principais. Este fato fez que as unidades construídas com as inovações se tornassem um laboratório em escala real, e conseqüentemente fazendo com que o seu usuário fosse o principal prejudicado, no caso de um possível fracasso da inovação.

Nos métodos tradicionais de construção, os materiais e técnicas construtivas são definidos previamente pelas especificações e cadernos de encargo. Este processo se torna fácil quando os materiais usados tem suas características conhecidas e as tecnologias desenvolvidas ao longo dos anos. Entretanto, quando os materiais e as tecnologias são novos, o processo não é o mesmo, ficando o projetista no dilema de usar as inovações sem conhecê-las e cair no problema descrito anteriormente, ou não fazer uso de inovações, restringindo com isto o desenvolvimento tecnológico.

Para que não ocorressem problemas deste tipo, começou-se a procurar uma forma de avaliação que permitisse a comparação entre as novas tecnologias e as tradicionais. Uma tentativa foi relacionar funções a serem cumpridas pelas edificações, seus elementos e componentes, não especificando quais os meios para atingi-las.

Já utilizando este princípio, o CSTC⁸ diz que o meio mais eficaz de colocar diversas soluções ou alternativas para

um problema em mesmo pã de igualdade no momento da escolha, consiste em substituir as especificações prescritivas por uma obrigação de resultado, ou seja, relacionar as propriedades que deve apresentar determinada alternativa, em condições de uso e exposição definidas, para que as necessidades dos usuários sejam satisfeitas.

Segundo o CIB W60¹⁰, o conceito de *desempenho* é antes de tudo o processo de pensar e trabalhar em termos de fins ao invés de meios, o que não significa que os meios são desconsiderados, mas que sua consideração ocorre através dos fins alcançados.

O conceito de desempenho facilita o trabalho do projetista que ao escolher determinada solução sabe o que esperar dela, desde que suas características tenham sido definidas pelos fabricantes e se possível avalizadas por órgãos fiscalizadores, os quais ficariam responsáveis por revisões periódicas da manutenção destas características. Do ponto de vista do fabricante, o conceito também lhe é favorável, já que irá obter uma concorrência mais definida para seus produtos, uma vez que os resultados esperados serão sempre função do meio de exposição e do usuário.

Uma definição bastante utilizada é a dada pelo CIB⁹, segundo a qual desempenho em seu sentido mais amplo significa *comportamento em uso*, e caracteriza que um produto deve apresentar certas propriedades que o capacitem a cumprir sua função quando sujeito a certas ações. Portanto quando quisermos estabelecer níveis de desempenho a serem alcançados, deve-se inicialmente definir muito bem as necessidades ou exigências dos usuários e as condições de exposição.

1.1.2. Exigências do Usuário

As *exigências do usuário*, segundo SOUZA³⁶ são as necessidades que devem ser satisfeitas pela edificação, de maneira que este realize suas atividades normalmente.

Pelas definições de desempenho pode-se notar que o processo gira sempre em torno do usuário e suas necessidades,

por isto é interessante definir o que ou quem ele é. Como usuários, devem ser entendidos todos os envolvidos com o edifício, sejam humanos ou não, seres vivos ou inanimados. Como exemplo, em uma estufa os usuários são plantas, com necessidades inerentes ao seu próprio processo vital; para um armazém, o usuário pode ser uma carga de cereais que necessite condições de estocagem específicas.

Como usuário, devemos ver não somente aqueles em contato direto com o edifício, mas também o entorno da edificação, ou seja, um edifício alto pode vir a fazer sombra sobre outro, diminuindo-lhe a insolação; uma fábrica que expela fumaça tóxica para a atmosfera pode causar problemas de saúde aos moradores próximos, se não forem previstos filtros de controle de poluição atmosférica.

As exigências variam para cada tipo de usuário, bem como conforme o tipo de prédio, por exemplo os usuários de um cinema têm necessidades diferentes dos usuários de um hospital.

Segundo o CIB¹⁰, as exigências podem ser de aspectos técnicos, fisiológicos, psicológicos e sociológicos. Os aspectos técnicos são aqueles relacionados com o edifício em si, tais como: facilidade de construção, custo de construção e utilização, etc; os fisiológicos são os que influenciam o usuário a nível físico, como condições de temperatura, umidade, condições de iluminação. Os aspectos psicológicos são os relacionados com o bem estar mental do usuário, permitindo que ele desempenhe suas funções com a concentração necessária, ou seja, são aqueles que causam sensações ou impressões desconfortáveis, como exemplo um ruído contínuo em níveis suportáveis pelo homem, mas que por sua constância afeta o usuário; cores fortes usadas em paredes de quartos ou salas destinadas a leitura ou estudo. Finalmente os aspectos sociológicos são aqueles impostos pela sociedade, como por exemplo a maior valorização de uma edificação em relação à outra, por estarem localizadas em áreas consideradas nobres ou não.

Para abrigar o homem, a norma ISODP6241³⁵ lista as seguintes exigências em relação à edificação:

1. Exigências de Estabilidade
 - estabilidade e resistência estrutural
2. Exigências de Segurança ao Fogo
 - limitação do risco do surgimento e propagação de incêndios. Condições de evacuação dos usuários
3. Exigências de Segurança à Utilização
 - segurança do usuário durante o uso da edificação e intrusões por animais e pessoas estranhas
4. Exigências de Estanqueidade
 - estanqueidade aos gases, líquidos ou sólidos
5. Exigências de Conforto Higrotérmico
 - temperatura e umidade do ar internos
6. Exigências de Pureza do Ar
 - pureza do ar e limitação dos odores
7. Exigências de Conforto Visual
 - claridade para trabalho, descanso e vista do exterior
8. Exigências de Conforto Acústico
 - isolamento acústico e níveis de ruído
9. Exigências de Conforto Tátil
 - rugosidade, umidade e temperatura das superfícies
10. Exigências de Conforto Antropodinâmico
 - limitação de vibrações e acelerações e conforto nas manobras dos componentes
11. Exigências de Higiene
 - abastecimento de água, evacuação de matérias usadas
12. Exigências de Adaptação à Utilização
 - número e tamanho dos ambientes e as relações dos espaços com os equipamentos
13. Exigências de Durabilidade
 - conservação dos elementos e componentes

14. Economia

- custo de construção e utilização

As exigências podem ser de 2 tipos: absolutas ou relativas. As primeiras são aquelas que devem ser seguidas, independentemente do usuário ou do uso da edificação, como as relacionadas à segurança. Já as relativas podem ter diversos níveis de exigência, por exemplo, em uma edificação de custo mais baixo pode-se admitir um nível de conforto higrotérmico menor que o de uma residência de luxo, desde que acima do limite aceitável para a saúde do usuário.

As exigências do usuário são em geral dispostas em termos qualitativos, por exemplo: "a edificação deve prover condições satisfatórias de conforto higrotérmico". Pode-se notar que com definições deste tipo torna-se difícil estabelecer quais níveis são aceitáveis ou não. O nível mínimo para o exemplo pode ser estabelecido com conhecimentos da fisiologia humana, mas estabelecer quando é confortável ou não é algo bem mais complexo. Estes níveis podem variar com o meio (condições de exposição) e conforme as expectativas do usuário. Por exemplo, enquanto um morador em um país da África pode achar 30°C uma temperatura confortável, um europeu não se contentaria com temperaturas acima de 25°C, este é um caso de condições de exposição diferentes. Quanto à expectativa, ela é variável conforme a cultura e o nível sócio-econômico do usuário. Com isto conclui-se que os níveis devem ser estabelecidos conforme o meio e os usuários. O CIB¹⁰ sugere que os níveis sejam estabelecidos conforme os percentuais da população satisfeitos, por exemplo começando por 95%. Estes níveis são chamados padrões de desempenho.

1.1.3. Condições de Exposição

As *condições de exposição* são constituídas pelas ações atuantes sobre o edifício ou componente durante sua vida útil e podem ser de 2 tipos: devidas à fenômenos naturais e devidas à utilização do edifício. As primeiras são as que tem origem no meio físico e podem ser a chuva, vento, radiação solar, neve, etc., enquanto as outras são as causadas pelo fogo, cargas perma-

nentes, impactos, ataques de produtos químicos, etc.

A norma ISO DP6241³⁵, lista os agentes agressivos conforme sua natureza, como mostra a TABELA 1.1.

Após serem reconhecidas e estabelecidas as condições de exposição, deve-se quantificá-las, por exemplo uma construção industrial está sujeita a uma quantidade "x" de determinado produto agressivo. O próximo passo é prever o comportamento do elemento perante estas condições. Isto pode ser feito de maneira direta, através de ensaios em laboratório, ou "in situ", ou de maneira teórica através de modelos físicos e matemáticos. Com os resultados pode-se prever o comportamento em uso de um elemento e recomendá-lo para uso similares. É importante salientar que se um produto é insuficiente para resistir a um meio, pode ser excelente para outro, ou mesmo um meio do mesmo tipo, mas com condições de exposição menos severas, portanto com exigências menores.

1.1.4. Método de Especificação por Desempenho

Para que seja feita uma especificação por desempenho deve-se seguir um processo ordenado, de forma a conciliar as necessidades do usuário e as condições de exposição em um elemento possível de ser materializado. O esquema a seguir mostra que a aplicação do conceito de desempenho é um processo contínuo, com etapas bem definidas, conforme mostra a FIGURA 1.1.

TABELA 1.1 - Agentes agressivos às edificações e seus componentes.

ORIGEM	EXTERNA		INTERNA	
	NATUREZA	Atmosfera	Solo	Ocupação
1) AGENTES MECÂNICOS				
1.1) Gravidade	cargas de neve, gelo, água da chuva	pressão do solo, pressão da H_2O	sobrecargas de utilização	cargas permanentes
1.2) Esforços e deformações impostas ou restringidas	pressão de congelamento de água, dilatação térmica e higroscópica	recalques, escorregamentos	esforços de manobra	retrações, fluência, forças e deformações impostas
1.3) Energia cinética	vento, granizo, impactos externos	-	impactos internos, abrasão	golpe de ariete
1.4) Vibrações e ruídos	ruídos externos, rajadas de vento, trovões, aeronaves, explosões	terremoto, tráfego, vibrações de máquinas externas	ruídos internos, vibrações de máquinas internas	ruídos dos edifícios, vibrações dos edifícios
2) AGENTES ELETRÓ-MAGNÉTICOS				
2.1) Radiação	radiação solar, radiação	-	lâmpadas e equipamentos radiativos	painéis radiantes
2.2) Eletricidade	Iluminação	fuga de corrente	-	distribuição de corrente, eletricidade estática
2.3) Magnetismo	-	-	campos magnéticos	campos magnéticos

(continua)

(continuação TABELA 1.1)

ORIGEM		EXTERNA		INTERNA	
NATUREZA	Atmosfera	Solo	Ocupação	Projeto	
3) AGENTES TÉRMICOS	ar quente, congelamento choques térmicos	congelamento, calor do solo	calor emitido por cilindros e outros objetos combustíveis	calor, fogo por sobreaquecimento instalações elétricas defeituosas	
4) AGENTES QUÍMICOS					
4.1) Água e Solventes	ar úmido, condensação das chuvas	água superficial, água subterrânea	respingos de água, condensação, detergentes, álcool	distribuição de água, águas servidas, infiltração	
4.2) Oxidantes	oxigênio	-	água de lavanderia (Hipoclorito de sódio), água oxigenada	potenciais eletroquímicos positivos	
4.3) Redutores	-	sulfetos	agentes combustíveis, amônia	agentes combustíveis, potenciais eletroquímicos negativos	
4.4) Ácidos	ácido carbônico, excremento de pássaros, ácido sulfúrico	ácido úmico, ácido carbônico	vinagre, ácido cítrico	ácido sulfúrico, ácido carbônico	
4.5) Bases	-	cales (carbonatos)	soda cáustica, hidróxido de potássio e amônia	hidróxido de sódio, cimentos, cales...	
4.6) Sais	névoa salina	nitratos, fosfatos, cloretos, sulfatos	cloreto de sódio (sal)	cloreto de cálcio, sulfatos, gesso	
4.7) Neutros	poeira, fuligem	calcários/silica	gorduras, óleos, tintas, poeira	gordura, óleos, poeira, fuligem	
5) AGENTES BIOLÓGICOS					
5.1) Microrganismos, vegetais	bactérias	bactérias, mofo, fungos, raízes	bactérias, plantas domésticas	-	
5.2) Animais	insetos, pássaros	roedores	animais domésticos, homem		

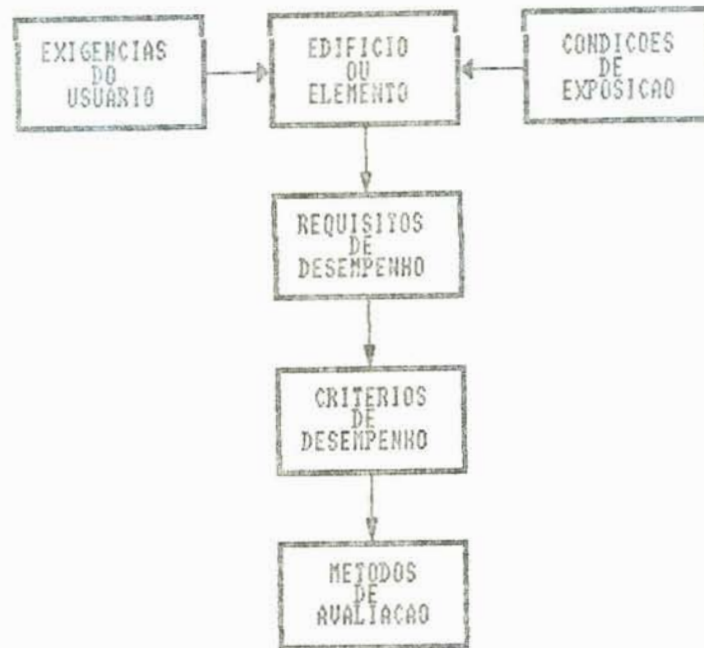


FIGURA 1.1 - Método de aplicação do conceito de desempenho.

- I) Definir as exigências do usuário e as condições de exposição

As exigências conforme já visto, variam com o usuário e são função do meio, sendo que o produto final será influenciado diretamente pelo grau de precisão conseguido nesta etapa.

- II) Estabelecer os requisitos de desempenho

Os *requisitos de desempenho* são as condições a que o edifício ou elementos devem atender. Eles são dispostos em termos qualitativos, por exemplo: "a edificação deve prover conforto acústico ao usuário, em níveis compatíveis com suas necessidades de descanso noturno, considerando as condições de exposição locais".

- III) Quantificar os critérios de desempenho

Crítérios de desempenho são obtidos quando os requisitos são definidos em termos quantitativos, pelo exemplo anterior pode ser algo do tipo "a edificação, através de seus elementos,

deve prover um nível de ruído interno de 40 dB, considerando que no exterior este valor atinge 70 dB". Pode-se notar que os critérios podem ter níveis diferentes, por exemplo a exigência interna pode ser diferente de 40 dB. Esta variação nos níveis é conhecida como padrões de desempenho e podem ser obtidos segundo HARRISON²² de 5 formas:

- a) Método Subjetivo - conhecimento científico de especialistas.
- b) Ensaaios - ensaios disponíveis que fixam os níveis de desempenho a serem alcançados.
- c) Análise Funcional - baseada nas funções do elemento e estabelecer os critérios mais importantes.
- d) Análise do Comportamento em Uso - baseada na durabilidade, problemas patológicos, pesquisas com usuários, etc.
- e) Estudo das Necessidades dos Usuários - baseado em estudos das necessidades dos usuários e na transformação destas em critérios de desempenho.

Qualquer um dos métodos pode ser utilizado para estabelecer os critérios de desempenho, conforme a necessidade ou grau de conhecimento, mas eles devem ser os mais precisos possíveis, pois segundo HANDLER²⁰ quanto mais precisamente forem estabelecidos os critérios, mais facilmente poder-se-á verificar o quanto os objetivos foram atingidos.

IV) Métodos de Avaliação de Desempenho

Têm por objetivo verificar se o elemento atinge ou não o objetivo esperado e podem ser:

- a) Ensaaios e medidas para determinação das propriedades dos elementos

São ensaios feitos em laboratório, sem simular condições de exposição, com objetivo de caracterizar as propriedades dos materiais (resistência à compressão, condutibilidade térmica, etc.). São feitos para propriedades que não variam com o meio.

b) Ensaio e medidas de desempenho

Neste caso, as condições de exposição são simuladas de forma a se obter uma resposta próxima da realidade do meio. Podem ser feitos em campo ou em laboratório, através de protótipos.

c) Cálculos teóricos

É estudado o modelo teórico de comportamento do elemento. Conhecendo o mecanismo pelo qual um processo ocorre, pode-se determinar o nível de desempenho alcançado, como exemplo cálculo da transmissão de ruídos através de uma parede de alvenaria maciça com 25 cm de espessura.

V) Retroalimentação

É a etapa final, a qual consiste na análise dos resultados obtidos, comparando-os com os desejados, ou seja, é a verificação do atendimento dos critérios de desempenho propostos. Com esta análise, é possível estabelecer um sistema dinâmico com um mecanismo de retroalimentação, que corrija as etapas anteriores. HANDLER²⁰ propõe um modelo que sintetiza este sistema da seguinte forma:

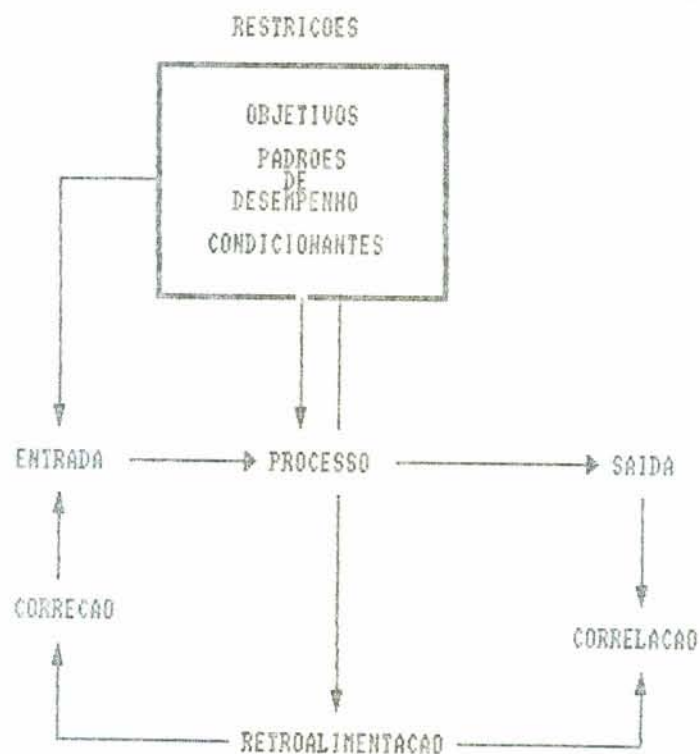


FIGURA 1.2 - Esquema de sistema dinâmico.

onde:

- objetivos - são os requisitos de desempenho (qualitativos)
- Restrições padrões de desempenho - são os critérios de desempenho (quantitativos)
- condicionantes - os elementos externos (condições de exposição, clima, etc.)
- Entrada - os elementos utilizados para atingir os objetivos
- Processo - transformação da entrada
- Saída - resultados obtidos a partir da entrada e processo.

A retroalimentação pode agir na entrada, modificando os elementos utilizados e como consequência, modificando o processo e a saída. Podem ocorrer casos em que as respostas obtidas, mesmo com modificações na entrada, não atendam os critérios propostos. Neste caso a retroalimentação pode agir nas restrições, modificando-as e com isto iniciando um novo processo.

1.2. Durabilidade

1.2.1. Definição

Durabilidade é um tema que vem ganhando destaque nos últimos anos, pois devido às condições econômicas mundiais começou-se a procurar produzir edificações de menor custo. A diminuição dos custos passou a ser fator de decisão nos projetos, sendo que este esforço atingiu todos os custos de uma edificação, desde a sua construção até o fim de seu período de uso. Uma forma encontrada para que tal diminuição fosse possível, foi a pesquisa e desenvolvimento de materiais que fossem mais duráveis.

Para uma primeira definição de durabilidade pode ser adotada a proposta por PIHLAJAVAARA³⁰ segundo a qual, *durabilidade* é a capacidade de um material em resistir a mudanças em suas propriedades. Com esta definição, consegue-se apenas ter uma idéia geral sobre o termo, sem entretanto questionar que tipo de mudanças seriam estas, em que condições elas ocorreriam, em quanto tempo, etc.

Na realidade, durabilidade é uma característica difícil de ser avaliada, pois seu significado é relativo já que um material considerado durável quando exposto a determinadas condições, pode não o ser em outras, como exemplo os materiais ferrosos expostos a atmosferas marinhas ou atmosferas rurais. Baseado nisto o CIB W80¹¹ define que *durabilidade* não é uma qualidade absoluta do material, e sim um termo que expressa a percepção humana da qualidade, a qual muda com o meio.

Tentando agrupar as diferentes definições e enfoques pode-se citar CARRUTHERS⁷, segundo o qual *durabilidade* pode ser traduzida como *desempenho no tempo*, ou seja, é a capacidade de uma edificação e seus componentes em manterem seus desempenhos iniciais em níveis mínimos aceitáveis, que seriam os limites mínimos para os quais as atividades desenvolvidas pelos usuários continuem a ser possíveis de serem executadas.

Com esta última definição pode ser sobreposta a de *degradação* de um elemento, ou seja, a perda progressiva da capacidade para prestar o serviço a que foi destinado²⁴ e estabelecer a função desempenho no tempo. Esta função é determinada pela variação de propriedades específicas mensuráveis dos materiais (indicadores de degradação) ao longo do tempo, até atingirem um valor limite mínimo, abaixo do qual a edificação ou componente não atende as exigências mínimas de desempenho. Quando este valor é atingido, o componente perdeu sua *capacidade de serviço*.

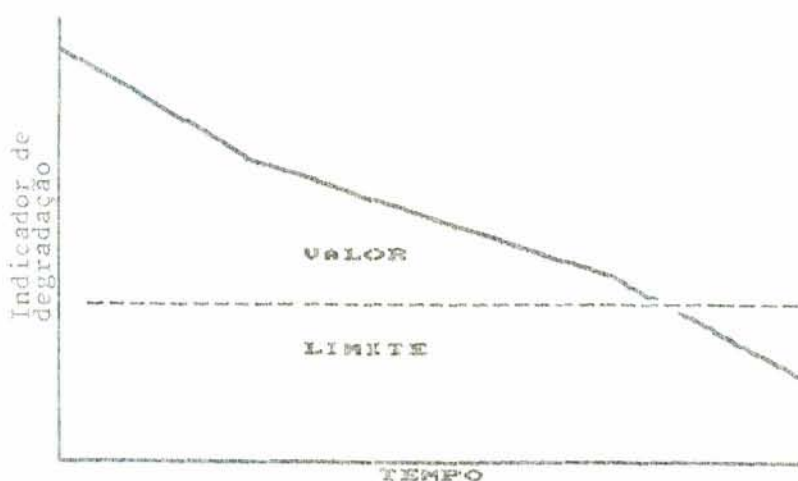


FIGURA 1.3 - Função desempenho x tempo.

O tempo no qual a edificação e seus componentes mantem sua capacidade de serviço é definido como *vida útil*. O CIB W80¹¹ define vida útil como o termo que tem maior capacidade de descrever o período depois da instalação, durante o qual todas as propriedades de um material, componente ou sistema atendem ou excedem os níveis mínimos aceitáveis. Com isto torna-se possível a comparação entre alternativas de projeto visando alcançar maior durabilidade da edificação, já que o tempo será um fator comum à todo componente que tenha sua vida útil determinada.

1.2.2. Aspectos Econômicos da Durabilidade

Em relação a estes aspectos, durabilidade está relacionada com a vida econômica da edificação e componentes, a qual não necessariamente é igual a vida útil. Componentes que não são mais interessantes economicamente, podem ter ainda uma longa vida útil. Isto pode ocorrer devido a obsolescência técnica, mudança de normas técnicas, aumento das exigências dos usuários, surgimento de produtos similares com custo inicial e final menores, etc. Este fato pode ocorrer até mesmo com a edificação inteira, CARRUTHERS⁷ afirma que em prédios que tenham sua vida econômica vinculada à tecnologia a que forem destinados, ela pode ser relativamente curta, já que um avanço muito rápido desta tecnologia pode levá-lo a não servir mais seu propósito inicial, como por exemplo centrais telefônicas, fábricas, etc.

A nível econômico não é exigido que um componente tenha vida útil longa, e sim que à nível de requisito de desempenho econômico seus custos inicial, operação, reparos e substituição sejam compatíveis com a renda do usuário. O importante é considerar a edificação e seus componentes dentro de um ciclo econômico, o qual engloba todos os custos incidentes durante a vida econômica da edificação, ou seja, seus custos globais.

A durabilidade dos componentes vai afetar o ciclo de vida econômica da edificação, como exemplifica RAKHRA³¹.

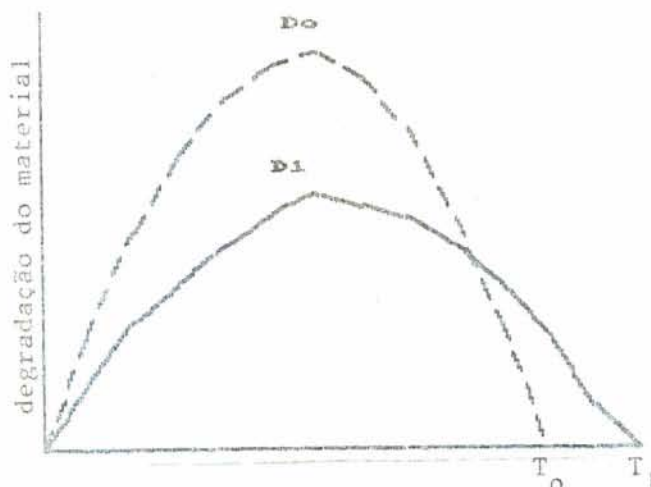


FIGURA 1.4 - Influência da durabilidade no ciclo de vida econômica da edificação.

As curvas D_0 e D_1 representam custos de reparos durante a vida econômica de 2 componentes, é interessante notar que os custos diminuem perto do fim da vida, devido a premência de substituição ou demolição. A diferença T_0, T_1 representa o quanto um material dura mais que o outro. Os custos globais serão as áreas sob D_0 e D_1 , respectivamente, mais o custo de reposição em T_0 e T_1 , os quais trazidos a valor presente mostrarão a melhor alternativa.

O mesmo autor demonstra a influência da durabilidade dos materiais nos custos globais da edificação, analisando a degradação do material.

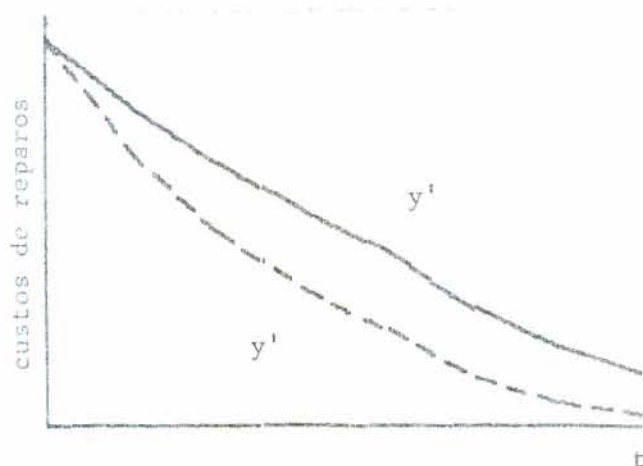


FIGURA 1.5 - Influência da durabilidade nos custos globais da edificação.

Considerando que em t_0 os dois materiais tenham as mesmas propriedades físicas e que a partir deste instante comecem a se deteriorar a taxas r e r' , as curvas $y_t = y_0 e^{-rt}$ e $y'_t = y'_0 e^{-r't}$ representam o processo de degradação. Pelo gráfico conclui-se que y' tem maior vida útil que y e a área entre as 2 curvas indica os ganhos financeiros em se usar y' . Conhecendo o custo inicial de y e y' , é possível determinar qual material será mais vantajoso financeiramente.

Como foi visto, existem casos em que pode ser mais conveniente substituir um componente algumas vezes durante a vida útil do edifício, ao invés de usar um outro com durabilidade maior, entretanto com custo inicial maior. A escolha da melhor alternativa pode ser feita por métodos de análise econômica (valor presente, taxa de retorno, etc.). Segundo CARRUTHERS⁷, os elementos e os componentes da edificação são de 2 tipos, a saber: estruturais ou não-estruturais. Como estrutural é definido o elemento ou componente que se removido causa colapso total ou parcial da edificação e portanto deve ter durabilidade no mínimo igual à vida útil da edificação. Já os componentes e elementos não-estruturais são os que podem ser removidos sem afetar a estabilidade estrutural da edificação e podem a partir de estudos econômicos ter sua substituição programada.

1.2.3. Durabilidade como Requisito de Desempenho

A etapa de projeto é o momento do processo construtivo no qual os materiais e componentes são selecionados e alocados, visando produzir uma edificação com desempenhos previstos, entre eles durabilidade e economia. Para tanto o projetista deve ter conhecimento das características físicas dos materiais e como será sua interação com o meio.

No processo de seleção de materiais, deve ser levado em conta o estabelecido por GARDEN¹⁸, segundo o que nenhum material é durável ou não, é a interação dos elementos do meio com ele que determina sua durabilidade. Portanto para existir um processo de degradação em andamento, devem haver alguns elementos no meio agindo sobre o material, então eliminando ou mi-

minimizando estes elementos a degradação será diminuída. Como exemplo, pode ser citado o crescimento de colônias de fungos em materiais orgânicos, ele só ocorre quando existirem condições ideais de temperatura e umidade ou faltar o tratamento do material com uma substância fungicida. O projetista prevendo o controle de qualquer um destes fatores estará combatendo o apodrecimento e conseqüentemente aumentando a durabilidade do material.

Outro aspecto importante sobre o qual o projetista deve ter domínio, é o *mecanismo de degradação* dos materiais, que o CIB/RILEM¹¹ define como os processos ou reações que levam a mudanças no nível de desempenho dos materiais, componentes ou sistemas.

A durabilidade varia com o meio, o qual é definido como as condições circundantes, mas para durabilidade, GARDEN¹⁸ considera 3 níveis de análise. O primeiro é o ambiente, o qual envolve toda a edificação e são as condições atmosféricas, carregamento e uso; o segundo é a nível macro, isto é, a porção do material, a última é a nível micro, ou seja, são as estruturas microscópicas do material. O mesmo autor afirma que neste último é que iniciam os processos de degradação.

Como já foi analisado, para que estes processos ocorram é necessário que existam elementos do meio agindo sobre o material, ou seja, fatores de degradação. A ASTM E-632¹ define *fatores de degradação* como "qualquer grupo de fatores externos que possa vir afetar o desempenho dos materiais, componentes ou sistemas construtivos". Esta definição também foi adotada pelo CIB-W80¹¹, que relaciona os fatores conforme mostra a TABELA 1.2.

Dentre estes fatores, não se pode definir qual o mais importante para a durabilidade, já que eles terão sua importância variando com o meio.

TABELA 1.2 - Fatores de degradação ASTM E 623-78.

1. Fatores atmosféricos

- Radiação - solar
nuclear
térmica
- Temperatura - elevação
diminuição
ciclos
- Água - sólida
líquida
vapor
- Constituintes normais do ar - gases
neblinas
partículas
- Gelo
- Vento

2. Fatores biológicos

- Microorganismos
- Fungos
- Bactérias

3. Fatores de carga (stress)

- Esforços permanentes
- Esforços cíclicos
- Esforços randômicos
- Ação física de água (chuva, granizo)
- Ação física de vento
- Movimento de outros agentes

4. Fatores de incompatibilidade

- Químicos
- Físicos

5. Fatores de uso

- Projeto
- Procedimentos de instalação e manutenção
- Desgaste
- Abuso no uso

1.2.4. Previsão de Vida Útil

A relação de cada tipo de material com o meio com o qual está exposto origina um processo de degradação diferente e portanto, períodos de vida útil também diferentes. Quando os materiais são os tradicionais é possível ter maior conhecimento sobre suas durabilidades, entretanto com o surgimento de novos materiais e componentes, ou mesmo condições do meio que se alteram (radiação nuclear, poluentes, etc.) esta tarefa não é fácil. Visando resolver este problema tentou-se desenvolver metodologias que dessem resultados confiáveis dos períodos de vida útil e da durabilidade dos materiais e componentes.

As metodologias fazem uso de 2 tipos de análise:

- a) Análise de Laboratório
- b) Análise de Campo

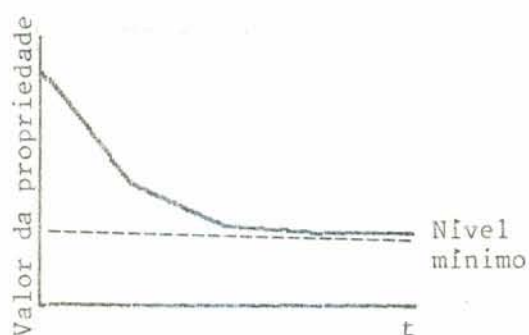
a) Análise de Laboratório

É baseada em testes desenvolvidos e se dividem em 2 partes: I) medição da taxa de envelhecimento; II) testes de envelhecimento acelerado. A primeira é feita pela medição da variação ao longo do tempo de propriedades relevantes do material ou componente¹⁶, em relação ao desempenho requerido na edificação, como exemplo em uma telha plástica pode ser medida a variação de sua transparência.

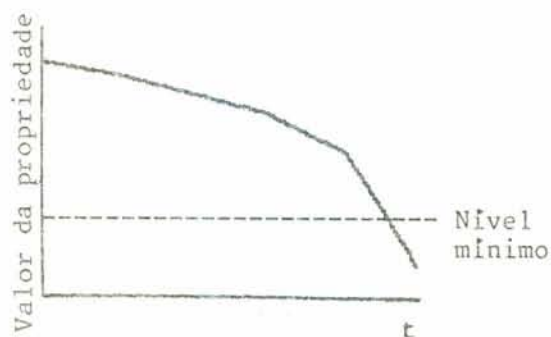
Cada propriedade tem uma curva de variação ao longo do tempo, FARHI¹⁵ cita os seguintes exemplos (FIGURA 1.6):



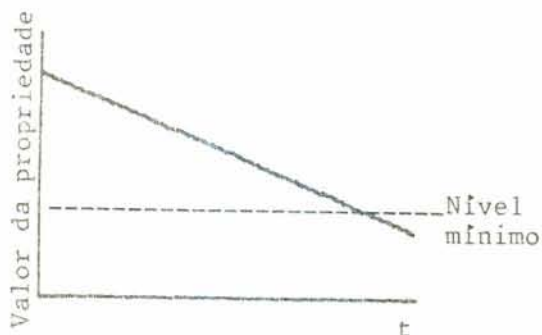
- material muito durável em relação a esta propriedade. Como exemplo, a resistência à tração do aço.



- material em que a propriedade varia exponencialmente com o tempo. Como exemplo, alongamento na ruptura de borracha sintética quando exposta ao calor.



- material cuja propriedade decresce regularmente até o colapso repentino. Como exemplo, a resistência a impactos de PVC expostos a radiações U.V.



- material que a propriedade decresce linearmente com o tempo, como exemplo, a variação da cor em elementos de PVC rígido

FIGURA 1.6 - Variação das propriedades dos materiais com o tempo.

Neste último caso, como a variação é linear, é possível determinar o tempo decorrido até que a propriedade do material ou componente atinja valores inferiores ao nível mínimo, entretanto deve ser considerada a influência de serviços de manutenção sobre o componente. FLAUZINO¹⁶ representa esta influência na seguinte curva:

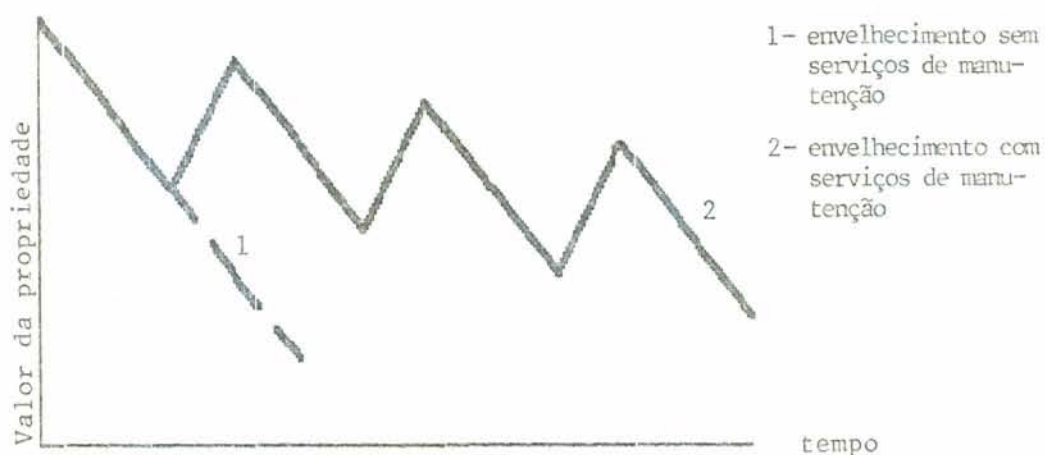


FIGURA 1.7 - Influência dos serviços de manutenção no envelhecimento dos componentes da edificação.

A obtenção das curvas características da variação de cada propriedade é realizada através do acompanhamento de ensaios realizados em condições ambientais e tempo reais, ou seja, através da exposição dos materiais e componentes ao meio a que estarão expostos, entretanto, em muitos casos, este processo é muito lento. Para contornar situações que exigissem muito tempo, foram desenvolvidos testes de envelhecimento acelerado. Estes testes consistem na exposição dos componentes ou materiais a condições artificiais que simulem o meio real e para que se obtenham respostas mais rápidas, os fatores de degradação tem sua intensidade aumentada.

As informações obtidas nos 2 processos são analisadas conjuntamente e com isto é possível chegar a modelos matemáticos que traduzam a degradação do componente, sendo assim possível obter uma estimativa de sua vida útil quando exposto a determinado meio.

FLAUZINO¹⁶ cita a metodologia desenvolvida pelo IPT-SP para avaliar a durabilidade de materiais de construção de base orgânica, a qual está representada a seguir:

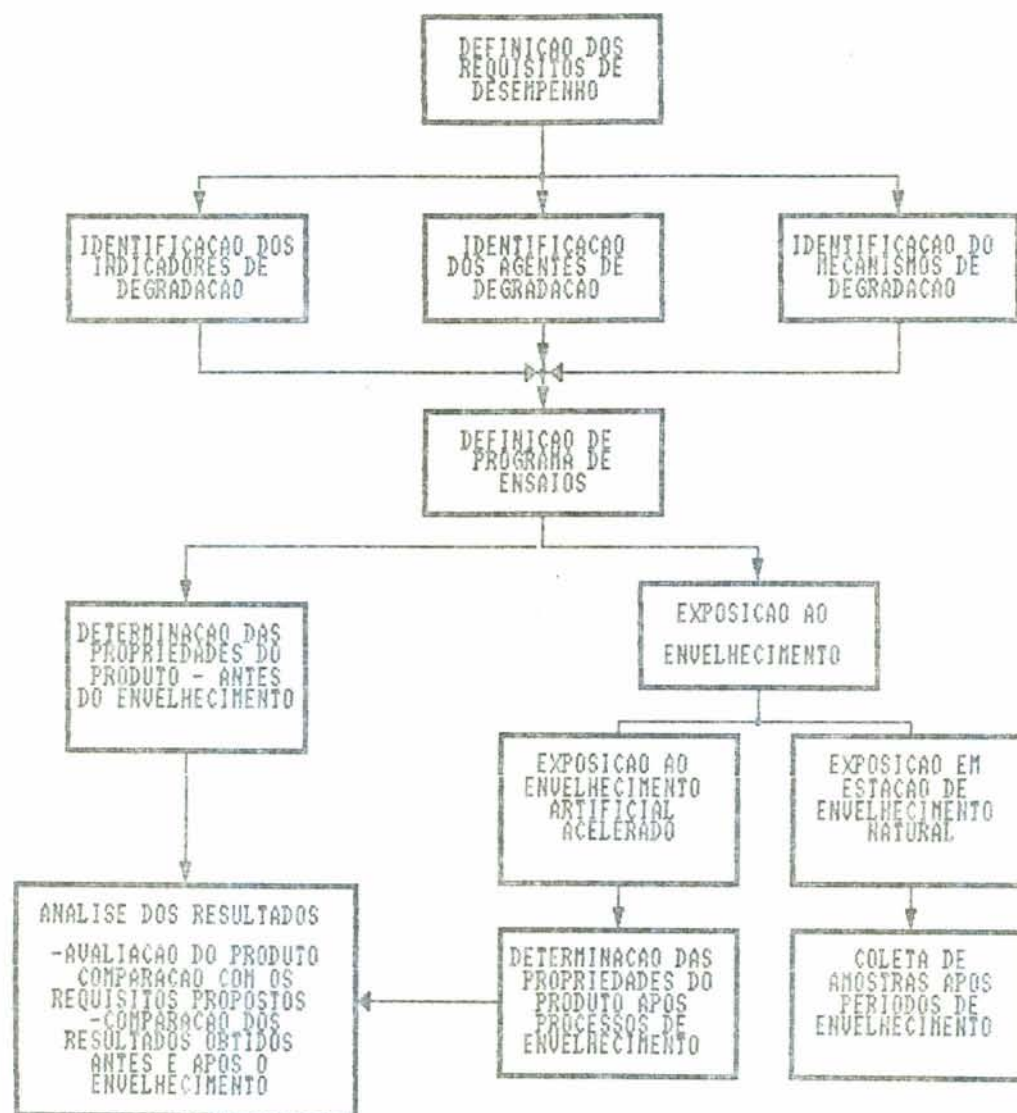


FIGURA 1.8 - Metodologia para avaliação da durabilidade de materiais de construção de base orgânica.

É importante salientar que embora este seja um caso específico, o método pode ser considerado geral, já que na maior parte das vezes eles abordam o problema da mesma forma, ou seja:

- identificação das propriedades relevantes e dos agentes agressivos;

- determinação do comportamento antes e após o envelhecimento natural e acelerado.

b) Análise de Campo

Este tipo de estudo ao invés de prever a vida útil dos materiais e componentes, constata a realidade ou seja, o quanto o material se degrada. Com esta análise é possível ter informações da degradação dos materiais em condições reais de exposição, com todos os agentes agressivos atuando e inter-relacionando entre si.

A população de estudo pode ser uma tipologia de projeto, prédios com a mesma idade ou uma determinada área geográfica. A definição do tamanho da população é feita por métodos estatísticos.

Como inconveniente, este método só pode ser aplicado a materiais que tem suas propriedades e reações com o meio bem conhecidas. No caso dos materiais novos, deve se recorrer ao método descrito anteriormente.

FARHI¹⁵ destaca que a grande validade desta análise é que ela possibilita a checagem dos resultados obtidos em laboratório com os conseguidos no campo, ou seja, permite verificar se o laboratório está refletindo a realidade.

1.3. Manutenção

1.3.1. Definição

As edificações são constituídas por diversos tipos de materiais e componentes, os quais, conforme já analisado, sofrem um processo de degradação quando em contato com o meio. Este processo leva a uma perda de desempenho da edificação até que se atinja um nível mínimo, a partir do qual se caracteriza um defeito.

As atividades realizadas nos equipamentos, componentes e instalações de uma edificação, para que esta continue a cumprir as funções a que foi destinada, são definidas por PEREZ como *manutenção*. Estas atividades podem ser de 2 tipos: manu-

tenção propriamente dita que engloba as operações de limpeza, substituição de componentes com vida útil limitada e retificação de defeitos surgidos durante qualquer etapa da construção; renovação que são atividades realizadas de maneira a restaurar a edificação e seus componentes, devolvendo-lhes seus desempenhos iniciais, ou em alguns casos modificando-os, também podem ser chamadas de atividades de restauração ou recuperação.

O processo de degradação de um componente pode ser estimado através de curvas de desempenho no tempo. O conhecimento destas curvas permite fazer uma programação de atividades de manutenção e desenvolver sistemas de manutenção.

Podem existir casos em que as curvas de desempenho sejam diferentes da curva característica, como se vê a seguir:

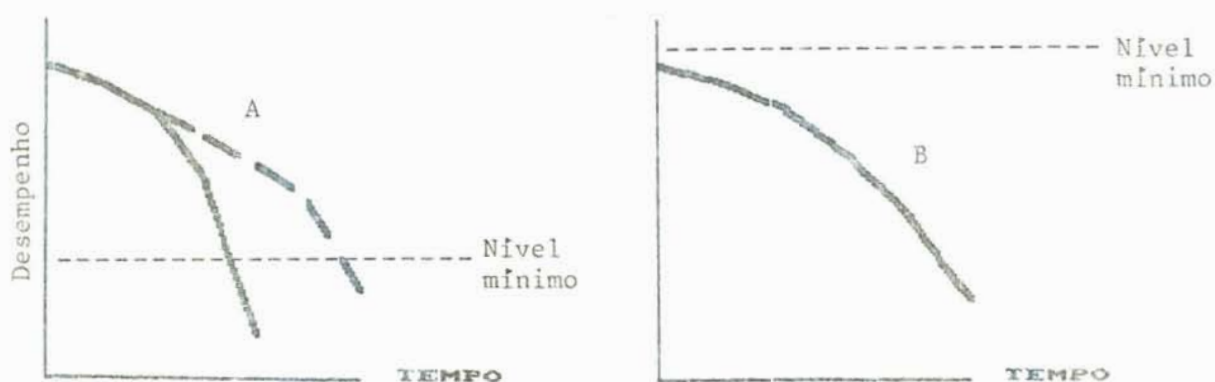


FIGURA 1.9 - Tipos de curvas de desempenho.

A curva A é o caso de uma edificação que sofreu uma perda repentina de seu desempenho, afastando-se do traçado da curva característica, como pode ser o exemplo de prédios que tenham seu uso alterado. A curva B apresenta uma edificação na qual o desempenho é insatisfatório desde o início de sua vida útil, e pode ser o caso de edificações que possuem erros no processo construção.

O conceito de manutenção admite subdivisões e SEELEY³⁴ cita as adotadas pela norma inglesa BS-3811. Segundo ela, a manutenção pode ser planejada ou não, preventiva ou corretiva. Partindo desta classificação, a mesma BS-3811 define Manutenção Planejada Preventiva como as atividades realizadas durante a vida útil da edificação, de maneira a prever o surgimento de um defeito e assegurar sua continuação em operação. Manutenção Planejada Corretiva são as atividades realizadas para recuperar o desempenho requerido, que pode ser feito por uma restauração ou por substituição do componente. Manutenção não planejada, é definida pela mesma norma como as atividades realizadas para recuperar o desempenho, o qual foi diminuído por ações externas.

O fluxograma a seguir é uma adaptação do proposto por CULVENOR e DWYER e citado por BROMILOW³ e sintetiza as subdivisões da manutenção (vide FIGURA 1.10).

1.3.2. Sistemas de Manutenção

As atividades de manutenção executadas ao longo da vida de uma edificação são repetitivas e cíclicas. Os sistemas de manutenção são desenvolvidos de maneira a otimizar a utilização dos recursos físicos e financeiros, a partir de uma planificação anterior.

LÖNN²⁶ define *sistema de manutenção* como um procedimento cíclico, no qual são executadas ações previamente planejadas, objetivando os seguintes aspectos:

- manutenção ou aumento de um padrão de desempenho estabelecido;
- minimização de custos;
- satisfação dos requisitos dos usuários, no tocante ao conforto e rapidez na resolução dos problemas.

Um sistema de manutenção está relacionado com a manutenção preventiva, ou seja, as atividades de manutenção são realizadas antes que o componente atinja um nível de desempenho inferior ao limite mínimo, isto é, antes que se caracterize o defeito. Para que esta ação preventiva seja possível, é necessário ter conhecimento dos possíveis defeitos dos componentes.

Eles podem ser devidos a degradação natural do material, bem como a causas externas, tais como erros nas etapas de projeto, execução ou mau uso das instalações (vandalismo, falta de manutenção, etc.).

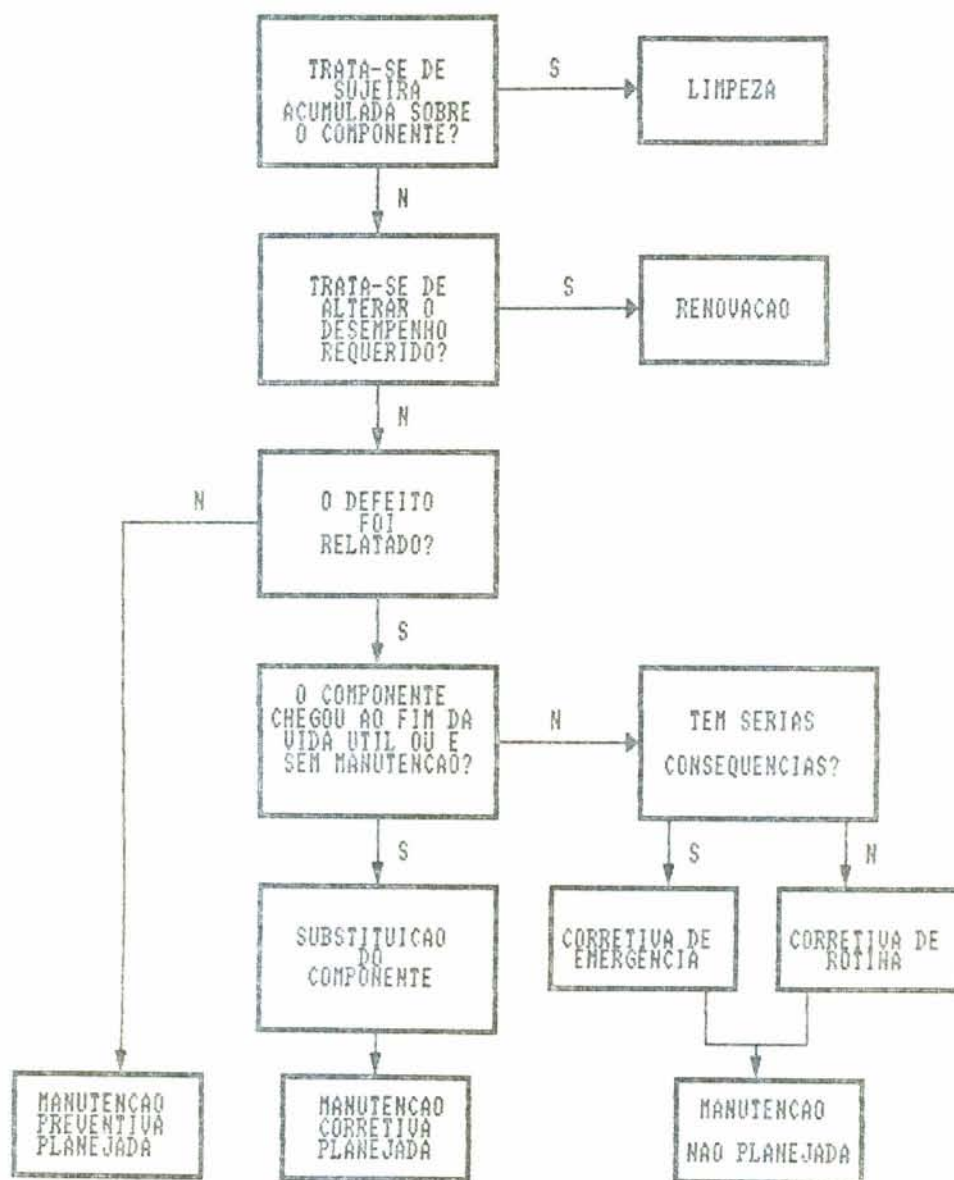


FIGURA 1.10 - Tipos e procedimentos de serviços de manutenção.

A degradação natural pode ser estimada através dos estudos da durabilidade dos componentes que determinam curvas de degradação. Os defeitos devidos a causas externas são identificados a partir de levantamentos de campo, os quais são analisados em bases estatísticas e probabilísticas. Estes levantamentos são feitos de maneira a identificar as causas e origens dos defeitos, de forma a permitir um diagnóstico correto do problema e é possível com eles considerar conjuntamente a degradação natural e os defeitos de causas externas.

Os sistemas de manutenção deveriam ser implantados por órgãos responsáveis pela construção e manutenção de edifícios públicos. Como isto envolve uma enorme quantidade de dados, os computadores são de grande valia para a implantação e gerenciamento dos sistemas de manutenção. Para PETTITT²⁹ os objetivos principais do uso dos computadores seriam:

- armazenamento e processamento de todos os componentes que sofreram serviços de manutenção e analisar seus custos;
- analisar a frequência e repetitividade dos serviços de manutenção, para com isto prever futuras intervenções e fornecer informações sobre o comportamento dos componentes para os projetistas.

Um sistema de manutenção deve ser montado, de maneira a possibilitar um processo de retroalimentação e correção. Para DAMEN¹², um sistema deve ser visto como um "Quadro" que reflita as conseqüências físico-financeiras de um nível de manutenção pretendido, a partir de determinadas suposições (degradação dos materiais). Para uma melhoria ou ajuste do sistema são necessários checagens e correções periódicas das suposições, visando adaptar o Quadro às novas condições que daí possam surgir.

Para a implantação de um sistema computacional de manutenção, DAMEN¹² divide este processo nas seguintes etapas:

1. Preparação do banco de dados

Para pretender implantar um sistema de manutenção é necessário antes de tudo conhecer o que vai ser mantido. Quais tipos de edifícios? Qual a quantidade de cada tipo?, etc.

Nesta etapa além da catalogação dos edifícios, estes são divididos em elementos e posteriormente em componentes. Exemplo: cobertura → calhas e condutores → calhas → calhas de PVC.

2. Inspeção e programas de prioridades

Inspeção de campo para verificação do estado de conservação dos edifícios e a verba necessária para a correção dos defeitos. A partir disto deve ser feita uma análise de prioridades, destinando verbas primeiro à componentes danificados que põe em risco os usuários ou que o adiamento do reparo leve a isto. Em segundo lugar, os componentes que não sendo reparados afetem o funcionamento normal do edifício, e finalmente, em terceiro lugar, os reparos estéticos e componentes funcionais secundários.

3. Preparação dos planos de manutenção

É a etapa em que é planejada a periodicidade de manutenção em um horizonte de tempo, com dados obtidos a partir da inspeção de campo e conhecimento do comportamento dos materiais. É um processo, conforme analisado anteriormente, que deve permitir correções.

4. Locação de recursos

Os planos de manutenção nesta etapa são transformados em custos. Além das atividades previstas deve ser destinada uma verba extra para atividades que sabe-se que serão necessárias, mas não é possível estabelecer quando. Os custos totais são distribuídos ano à ano, em um processo de fluxo de caixa.

5. Automação

A etapa final, na qual todo o sistema é implantado nos computadores. Cada componente e parte do edifício tem um código que o identifica, acompanhado de um código para a atividade a ser realizada e seu custo a cada ano.

É importante salientar que para um programa de manutenção ser implantado, deve ser feita uma análise financeira de maneira a comparar os custos de implantação, execução e controle com os benefícios possíveis de serem obtidos. Segundo PEREZ²⁸,

deve ser estabelecido um nível ótimo na relação custo x benefício.

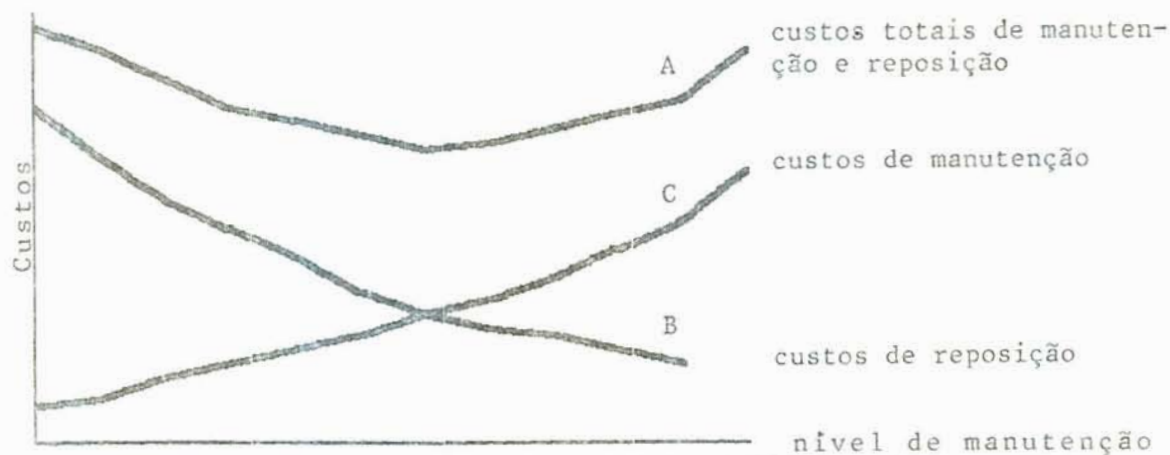


FIGURA 1.11 - Análise de custos e serviços de manutenção.

A manutenção é uma atividade que envolve enorme quantidade de recursos. Na Europa, cerca de 1/3 dos gastos na construção são feitos em manutenção²⁸. Para BROMILOW e TUCKER⁴, os custos de manutenção e operação de um edifício comercial, durante sua vida útil, chega a ser igual aos custos de construção. Visando eliminar ou minimizar ao máximo a manutenção, surgiu na Inglaterra nos anos 70, um conceito novo, a terotecnologia. Pela definição de BROMILOW e TUCKER⁴, terotecnologia é o uso ótimo de recursos técnicos, financeiros, administrativos, etc., durante a vida útil da edificação, principalmente nas atividades que ocasionam gastos repetitivos. É uma tecnologia que leva em conta o projeto, a manutenção e os custos dos componentes e prevê um mecanismo de retroalimentação, de maneira a chegar a uma combinação que minimize o custo total ou maximize os benefícios.

Existem programas computacionais que fazem a avaliação de alternativas para a construção de uma edificação²². Estes programas trabalham com técnicas de análise financeira (valor presente, taxa de retorno, etc.), permitindo a comparação das alternativas.

1.4. Patologia

1.4.1. Definição

Conforme já analisado, as edificações, seus elementos e componentes estão sujeitos a uma perda de desempenho. Este processo pode ser natural através da degradação inevitável, ou pode ser acelerado por quaisquer outras razões que tenham origem nas diversas etapas do processo construtivo. Conforme definição anterior, quando um componente não alcança mais um nível mínimo de desempenho está caracterizado um defeito.

Neste estudo foram considerados defeitos as manifestações que não se relacionassem com a degradação natural, pois embora conceitualmente eles também sejam assim definidos, por razões metodológicas preferiu-se analisá-los relacionando-os com durabilidade e vida útil.

A *patologia das edificações* é a área da engenharia que se ocupa dos edifícios e componentes que por alguma razão passem a ter um desempenho insatisfatório, fazendo uma análise dos defeitos através de seus sintomas ou manifestações patológicas, suas origens e causas, mecanismos de ocorrência e consequências.

1.4.2. O Processo Construtivo

O processo construtivo engloba um total de 5 etapas, a saber:

- Programação
- Projeto
- Execução
- Materiais
- Utilização

As duas primeiras podem ser agrupadas sob o conceito de Concepção. A Programação é a etapa onde são definidos, a partir das necessidades dos usuários, o tipo da edificação e tipo de utilização. Na etapa de Projeto as informações anteriores são relacionadas com o meio técnico, escolhendo componentes e

materiais que tenham capacidade de cumprir os desempenhos requeridos. A etapa de Execução, está relacionada diretamente com a mão-de-obra, a correta execução dos serviços, bem como com o gerenciamento do processo. Na etapa de Materiais, os materiais são aceitos para serem usados, baseando-se em especificações técnicas e métodos de ensaio. Esta etapa pode ser considerada isolada, devido a sua importância, ou considerada como parte das etapas de Projeto e Execução. A última etapa, Utilização, é relacionada diretamente com o usuário, cabendo a ele a correta utilização da edificação, que compreende a operação e a manutenção da edificação e seus componentes.

Um programa que vise a diminuição ou eliminação de problemas patológicos, deve agir diretamente nas etapas do processo construtivo, bem como criar um sistema de controle de qualidade eficiente em cada uma delas. Um sistema para ser eficiente deve principalmente ter bem definido o nível de qualidade que se pretende alcançar.

1.4.3. Classificação dos Defeitos

Os defeitos admitem diversas maneiras de classificações e sub-divisões. Entre elas temos:

1.4.3.1. Quanto a Origem

Os defeitos podem ter origem em qualquer etapa do processo construtivo e sua incidência está relacionada com o nível de controle de qualidade executado nas diversas etapas. Segundo LICHTENSTEIN²⁵, quanto mais perto do início do processo o defeito ocorrer, maior será a dificuldade de correção.

Analisando as etapas do processo construtivo, percebe-se que os defeitos que tenham origem na programação são em geral relacionadas com considerações errôneas das necessidades individuais e sociais do usuário, bem como uma análise incorreta dos requisitos de desempenho a serem cumpridos pela edificação.

Os defeitos com origem no projeto podem se caracterizar por: baixa qualidade de materiais especificados, incompatibilidade entre diferentes materiais, detalhamento insuficiente, erro de dimensionamento e outras.

Na etapa de execução, os defeitos são em sua maior parte relacionados com a qualidade da mão-de-obra, na falta de conhecimento técnico da execução correta dos serviços e no controle da aceitação dos serviços executados.

Na etapa dos materiais é onde o controle de qualidade é incisivo, pois cabe a ele a aceitação ou não dos materiais que serão utilizados, bem como fiscalizar se eles estão de acordo com o especificado no projeto e se sua utilização está sendo feita de forma correta.

Como utilização deve ser entendido além da operação do edifício, a sua manutenção correta. O usuário, por desinformação pode ser o causador dos defeitos, que podem ser dos seguintes tipos: operação incorreta de elementos, sobrecarga, utilização não prevista do edifício e falta de manutenção.

Diversos órgãos de pesquisa têm executado programas de levantamento de manifestações patológicas, visando conhecer a origem dos principais problemas. Com procedimentos deste tipo, é possível executar ações que eliminem ou pelo menos diminuam as falhas, o que em termos econômicos é fundamental, pois segundo ELDRIDGE¹³, 1/5 dos gastos anuais da indústria da construção civil, são destinados a reparos de defeitos ocasionados nas etapas do processo construtivo.

Entre estes estudos, existe o que foi desenvolvido pelo IBF (Alemanha Ocidental), em 1978, que analisa a origem dos problemas na Alemanha Ocidental e o compara com resultados obtidos por outros países¹⁹ (TABELA 1.3).

Embora as amostras e os períodos variem para cada estudo, é interessante notar que os percentuais resultantes se assemelharam, o que reforça a idéia de se fazer um controle mais eficiente da qualidade e interrelação das etapas do processo construtivo.

TABELA 1.3 - Levantamento das causas dos defeitos na edificação.

País	Período	Casos	Origem dos defeitos					
			Projeto	Execução	Materiais	Utilização	Outros	
Alemanha Ocid.	78	1567	40,1	29,3	14,5	9,0	7,1	100
Bélgica	74-75	1200	49,0	22,0	15,0	9,0	5,0	100
Dinamarca	72-77	601	36,6	22,2	25,0	8,7	7,5	100
Romênia	71-78	832	37,8	20,4	23,1	10,6	8,1	100
Iugoslávia	76-78	117	34,0	24,2	21,6	12,2	8,0	100

1.4.3.2. Quanto as Causas¹⁴

Podem ser de 2 tipos:

- Externas - quando os agentes causadores são externos, isto é, não são devidos às condições construtivas. Podem ser agentes atmosféricos, choques com elementos, etc.

- Internas - são as que tem origem no processo construtivo, e podem ser de 3 tipos:

- congênitas: quando tem origem na concepção, ou seja, projeto e programação;

- construtivas: quando tem origem nas etapas de construção propriamente dito, incluindo material e mão-de-obra;

- uso: quando são ocasionadas por uso indevido, seja por sobrecarga ou uso não especificado no projeto.

1.4.3.3. Quanto à Evolução no Tempo¹⁴

Podem ser de 2 tipos:

- Estacionária - quando não há continuidade ou agravamento de seu estado.

- Progressiva - são as que apresentam evolução com o tempo e podem ser de 2 tipos:

- finita: é decrescente no tempo, com o desaparecimento da causa, a falha regride, tendendo a ser estacionária;
- infinita: é crescente com o tempo.

1.4.3.4. Quanto ao Desempenho Afetado

Classificação proposta por FREEMAN¹⁷ e dividida em 3 aspectos, sempre baseando-se na importância do defeito e no desempenho atingido.

- Afetando a aparência - qualquer defeito que afete a superfície de natureza estética.
- Afetando a segurança - qualquer defeito que envolva risco de vida (aspectos estruturais).
- Afetando a habitabilidade - defeitos que diminuam a capacidade funcional da edificação e não se enquadram nos 2 aspectos anteriores.

1.4.3.5. Quanto aos Participantes do Projeto

Classificação utilizada por BESSEY², que analisa os defeitos que podem ter origem nas relações entre os participantes do projeto de uma edificação. Segundo o autor, os participantes envolvidos podem ser 7, a saber: proprietário; agentes financeiros; autoridades governamentais responsáveis por normas; projetistas; construtores, empreiteiros e sub-empreiteiros; mão-de-obra, fornecedores de materiais e componentes, usuários. Entre os defeitos listados temos:

- Capital insuficiente para as necessidades do edifício.
- Agentes envolvidos: proprietário, agente financeiro, projetistas.
- Manifestação: visando economia na construção, são feitos cortes e diminuições nas exigências do edifício, acarretando custos de manutenção elevados no futuro e desempenho não satisfatório do edifício.

- Escolha incorreta de materiais.

- Agentes envolvidos: proprietário, projetistas, fornecedor de materiais.

- Manifestação: não conhecimento das características e propriedades dos materiais pode levar a incompatibilidade de uso de 2 materiais. Os defeitos podem se manifestar pela escolha errada de um material para determinado meio, levando sempre a uma perda de desempenho da edificação.

- Consideração inadequada dos fatores ambientais.

- Agentes envolvidos: projetistas.

- Manifestação: a análise errônea dos elementos do meio, seja ele da superfície como condições climáticas, poluição, ou do sub-solo, como natureza do terreno, lençol freático que pode levar a aumentos significativos dos custos de manutenção ou até mesmo o colapso da edificação.

- Controle da mão-de-obra.

- Agentes envolvidos: projetistas, construtores e mão-de-obra.

- Manifestação: os projetos devem ser detalhados o suficiente, para permitir a correta execução dos serviços, cabendo ao construtor a fiscalização da execução correta dos serviços, bem como o controle da qualidade da mão-de-obra. O construtor, além do papel de fiscalização, deve também evitar que a tentativa de obter maior produção afete a qualidade dos serviços.

- Controle dos materiais.

- Agentes envolvidos: projetistas, empreiteiros, fornecedores.

- Manifestação: os materiais devem seguir as especificações e serem checados ou testados quando entregues. O uso de materiais não especificados só deve ser feita com autorização do projetista.

- Manutenção inadequada.

- Agentes envolvidos: proprietários, usuários, pro-

jetistas.

- Manifestação: a manutenção deve ser prevista desde o projeto de maneira a diminuir sua necessidade e facilitar sua execução quando necessária. Ao proprietário e usuário, cabe a execução da manutenção periódica, evitando com isto que pequenos problemas possam evoluir de forma a comprometer o desempenho do edifício.

• Uso inadequado ou alteração de uso.

- Agentes envolvidos: proprietários, usuários.

- Manifestação: a falta de conhecimento do uso correto da edificação e seus componentes, ou a alteração no tipo de uso previsto inicialmente, pode levar a esforços não previstos no projeto, além de afetar a funcionalidade do edifício.

1.4.4. Incidência das Manifestações Patológicas

O levantamento das manifestações patológicas foi sempre objeto de estudos dos órgãos de pesquisa, pois conhecendo os defeitos é possível obter informações sobre suas causas, medidas de recuperação, etc. Os defeitos são analisados pelas suas manifestações, como por exemplo: a penetração de água da chuva pelas fachadas é um defeito que tem como manifestação o surgimento de umidade e bolor no interior da edificação.

O CSTC³³, realizou um estudo das manifestações patológicas baseado em consultas que lhe eram feitas por profissionais do setor da construção civil e proprietários. Foram cerca de 15000 casos, sendo que 1200 mereceram estudos, discussões e pesquisas para serem formuladas respostas. Estes 1200 casos deram os resultados demonstrados na FIGURA 1.12.

O BRE¹⁷, no período 1970-74, realizou um levantamento de 510 casos de edifícios com defeitos. O estudo foi feito por observação direta e levou em conta os diversos tipos de edifícios. Os resultados obtidos foram:

- Umidade - 50%
- Fissuras - 18%
- Descolamentos - 15%

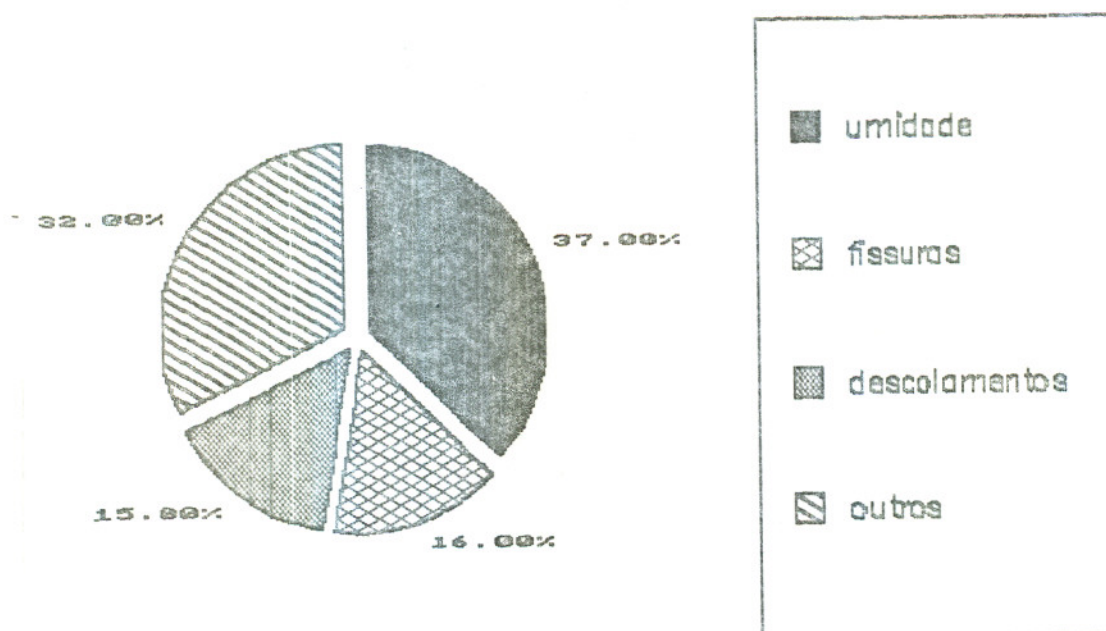


FIGURA 1.12 - Incidência de manifestações patológicas.

No Brasil, estudo semelhante foi realizado pelo IPT-SP em 1979^{2 3}, em 36 conjuntos habitacionais do Estado de São Paulo. Neste estudo as manifestações foram analisadas levando em conta o tipo do edifício e a idade, e apresentou os seguintes resultados:

TABELA 1.4 - Tipo de manifestações em conjuntos habitacionais em São Paulo.

Tipo	Idade	Manifestações		
		Umidade	Trincas	Descolamentos
Casas térreas	1-3	42%	29%	29%
	4-7	50	25	25
	> 8	37	35	28
Aparta- mentos	1-3	52	35	7
	4-7	86	14	-
	> 8	82	12	6

É interessante notar que embora os 3 estudos tivessem metodologias diferentes e se tratassem de realidades distintas, as manifestações tenderam a percentuais semelhantes, cabendo por tanto estudos mais detalhados sobre estes 3 tipos de manifestações, descobrindo suas causas e mecanismos de ocorrência.

1.4.5. Diagnóstico dos Defeitos

O *diagnóstico* dos problemas patológicos pode ser definido como a identificação da natureza e origem dos defeitos³². Entretanto este processo nem sempre é fácil, devido à construção ser um processo que envolve um grande número de participantes, os projetos apresentarem grande variabilidade, a quantidade de materiais utilizados ser muito grande, as condições de exposição variarem, etc.

Para contornar estes problemas e obter soluções corretas, o diagnóstico deve ser feito em etapas bem definidas, de maneira a não obter uma resposta errada, o que na maioria dos casos agrava o problema. Este sistema permite que pessoas com experiência em construção civil e conhecimentos básicos de física e química dos materiais empregados na construção possa resolver a maior parte dos problemas, não sendo necessário que ela seja um especialista no assunto. Estes, só serão necessários quando o problema for de complexidade muito grande, que envolvam conhecimento específico de uma área.

Um sistema de diagnóstico de manifestações patológicas segundo LICHTENSTEIN²⁵, envolve 3 fases:

- a) Levantamento de subsídios
- b) Diagnóstico da situação
- c) Definição da conduta

a) Levantamento de subsídios

Nesta fase, é reunido o maior número de informações possível. Posteriormente é feita uma triagem para separar o que realmente é importante.

Estas informações podem ser coletadas de 5 maneiras:

- observação local - uma vistoria da edificação e do meio ambiente, preferencialmente junto com um levantamento fotográfico é capaz de fornecer muitos dados significativos à solução do problema. Na vistoria, os sentidos humanos têm grande importância, já que os defeitos podem ser observados, ou ter um som ou odor característico. No levantamento de campo, é importante que sejam utilizados instrumentos que possam medir a amplitude dos defeitos. Entre estes instrumentos podem estar: nível de bolha, fio de prumo, higrômetro, termômetro de contato, pacômetro, testemunhos para medir evoluções de fissuras, lupa graduada, etc.;

- ensaios in situ - ensaios simples realizados no local;

- ensaios em laboratório - são ensaios realizados com amostras retiradas do edifício e analisadas em laboratório;

- informações orais - informações obtidas com os usuários e projetistas, de maneira a descobrir a evolução do problema, quando foi notado pela primeira vez, se alguma medida de recuperação já foi tomada anteriormente e qual seu resultado. Em suma, é levantada a história do problema, ou seja, sua *anamnese*;

- informações escritas - são obtidas através de estudo das plantas, cadernos de encargos, especificações, diários de obra, etc.

b) Diagnóstico da situação

Dependendo da complexidade de cada problema, pode ser possível chegar a um diagnóstico sem utilizar todas as maneiras de obter os subsídios, ou seja, muitos dados podem não ser necessários. Em outros casos pode ser necessário o desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica ou mesmo laboratorial para ser possível chegar a uma conclusão.

No diagnóstico são identificados as origens do problema, suas manifestações, suas causas, fenômenos intervenientes e mecanismos de ocorrência²⁵, além de sua evolução no tempo, desempenho afetados e se possível quais os participantes do processo envolvidos. Os fenômenos intervenientes são os agentes

que causam o problema (um problema de umidade, pode ter a chuva como agente causador) e mecanismo de ocorrência é o processo que se desenvolve até que as manifestações possam ser percebidas, são em geral processos de reações químicas ou físicas. Como exemplo, pode-se imaginar uma edificação que tenha um problema de mofo no forro. A causa poderia ser uma telha solta. A origem seria a mão-de-obra de má qualidade. A chuva seria o fenômeno interveniente, o mecanismo de ocorrência, seria a entrada de água e formação de condições físico-químicas favoráveis ao surgimento da manifestação, que seria o mofo.

c) Definição de conduta

Após ter sido obtido um diagnóstico, a última fase é definir o que fazer, ou seja, programar uma intervenção que restabeleça o desempenho necessário da edificação. Entretanto podem ocorrer casos em que não seja mais possível realizar nenhuma intervenção, devido ao adiantado estado da evolução da manifestação, ou mesmo que seja inviável econômica e tecnicamente a intervenção. Segundo HARRISON²¹, o custo do reparo de um defeito quando feito logo no seu surgimento é 1/10 do reparo posterior.

De posse do diagnóstico, deve ser feito um prognóstico do problema, de maneira a determinar qual a melhor solução para o caso. Podem ocorrer casos em que a solução não seja conhecida, sendo necessária a realização de pesquisas visando descobrir uma que seja viável.

É importante após cada solução ou não de problemas de patologia, armazenar os dados obtidos tais como fotografias, procedimentos utilizados, soluções adotadas, etc., de maneira a que seja possível a transmissão das informações, as quais utilizadas em palestras, ensino universitário, cursos de especialização, podem contribuir para a melhoria da qualidade da construção civil e conseqüentemente o nível de satisfação do usuário.

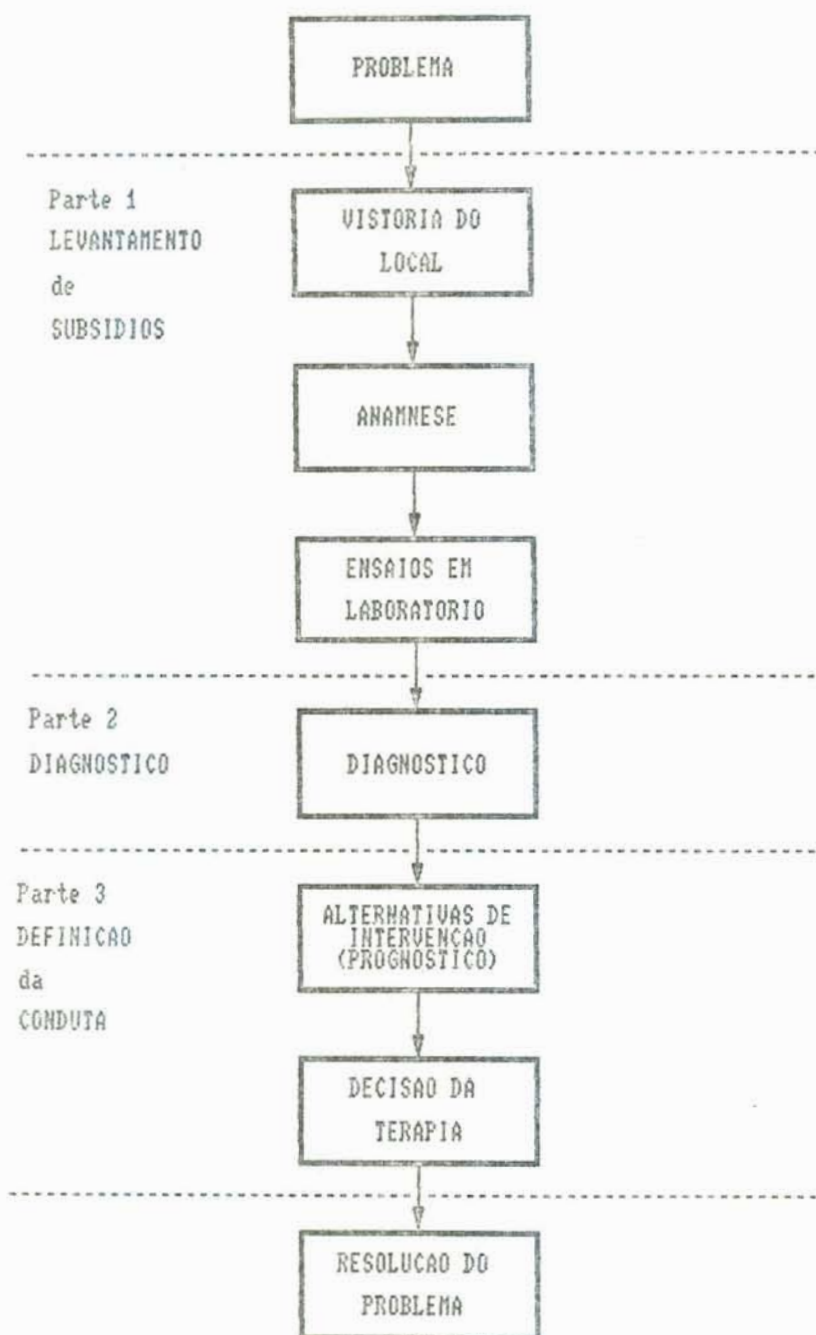


FIGURA 1.13 - Estrutura geral para solução de problemas patológicos²⁴.

2. LEVANTAMENTO DAS INCIDÊNCIAS

2.1. Introdução

Em novembro de 1985, foi proposto pela UFRGS através do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Construção (Núcleo Orientado para Inovação da Edificação-NORIE) à Secretaria do Interior e Obras Públicas (SDO) um convênio a ser implantado, que teria como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema de manutenção de prédios públicos escolares.

Os dados seriam obtidos a partir de informações fornecidas pelos usuários, no caso os diretores das escolas. As informações seriam resultado do preenchimento de questionários elaborados, distribuídos e coletados pela SDO.

O projeto originalmente previa 3 sub-projetos básicos:

- a) Estudo das patologias da construção.
- b) Avaliação da durabilidade de materiais e componentes.
- c) Desenvolvimento de um sistema de apropriação de custos de manutenção.

Devido a motivos de ordens diversas, a implantação do convênio não foi concretizada, ficando restrito somente à distribuição e recolhimento dos questionários. Este estudo consiste no aproveitamento dos dados e informações coletadas com vistas a continuação das idéias originais.

2.2. Critérios e Metodologia

De posse dos questionários preenchidos, este estudo foi dividido em 3 etapas:

- 1) Quantificação das Tipologias de Projetos Arquitetônicos.
- 2) Revisão dos Questionários.
3. Tabulação e Análise de Dados, visando fornecer subsídios para um programa de manutenção.

2.2.1. Quantificação das Tipologias de Projetos Arquitetônicos

Procurou-se classificar os projetos de maneira que a divisão representasse a maioria dos prédios, identificando as diversas tipologias, as áreas construídas de cada uma delas, além de identificar as variações no método construtivo e na tecnologia empregada.

Segundo este critério a classificação utilizada foi a seguinte:

- Prédios de Alvenaria
 - Alvenaria aparente
 - Alvenaria revestida
- Prédios de Madeira
 - Prédios até 1964 "Brizoletas"
 - Prédios pós-1964 "outros"

A divisão nestes 2 grandes grupos conseguiu incluir a grande maioria dos prédios, embora existissem prédios construídos com placas de fibra de vidro, chapas de cimento amianto e até mesmo em metal, os quais não constituem quantidade significativa.

É importante salientar que a maioria das escolas se constituem de vários prédios, em muitos casos construídos em épocas e tipologias de projeto deferentes.

Os prédios em alvenaria possuem maior área média que os de madeira, e podem ser térreos ou não. Entretanto, devido a falhas no preenchimento dos questionários, optou-se por não considerar esta variável. A seguir é feita uma descrição de cada sistema construtivo:

- Alvenaria Aparente - em sua maior parte são prédios térreos e com áreas menores. Em geral vários prédios deste tipo formam uma escola, o que a leva a ocupar terrenos de grandes áreas.

- Alvenaria Revestida - podem ser de um ou mais pavimentos e em geral de maiores áreas construídas. As escolas deste tipo, em sua maior parte, são em prédios únicos ou em alguns casos 2 blocos conjugados. São prédios mais antigos que os de alvenaria aparente.

- Madeira "Brizoleta" - são prédios construídos entre 1955 e 1964. São prédios que se caracterizam por possuírem telhado em telhas cerâmicas em 2 águas, um corredor ou passarela externa, para o qual são voltadas as salas. As paredes são feitas em tábuas inteiras e as fundações em pilaretes de concreto, onde se apoiam os pilares de madeira.

- Madeira "outra" - são prédios construídos após 1964, mas possuem a mesma tipologia de projeto. As diferenças existentes estão nos sistemas construtivos empregados. Em alguns casos, as paredes foram feitas em painéis de madeira, em outros a estrutura era constituída por pórticos.

2.2.2. Revisão dos Questionários

Visando o aproveitamento das informações já existentes, foram usados os questionários propostos pela SDO. Entretanto para permitir a utilização de computadores na análise de dados, foram feitas algumas simplificações em componentes de pouca importância para o desempenho geral do prédio, bem como foram agrupados os componentes que possuíssem manifestações semelhantes.

Para que os dados se apresentassem mais concentrados, estes foram agrupados segundo os elementos de uma edificação, a saber:

- a) Fundações
- b) Pisos
- c) Paredes
- d) Revestimentos
- e) Pintura
- f) Esquadrias
- g) Cobertura
- h) Instalações Elétricas
- i) Instalações Hidro-Sanitárias

Cada um destes elementos foi redividido conforme seus componentes e manifestações patológicas. Nesta fase foram feitas as simplificações no questionário.

No questionário original era pedido que se classificasse os defeitos existentes conforme sua intensidade, pela seguinte convenção:

- não existe defeito
- defeito com intensidade moderada
- defeito com intensidade forte
- não existe o item

Foi elaborada uma matriz-resumo levando em conta as simplificações feitas anteriormente.

Para determinar as manifestações patológicas realmente significantes, só foi considerado como defeituoso, o componente que apresentasse defeito com intensidade forte. Isto foi feito devido ao questionário ser muito detalhado, podendo assim permitir conclusões errôneas. Por exemplo, o elemento instalações hidráulicas apresenta 50 componentes que podem apresentar defeitos, sendo que cada um deles apresenta pelo menos 3 opções de defeito. Partindo do princípio adotado que se existe um defeito em um componente, o prédio apresenta defeito no elemento, corria-se o risco de todos os prédios apresentarem defeitos em instalações hidráulicas, mesmo que fosse uma torneira pingando. Este princípio foi adotado em razão do questionário pedir como resposta sempre o estado geral de determinado elemento do prédio, por exemplo se fosse respondido que as paredes de madeira estavam em mau estado, significava que as paredes apresentavam-se defeituosas de forma generalizada no prédio.

a) FUNDAÇÕES

Foram mantidos os 2 tipos existentes no questionário original (pilaretes e alicerces). Os defeitos foram agrupados em:

a.1) Pilaretes

- pilaretes com defeito estrutural - caso se encontrassem trincados, quebrados ou rachados;
- pilaretes com defeito de prumo - caso se encontrassem com problemas de prumo;
- pilaretes com defeito por erosão - quando tivessem sido descobertos ou descalçados por erosão;
- pilaretes sem defeito.

a.2) Alicerces

- alicerces com defeito estrutural;
- alicerces com defeito de prumo;
- alicerces com defeito por erosão;
- alicerces sem defeito.

b) PISOS

Dos vários tipos de pisos existentes foram considerados 3 tipos que existiam na maior parte dos prédios. Os pisos escolhidos foram: soalho sarrafeado e soalho macho-fêmea agrupados no componente único soalho; tacos e piso cerâmico.

Os defeitos foram agrupados da seguinte forma:

b.1) Soalho

- apodrecimento;
- quebra;
- com cupim;
- com deformações;
- sem defeito.

Os demais defeitos não foram considerados por já estarem incluídos nestas manifestações, o que poderia levar à dupla consideração de defeitos, como por exemplo, o defeito risco de acidente pode ser relacionado com os defeitos apodrecido, quebrado ou com deformações.

b.2) Tacos

- apodrecimento;
- com cupim;
- descolados;
- extraviados;
- sem defeito.

Foi feita a distinção entre tacos descolados e tacos extraviados, em virtude de exigirem atividade de manutenção distintas.

b.3) Cerâmica

- quebradas;
- descoladas;
- extraviadas;
- sem defeito.

A mesma consideração feita para os tacos é válida para cerâmica.

c) PAREDES

Foram considerados 3 tipos principais que agrupassem a maior parte dos prédios: tijolo aparente, tijolo revestido e madeira.

c.1) Tijolo aparente

- defeito estrutural - engloba as manifestações paredes trincadas e rachadas. Os demais defeitos não foram considerados por já estarem inseridos, como exemplo tijolos quebrados; ou por não existirem nas escolas estudadas (tijolo em falta ou solto);

- sem defeito.

c.2) Tijolo revestido

- defeito estrutural;
- sem defeito.

É importante salientar que nos itens do questionário que relacionam defeitos em paredes de alvenaria, seja ela aparente ou revestida, são consideradas as manifestações patológicas existentes no elemento parede, sem considerar seu revesti-

mento.

c.3) Madeira

- apodrecimento;
- com cupim;
- extravio de tábuas
- tábuas quebradas;
- sem defeito.

A distinção entre falta de tábuas e tábuas quebradas foi feita, por exigirem serviços de manutenção diferentes.

d) REVESTIMENTOS

Foram considerados os 2 tipos existentes no questionário: reboco e azulejos.

d.1) Reboco

- trincado;
- com descolamentos;
- sem defeito.

d.2) Azulejos

- trincado - que engloba os casos de azulejos quebrados e rachados;
- faltando;
- sem defeito.

e) PINTURA

Foi considerada segundo o questionário, dividida em externa e interna. Quanto a análise dos defeitos foi considerado seu estado geral, podendo ser ele bom, regular ou ruim, conforme a gravidade da manifestação, ou seja, não existisse; não generalizada ou grande extensão, respectivamente.

e.1) Pintura externa

- boa;
- regular;
- ruim.

e.2) Pintura interna

- boa;
- regular;
- ruim.

f) ESQUADRIAS

Foram divididas em ferro e madeira por serem os tipos mais frequentes. Foram agrupados também, as ferragens e os vidros. Os defeitos foram analisados da seguinte forma:

f.1) Portas de madeira

- apodrecimento;
- quebra;
- com cupim;
- sem defeito.

Os defeitos que se relacionassem a peças descoladas ou faltando foram analisados como ferragens.

f.2) Janelas de madeira

- apodrecimento;
- quebra;
- sem defeito.

Mantiveram-se as mesmas considerações do item anterior.

f.3) Portas de ferro

- com corrosão;
- sem defeito.

Foi considerado somente o problema de corrosão, já que os demais, tratavam sobre ferragens.

f.4) Janelas de ferro

- com corrosão;
- sem defeito.

f.5) Ferragens

- com defeito;
- sem defeito.

O componente ferragem engloba as fechaduras de cilindro, comuns, trincos e demais ferragens das portas e janelas. Foi considerada uma manifestação geral, pois ela resume todas as possibilidades do questionário, já que as demais eram: substituir o elemento ou consertar, e estão relacionados já com as operações de manutenção.

f.6) Vidros

- quebra;
- sem defeito.

Foram agrupados todos os tipos de vidro existentes em cada prédio.

g) COBERTURA

Agrupa os seguintes elementos da cobertura: fechamento externo (telhas), fechamento interno (forro) e elementos complementares (calhas e condutores). Informações sobre o estado da estrutura do telhado, que seriam importantes para o aspecto de segurança do prédio, não foram solicitadas no questionário.

g.1) Telhas

No questionário original existiam os seguintes tipos: barro tipo canoa, barro tipo francesa, metal, ondulada, cimento-amianto e outros tipos. Visando simplificar, elas foram agrupadas segundo o material (barro ou fibrocimento), enquanto as telhas de metal não foram consideradas por existirem em pequeno número. Os defeitos foram agrupados em 2 tipos possíveis:

g.1.1) Telhas de barro

- quebradas;
- extraviadas;
- sem defeito.

Embora em muitos casos as operações de manutenção de telhas quebradas e extraviadas sejam as mesmas, preferiu-se manter 2 manifestações distintas em virtude da primeira englobar as telhas rechadas, o que pode permitir reparos, sem que haja necessidade de substituição da telha, no caso das telhas de fibro-cimento. Para a comparação entre as duas alternativas optou-se por manter a mesma divisão.

g.1.2) Telhas fibro-cimento

- quebradas;
- extraviadas;
- sem defeito.

g.2) Forro

Os tipos considerados foram os mais comumente encontrados nos prédios: tábuas macho-fêmea; chapas eucatex. Os forros de concreto não foram considerados, pois o questionário previa apenas aspectos referentes ao revestimento.

g.2.1) Tábuas macho-fêmea

- apodrecimento;
- com cupim;
- quebradas;
- sem defeito.

g.2.2) Chapas de eucatex

- quebradas - (trincadas/rachadas e com buracos);
- estufadas pela água - (estufadas e despregadas);
- extravio;
- sem defeito.

g.3) Calhas e condutores

Foram agrupados de modo que resumisse todas as possibilidades de defeito.

- com defeito;
- sem defeito.

h) INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Este elemento foi bastante simplificado, pois existiam no questionário muitas manifestações que ocorriam independentemente do tipo de projeto de cada prédio. Como exemplo, podemos citar lâmpadas fluorescentes ou incandescentes queimadas, já que são componentes com vida útil limitada. Visando dar uma idéia real do estado das instalações elétricas de cada prédio, foi feita uma divisão em 3 itens principais: chaves, tomadas e disjuntores; fios; caixa de medidores e caixa de disjuntores.

Para cada componente foi considerado apenas a existência de defeitos ou não, já que é difícil determinar o tipo de defeito que os atinge.

h.1) Chaves, tomadas e disjuntores

- com defeito;
- sem defeito.

h.2) Fios

- com defeito;
- sem defeito.

h.3) Caixa de medidores e caixa de disjuntores

- com defeito;
- sem defeito.

i) INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS

Em relação a este elemento, o questionário original relaciona 50 componentes passíveis de terem defeitos, sendo este número muito grande. Aqui também foram feitas várias simplificações no sentido de englobar os principais componentes de instalações hidro-sanitárias. Alguns foram considerados em conjunto, enquanto outros descartados. Após estas considerações ficaram estabelecidos os seguintes componentes e manifestações:

i.1) Canos hidráulicos

- com vazamento - engloba os vazamentos e outros defeitos em canalizações nas paredes, pisos, forros e pátios;
- sem defeito.

i.2) Louças

Foram agrupadas por prédio, todas as louças existentes no questionário. Os defeitos foram agrupados da seguinte forma:

- quebradas;
- desprendimento;
- sem defeito.

i.3) Metais sanitários

Foram analisados de forma geral em cada prédio:

- com vazamento;
- quebrados;
- sem defeito.

i.4) Canos sanitários

Sõ foi considerada a manifestação de vazamento:

- com vazamento;
- sem defeito.

2.3. Tabulação e Análise de Dados

2.3.1. Validade das Respostas Obtidas

A seguir é apresentado um quadro que resume o universo dos prédios escolares de Porto Alegre.

TABELA 2.1 - Universo das escolas de Porto Alegre.

Ano de construção	Madeira		Alvenaria		Outros		Total	
	m ²	nº	m ²	nº	m ²	nº	m ²	nº
< 55	4132	21	26638	64	3097	10	33867	95
> 55	43879	238	130632	186	35857	158	210368	582
	48011	259	157270	250	38954	168	244235	677

Conforme analisado anteriormente, somente foram objetos de estudo os prédios de madeira e alvenaria. Além disto optou-se também por considerar somente os prédios construídos após 1955. Desta forma espera-se obter informações sobre a vida útil dos componentes, já que no período de 30 anos, normalmente componentes e materiais começam a apresentar sinais de fadiga. Com este período de estudo consegue-se também manter uma uniformidade de projetos, já que é a partir de 1955 que se nota uma tendência de repetição de tipologias de projeto.

Considerando as restrições acima e descartando os questionários que apresentaram erros de preenchimento ou falta de informações, chegou-se a um total de 243 prédios, somando

uma área de 109462 m². Tomando agora como universo de estudo somente prédios de madeira ou alvenaria, construídos de 1955 em diante, obteve-se:

TABELA 2.2 - Composição da amostra de Escolas de Porto Alegre utilizadas no estudo.

	MADEIRA		ALVENARIA		TOTAL	
	Área construída (m ²)	Número de prédios	Área(m ²) construída	Número de prédios	Área construída (m ²)	Número de prédios
Amostra	32468	152	77477	91	109945	243
Área média	213,60		851,40		452,50	
Percentual do total de prédios	73,7	63,9	59,0	48,9	62,7	57,3

Verifica-se que em todos os casos a amostra selecionada supera 48% do total, o que a torna bastante significativa. Observa-se também que embora os prédios de madeira existam em maior quantidade, possuem área total construída bem menor.

Para obter uma confirmação da validade das respostas obtidas, foi realizada uma amostragem aleatória de 10 escolas, envolvendo 40 prédios. Este processo consistiu na visita a estas escolas para verificação de seus estados de conservação, baseando-se no questionário. Os resultados das visitas foram comparados com as respostas fornecidas pelos usuários e em sua maior parte as confirmaram. Quando haviam resultados diferentes, foram investigadas as causas e foi possível concluir que em alguns prédios as manifestações tinham sido maximizadas pelos diretores, em uma tentativa de obterem verbas ou soluções para os problemas de suas escolas. Em outros casos a discordância ocorria em virtude de haver um intervalo de tempo entre o preenchimento dos questionários (novembro-85) e as visitas feitas (abril-86), prazo no qual alguns defeitos haviam se intensificado ou haviam sido reparados. Entretanto, mesmo nestes casos foi possível determinar a veracidade das respostas através de informações dadas diretamente pelos diretores.

2.3.2. Análise de Dados

Para que os dados fossem mais facilmente manuseados, eles foram passados para as matrizes-resumo. Portanto, para cada escola estudada existe uma matriz-resumo, sendo que as manifestações patológicas estão separadas por prédios.

Em virtude do grande número de dados, optou-se por usar o programa computacional DBASE III⁶, que permitiu o fácil manuseio dos dados.

Os resultados foram obtidos de duas formas a saber: a primeira considera a manifestação nos elementos por prédio como unidade de estudo e a outra leva em consideração a área dos prédios. Os resultados baseados nas áreas foram classificados conforme o ano de construção de cada prédio, numa tentativa de estabelecer curvas de degradação dos diversos componentes, nas condições específicas de exposição das escolas de Porto Alegre. Com isto imagina ser possível estabelecer parâmetros para um sistema de manutenção e fornecer subsídios a novos projetos.

Para a análise dos resultados pelas áreas foram feitas algumas simplificações, de maneira a tornar o m^2 como unidade básica. Adotou-se que existe uma relação entre a quantidade de componentes existentes em cada prédio e sua área construída. Em alguns casos esta relação é bastante óbvia, como por exemplo: a área de paredes; área de telhado. Em outros a relação não é tão transparente, mas mesmo assim ela foi adotada, baseando-se que existe uma padronização dos prédios escolares, ou seja, existe um tamanho padrão de sala de aula, o que corresponde a um determinado número de portas, janelas, etc.

Para determinados elementos, tais como metais sanitários, louças, etc., supôs-se que a relação era válida por aspectos de desempenho, ou seja, uma escola com um determinado número de alunos, deve ter uma área suficiente para abrigá-los e um número proporcional de banheiros, etc.

Para que os resultados fossem representativos das condições de exposição e uso de escolas, não foram analisados elementos e componentes que se localizavam em sala de diretores, sala de professores, ou seja, em ambientes em que as condições de uso são bastante atenuadas.

3. DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES MAIS GRAVES

3.1. Apresentação dos Resultados

A seguir são apresentados os resultados durante todo o período de estudo, sem determinar sua evolução no tempo, e agrupados segundo a divisão em elementos estabelecida anteriormente.

Os resultados obtidos foram sempre uma relação percentual entre o total de prédios que apresentassem determinado elemento ou componente com defeito e o total de prédios que os possuíssem. Estas relações permitem a comparação entre as diferentes soluções utilizadas. Também foram obtidos resultados que identificassem as naturezas das manifestações.

TABELA 3.1 - Manifestações patológicas em prédios escolares em Porto Alegre.

Elemento	Tipo de prédio	Componente	Nº total de prédios com o componente	Percentual de prédios com defeito	Natureza das manifestações (%)	Nº de manifestações
1. FUNDAÇÕES	M	Pilarete	152	17,8	Estrutural - 37,2 Prumo - 27,9 Erosão - 34,9	16 12 15
	A	Alicerce	91	4,4	Estrutural - 25,0 Prumo - 0 Erosão - 75,0	1 - 3
2. PISOS	M	Soalho	152	36,0	Apodrecimento - 33,0 Quebra - 16,0 Ação de cupins - 26,0 Com deformações - 25,0	30,3 14,5 17,1 23,0

(continua)

(continuação da TABELA 3.1)

Elemento	Tipo de prédio	Componente	Nº total de prédios com o componente	Porcentual de prédios com defeito	Natureza das manifestações (%)	Nº de manifestações
2. PISOS	A	Tacos	65	9,2	Apodrecimento - 0 Ação de cupins - 11,0 Descolamento - 33,0 Extravio - 56,0	0 1 3 5
	M e A	Cerâmica	61	18,0	Quebra - 33,0 Descolamento - 30,0 Extravio - 37,0	9 8 10
3. PAREDES	A	Alvenaria revestida	46	13,0	Estrutural - 100,0	6
	A	Alvenaria revestida	45	6,7	Estrutural - 100,0	3
	M	Madeira	152	36,2	Apodrecimento - 38,1 Ação de cupins - 37,3 Falta de tábuas - 10,2 Quebra - 14,4	45 44 12 17
4. REVESTIMENTO	A	Reboco externo	46	28,3	Descolamento - 40,0 Fissuras - 60,0	6 9
	M/A	Azulejo	82	17,1	Trincas - 41,2 Descolamento - 58,8	7 10
5. PINTURA	M	Pintura interna	152	75,0	-	-
	A	Pintura interna	91	78,0	-	-
	M	Pintura externa	152	68,4	-	-
	A	Pintura externa	91	78,0	-	-
6. ESQUADRIAS	M/A	Portas de madeira	212	23,6	Apodrecimento - 34,1 Quebra - 29,4 Ação de cupins - 36,5	29 25 31
	A	Portas de ferro	65	13,8	Corrosão - 100,0	9
	M/A	Janelas de madeira	177	19,8	Apodrecimento - 54,0 Quebra - 46,0	27 23
	A	Janelas de ferro	89	16,9	Corrosão - 100	15
	M/A	Vidros	243	31,3	Quebra - 100	76
	M/A	Ferragem	243	62,9	Quebra - 100	153

(continua)

(continuação da TABELA 3.1)

Elemento	Tipo de prédio	Componente	Nº total de prédios com o componente	Porcentual de prédios com defeito	Natureza das manifestações (%)	Nº de manifestações ¹
7. COBER-TURA	M/A	Telhas de barro	56	35,1	Quebra - 82,6 Desvio - 17,4	19 4
	M/A	Telhas fibro-cimento	187	24,6	Quebra - 84,6 Extravio - 15,4	44 8
	M/A	Forro macho-fêmea	126	32,5	Apodrecimento - 47,9 Ação de cupins - 38,0 Quebra - 14,1	34 27 10
	M/A	Forro Eucatex	122	27	Quebra - 41,7 Estufamento p/água - 39,6 Extravio - 18,7	20 19 9
	M/A	Calha	78	17,0	-	13
8. INSTALAÇÃO ELÉTRICA	M/A	Chaves/tomadas e disjunt.	243	39,5	-	96
	M/A	Cx. medid. e disjunt.	243	7,0	-	17
	M/A	Fios	243	13,2	-	32
9. INSTALAÇÃO HIDRO-SANITÁRIA	M/A	Tubulações hidrául.	189	27,5	-	52
	M/A	Tubulações sanitárias	181	13,8	-	25
	M/A	Louças	181	10,5	Quebra - 68,4 Desprendimento - 31,6	13 6
	M/A	Metais	181	27,6	Vazamento - 64,0 Quebra - 36,0	32 18

¹Nesta coluna é apresentado o total de cada manifestação, identificando sua natureza. Há casos em que o número de manifestações é maior que o de prédios com defeito, porque pode ocorrer a manifestação de um ou mais tipos de defeitos por prédio.

Resumo

A seguir é apresentado o total de defeitos, mantendo-se a divisão proposta. Além disso também é mostrada a participação percentual destes elementos.

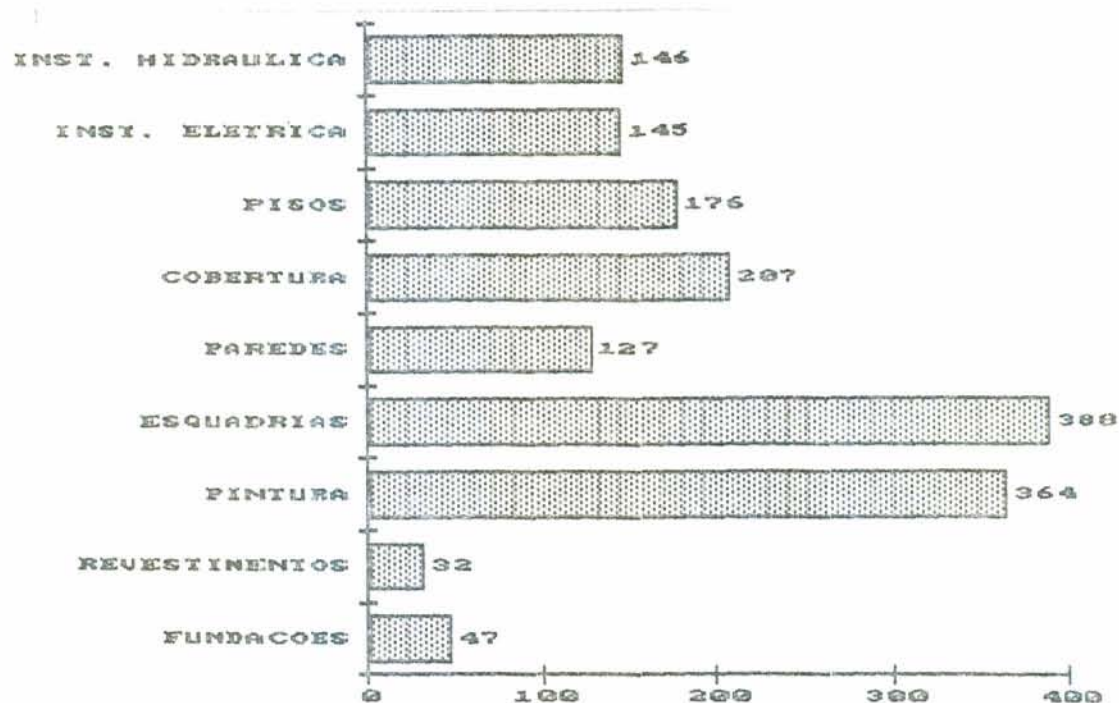


FIGURA 3.1 - Número de manifestações patológicas por elemento da edificação.

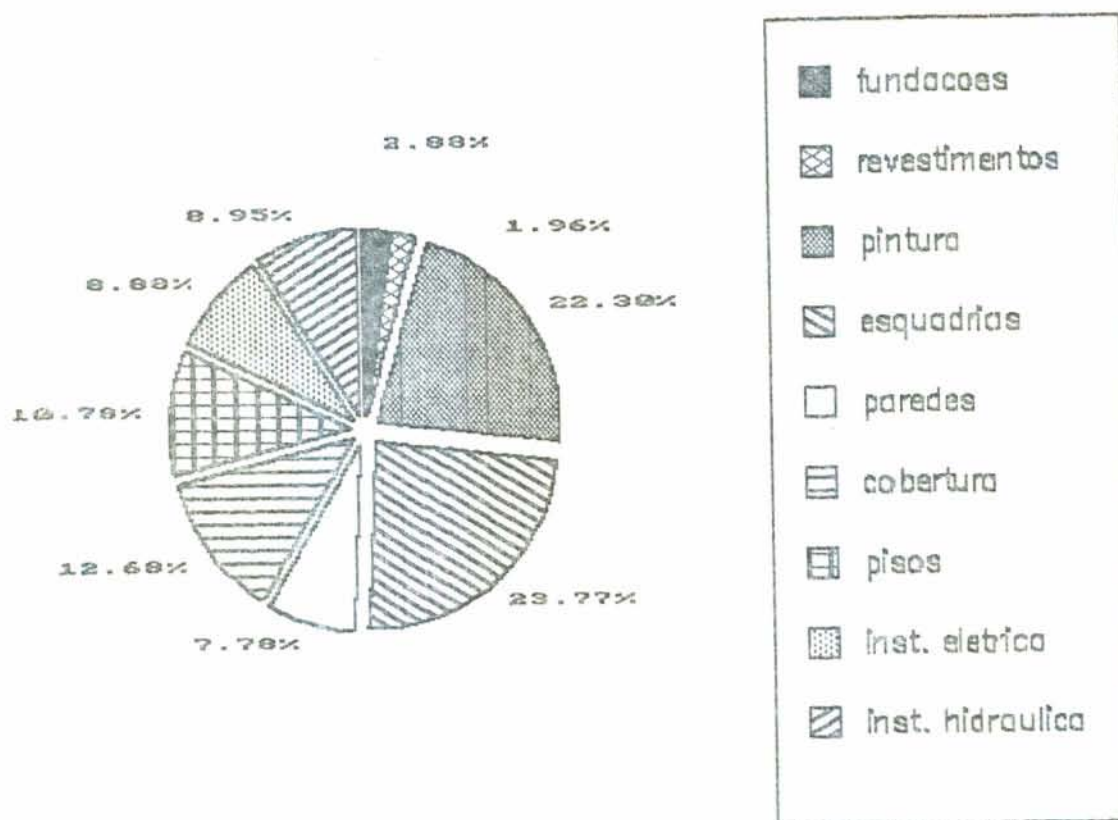


FIGURA 3.2 - Porcentagem de manifestações patológicas por elemento da edificação.

Dois elementos se destacam por apresentarem percentuais acima de 20%, são eles esquadrias e pintura. Os revestimentos apresentaram o menor percentual, entretanto deve ser ressaltado que ele engloba apenas o reboco externo e os azulejos. Em estudo a ser desenvolvido ainda neste trabalho, pretende-se correlacionar os percentuais de incidência, com os custos de manutenção, visando determinar a real significância no aspecto financeiro de cada elemento, pois pode ocorrer de uma manifestação de alta incidência representar pouco em termos de custo ou vice-versa.

3.2. Análise dos Resultados

A partir da TABELA 3.1 foi realizada a análise dos resultados, onde ficaram evidenciadas algumas conclusões:

- Fundações: analisando os defeitos em fundações, é possível afirmar que a solução alicerce apresenta melhor comportamento em uso. Entre os pilaretes os defeitos causados por erosão e de natureza estrutural (fissuras, rachaduras e quebras) tem maior participação, enquanto nos alicerces há uma predominância dos defeitos causados por erosão.

- Pisos: pelos dados da TABELA 3.1, pode-se afirmar que os tacos apresentam melhor comportamento em uso que os soalhos. Nestes a manifestação de maior incidência é de soalhos apodrecidos, seguidos pela ação de cupins e com deformações. Em relação aos tacos observa-se que após o descolamento existe uma elevada incidência de extravio, que poderia ser reduzida por um programa de manutenção periódica. Fenômeno semelhante ocorre com os pisos revestidos com cerâmica.

- Paredes: comparando os dois sistemas construtivos (alvenaria e madeira), observa-se um melhor comportamento em uso das paredes de alvenaria. Na comparação de paredes de alvenaria aparente e alvenaria revestida, deve-se levar em conta que a avaliação foi feita através do aparecimento de fissuras, o que no caso das paredes revestidas tornava difícil a distinção entre a fissura se localizar no reboco ou na alvenaria. Nas paredes de madeira as manifestações por apodrecimento e ação de cupins apresentam maior percentual, indicando ausência de tratamento e manutenção.

- Revestimentos: nos rebocos externos nota-se uma incidência maior de fissuras, enquanto nos azulejos os maiores problemas são o descolamento e extravio de peças.

- Pintura: observa-se incidências semelhantes para defeitos em pintura interna de prédios de madeira e alvenaria, enquanto para pintura externa verifica-se uma degradação maior para prédios de alvenaria.

- Esquadrias: verifica-se nas portas de madeira os mesmos problemas das paredes de madeira, evidenciando novamente a ausência de tratamento e manutenção. No caso de vidros e ferragens os valores apresentados foram elevados, causados possivelmente por atos de vandalismo, conforme relatado pelos usuários e no caso das ferragens, também por condições de uso intenso e

agressivo.

- Cobertura: analisando as telhas de fibro-cimento e barro, evidencia-se um melhor comportamento em uso das primeiras, embora tenham apresentado distribuições de manifestações semelhantes. Nos forros verifica-se que a solução eucatex apresentou melhores resultados. Nos forros macho-fêmea as maiores incidências são de apodrecimento e ação de cupins, fato comum a todos elementos de madeira, até aqui.

- Instalações: nas instalações hidro-sanitárias observa-se uma incidência maior de vazamentos nas tubulações hidráulicas e metais, devendo-se considerar no entanto que a recuperação das tubulações é mais complexa.

3.3. Diagnóstico das Manifestações mais Graves

3.3.1. Quanto à Segurança Estrutural

Pela própria natureza do questionário, tornou-se difícil determinar manifestações que causassem risco estrutural aos prédios. Eram poucos os itens do questionário que relacionavam elementos e componentes com aspectos de segurança e mesmo assim nem sempre era fácil ao usuário reconhecer os defeitos.

Entre estes elementos e componentes teríamos as fundações e as paredes de alvenaria. Sobre estas últimas, convém manter as observações anteriores, sobre o reconhecimento de fissuras nas paredes pelos usuários. Em relação às fundações, o estudo deve se concentrar nos pilaretes, pois os alicerces além de apresentarem pequena incidência de defeitos, também oferecem dificuldades ao reconhecimento.

Analisando os pilaretes observa-se uma distribuição próxima dos 3 defeitos apresentados (estrutural, prumo e erosão), conforme mostrado na TABELA 3.1. Pelo número de defeitos relatados, pode ser observado que existem prédios com mais de uma manifestação, donde pode ser presumido que haja uma relação de causa e efeito entre eles. Exemplificando, em um prédio que apresentasse os pilaretes descalçados por erosão, normalmente também os teria fora de prumo e como consequência poderiam surgir esforços não previstos, os quais causariam as fissuras.

Em relação às fissuras, observou-se nas visitas à campo que em alguns casos elas surgiam por mal posicionamento dos barrotes que dão apoio ao piso, o que também causaria esforços não previstos.

Pela análise realizada poderíamos supor que os defeitos nos pilaretes têm origem nas etapas de projeto e execução. No projeto seriam os defeitos causados por erosão, pois as escolas que apresentaram este problema eram em sua maior parte localizadas em terrenos acidentados, para os quais deveria ser previsto um sistema eficiente de drenagem superficial da água das chuvas. Já os defeitos estruturais e de prumo tem maior chance de surgimento quando da execução, pois é nesta fase que é feita a locação dos pilaretes e dos barrotes.

3.3.2. Quanto ao Funcionamento

Normalmente a existência de qualquer defeito afeta o desempenho de um elemento ou o funcionamento de um prédio. Entretanto serão analisados aqui os elementos e componentes que possam levar à interdição parcial ou total de um prédio. Entre estes itens, destacam-se:

a) Cobertura

O elemento cobertura agrupa as telhas, forros e calhas, entretanto os componentes que devem merecer maior atenção são as telhas e as calhas, já que os defeitos em forros podem ser assumidos em sua maioria como consequência dos primeiros.

As telhas quer sejam cerâmicas ou de fibro-cimento apresentaram percentuais de defeitos elevados (TABELA 3.1) e em ambos os casos a principal manifestação relatada era a existência de telhas quebradas (TABELA 3.1). A existência deste defeito faz com que se torne possível a infiltração de água de chuva para o interior do prédio, causando com isto o apodrecimento dos forros e o surgimento de mofo. Estas 2 consequências já são suficientes para tornar o ambiente insalubre, principalmente considerando-se as condições climáticas do Rio Grande do Sul, entretanto a principal consequência é o surgimento de goteiras, as quais dependendo de sua extensão podem impedir o uso das salas ou de prédios inteiros.

A existência de telhas quebradas pode ser atribuída a diversas causas, entre elas:

- inclinação incorreta, beiral excessivo por erro de projeto, no caso das telhas em fibro-cimento;

- má qualidade da mão-de-obra que pode causar erros de fixação, espaçamento incorreto entre ripas, inclinação errada do telhado, etc.;

- condições de uso tais como as telhas serem atingidas por bolas (fato comum em pátios de educação física) e pedras (atos de vandalismo), ou mesmo o trânsito de pessoas não qualificadas sobre o telhado em serviços de manutenção;

- condições climáticas severas, pois são comuns no Rio Grande do Sul os vendavais e as chuvas de granizo (ocorreram 7 vezes no inverno de 87).

Neste estudo não foi possível determinar uma causa dominante, entretanto devido à aleatoriedade das demais, pode-se supor que a principal seja a qualidade da mão-de-obra, pois esta é possível de ocorrer em todos os prédios. Considerando esta afirmação como certa, o defeito teria origem na etapa de execução e seu controle deve ser feito através da melhoria da mão-de-obra e maior nível de exigência da fiscalização.

Em relação às calhas, foi apenas relatada a existência ou não de defeito e o valor apresentado foi de 17%. Entre os defeitos possíveis de ocorrer em calhas e tubos de quebra, temos: entupimento por folhas, amassamentos, furos ou rasgos.

A existência de defeitos nas calhas, da mesma forma que as telhas, permite a infiltração da água das chuvas para o interior do prédio, quer seja pelo acúmulo de água no caso dos entupimentos ou através dos furos ou rasgos existentes.

Estes defeitos podem ter origem na etapa de uso e em alguns casos no projeto, já que pode ter havido mal dimensionamento das seções. No primeiro caso caberia existir um sistema de manutenção preventiva, que realizasse periodicamente uma revisão no sistema de coletores pluviais.

b) Pisos

Continuando a análise de elementos que afetam o funcionamento dos prédios, destacam-se os pisos, mais especificamente os soalhos. As manifestações apresentadas pelos soalhos totalizam 77,6% dos defeitos relatados nos pisos (TABELA 3.1). Este elemento foi considerado importante principalmente pelos tipos de defeito que apresenta, os quais podem levar à interdição de salas de aulas, pois colocam em risco a segurança física dos usuários. Segundo a TABELA 3.1, as principais manifestações são: apodrecimento, presença de cupins e existência de pisos com deformações e com tábuas quebradas.

Pelos questionários e visitas à campo, foi verificado que é comum a existência de mais de uma manifestação em um mesmo prédio, mostrando talvez uma relação entre elas. Exemplificando, os sarrafos apodrecidos perdem resistência, tornando-se com isto mais suscetíveis à quebras e contribuindo para a deformação do piso. Analisando as causas prováveis para cada manifestação temos:

- piso apodrecido - ocorre pela presença de água que pode ser proveniente do solo (causa o apodrecimento generalizado do piso); de chuvas diretas ou pelo escoamento superficial das chuvas (causa o apodrecimento das pontas dos sarrafos nas passarelas externas das escolas de madeira); de lavagens constantes com abundância de água e produtos químicos;

- piso quebrado - pode ocorrer por mal dimensionamento do espaçamento entre os barotes que sustentam os sarrafos; por enfraquecimento devido ao apodrecimento dos sarrafos; fadiga natural dos sarrafos;

- piso com cupim - não tratamento da madeira;

- piso com deformação - fadiga dos sarrafos e/ou dos barotes de sustentação; falhas no dimensionamento dos barotes; fadiga das tábuas.

Analisando a origem das manifestações pode ser dito que elas provavelmente surgiram nas etapas de projeto (falhas no dimensionamento dos sarrafos e barotes); execução (não tratamento da madeira contra cupins e umidade); uso (lavagens e fadiga).

c) Instalações

As instalações elétricas e hidráulicas apresentaram o mesmo percentual de defeitos (FIGURA 3.2) e também foram consideradas como elementos que impedem o funcionamento normal dos prédios. Esta afirmação se justifica, pois prédios que apresentam problemas em instalações elétricas estão sujeitos a incêndios e acidentes com os usuários, principalmente crianças, enquanto os defeitos em instalações hidráulicas tornam críticas as condições de higiene, favorecem a contaminação da água potável, etc.

Nas instalações elétricas, dois componentes se destacam: as chaves/tomadas e os fios, que representam 66,2% e 22,1% do total de defeitos. Em ambos os casos, somente era relatada no questionário a existência de defeitos, entretanto a partir de visitas a campo foi possível determinar as principais manifestações. As chaves/tomadas apresentaram-se em sua maioria quebradas ou tinham sido retiradas, enquanto os fios apresentavam-se desencapados, expostos ao contato com usuário ou danificados por curto-circuitos.

Os defeitos nas chaves e tomadas são causados principalmente por atos de vandalismo, tendo portanto origem na etapa de uso. Já os defeitos nos fios podem ser originados nas etapas de projeto, nos casos de curto-circuito causados por erros de dimensionamento de cargas e bitolas de fios; execução, quando eles se apresentam desencapados ou expostos ao usuário, não tendo sido portanto utilizados elementos isolantes ou devidamente enfiados; uso, em casos de curto-circuito causados por sobrecargas.

Nas instalações hidráulicas também são destacados dois elementos: os canos hidráulicos com 35,6% do total de defeitos e os metais sanitários com um percentual de 34,2 (TABELA 3.1). O único defeito relatado nos canos é a existência de vazamentos, que pode ter origem na etapa de execução, por falhas de colagem, soldagem, etc. Os vazamentos podem também se originar nas etapas de uso (vandalismo, uso de produtos químicos), projeto (especificação de canos feitos com materiais não resistentes às futuras condições de exposição, por exemplo em laboratórios). Nos

metais sanitários eram relacionados a existência de vazamentos e elementos quebrados. Estes defeitos podem ter se originado na etapa de uso, quer seja pelo desgaste natural dos elementos de vedação, quer seja por vandalismo.

3.3.3. Quanto ao Custo

A análise de custos foi feita a partir de relatórios de vistorias realizadas em outubro/85, por técnicos da SDO a diversas escolas. Nestas vistorias era verificada a necessidade de manutenção nos elementos e componentes e orçado seu custo em um valor reajustável (OTN). Para este estudo, os elementos e componentes foram agrupados segundo a divisão até aqui utilizada, e os prédios foram classificados segundo o fechamento externo, ou seja, madeira e alvenaria.

É importante salientar que nem todas as escolas vistoriadas pelos técnicos constavam do arquivo utilizado para o levantamento das manifestações patológicas, portanto visando possibilitar o cruzamento das informações de custo com as de patologia, só foram analisadas as escolas que constassem de ambos arquivos.

A partir desta consideração, foram selecionados 75 prédios de um total de 176 relatórios existentes, sendo 32 de alvenaria e 43 de madeira. Estes prédios totalizaram 48089 m^2 , sendo 38489 m^2 ou 80% da área total em alvenaria e 9600 m^2 e 20% em madeira. Como área média, tem-se respectivamente $1202,8 \text{ m}^2$ e $223,3 \text{ m}^2$.

A seguir é mostrado o total de custos, mantendo-se a divisão em elementos e a participação percentual de cada um e é feita a comparação entre a participação percentual de custos e manifestações.

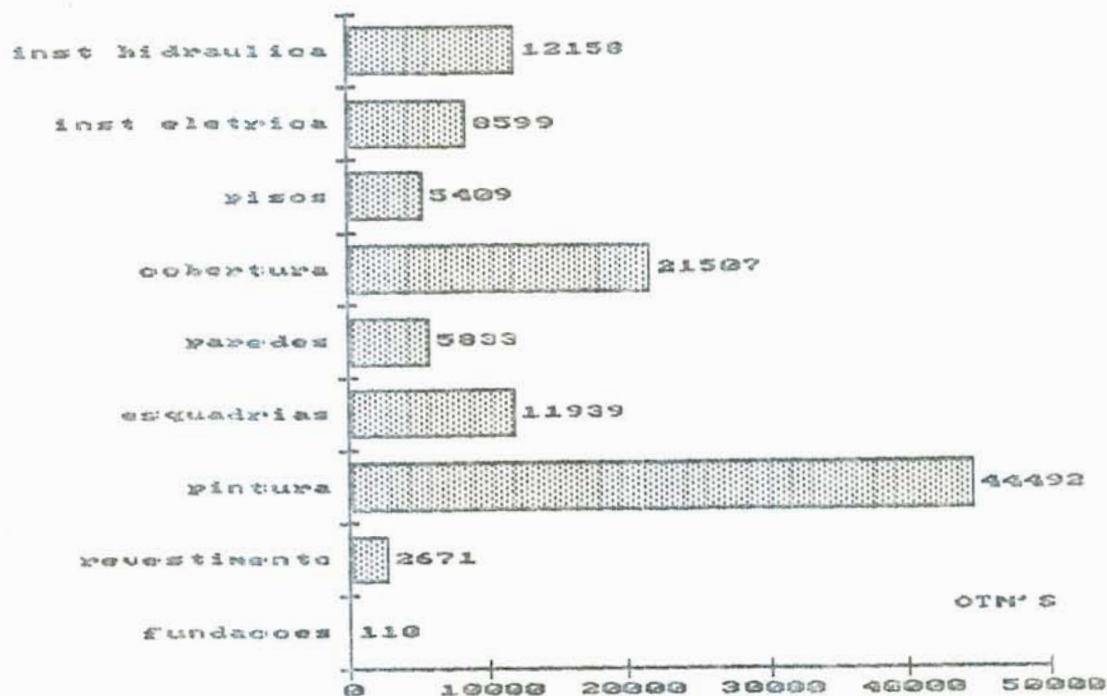


FIGURA 3.3 - Incidência de custos por elementos da edificação.

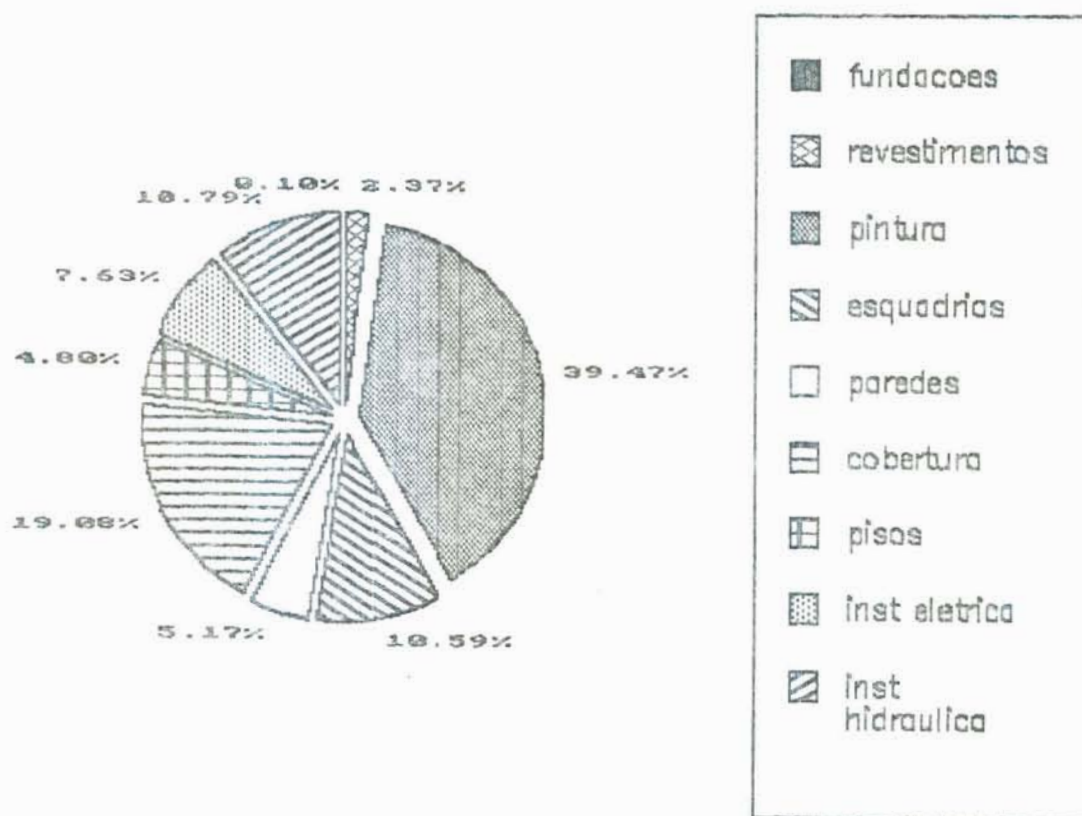


FIGURA 3.4 - Participação percentual de custos por elemento da edificação.

TABELA 3.2 - Comparação entre participação percentual de manifestações e custos.

Participação percentual das manifestações	
Elementos	%
Esquadrias	23,77
Pintura	22,30
Cobertura	12,68
Pisos	10,78
Instalações hidráulicas	8,95
Instalações elétricas	8,90
Paredes	7,78
Fundações	2,88
Revestimentos	1,96

Participação percentual de custos	
Elementos	%
Pintura	39,47
Cobertura	19,08
Instalações hidráulicas	10,79
Esquadrias	10,59
Instalações elétricas	7,63
Paredes	5,17
Pisos	4,80
Revestimento	2,37
Fundações	0,10

Visando determinar a real importância de cada elemento na manutenção dos prédios, foi criado um Índice de Importância (I.I.). O I.I. é obtido pela multiplicação dos percentuais obtidos em cada levantamento para cada elemento. É importante salientar que este índice não leva em conta a gravidade dos defeitos, considerando apenas sua importância em relação a custos e incidência.

TABELA 3.3 - Índice de Importância para os elementos da edificação (I.I.).

Elementos	I.I.
Pintura	880,18
Esquadrias	251,72
Cobertura	241,93
Instalações hidráulicas	96,57
Instalações elétricas	67,91
Pisos	51,74
Paredes	40,22
Revestimentos	4,65
Fundações	0,29

Pela análise das TABELAS 3.2 e 3.3, foi possível fazer as seguintes considerações:

- dos 4 elementos que possuem maior participação das manifestações (esquadrias, pintura, cobertura e pisos), 3 se repetem na distribuição de custos embora não mantenham as mesmas posições. A exceção são os pisos que foram substituídos pelas instalações hidráulicas;

- a pintura possui o maior I.I. (880,18), sendo superior ao somatório dos demais (755,03);

- o elemento pintura possui I.I. praticamente 3,5 vezes maior que as esquadrias (251,72) e cobertura (241,93);

- os 2 elementos de menor participação na distribuição de manifestações (fundações e revestimento) se repetem nos custos e I.I;

- as esquadrias apresentam maior percentual de manifestações (23,77%), entretanto encontra-se em 4º lugar na distribuição de custos. Este percentual elevado se deve as ferragens, que entretanto não têm peso elevado nos custos.

Uma análise importante a ser desenvolvida a seguir é a comparação da distribuição percentual de custos, segundo o sistema construtivo. Espera-se que seja possível desta maneira identificar os itens mais significativos a cada sistema, no que se refere aos custos de manutenção. Serão apresentados os custos em OTN's orçados para cada elemento, a participação percentual e a relação custo/m².

Os custos de manutenção totalizaram 112718 OTN's, sendo que os prédios de alvenaria representam 72,3% deste total com 81464 OTN's, enquanto os de madeira somam 31254 OTN's representando 27,7%. É importante analisar a relação custo/m² que resulta em 2,1 OTN/m² e 3,3 OTN/m² para os prédios de alvenaria e madeira, respectivamente. Esta relação permite afirmar que no universo de estudo analisado os custos de manutenção são menores para os prédios de alvenaria.

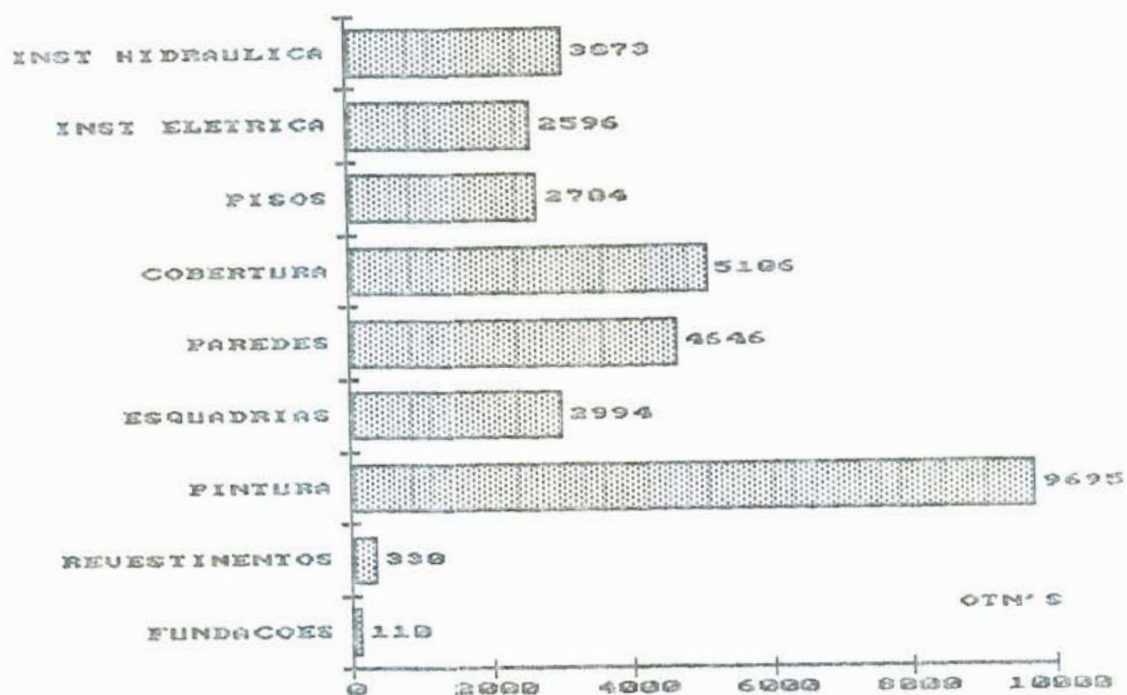


FIGURA 3.5 - Incidência de custos por elementos de edificações escolares em madeira.

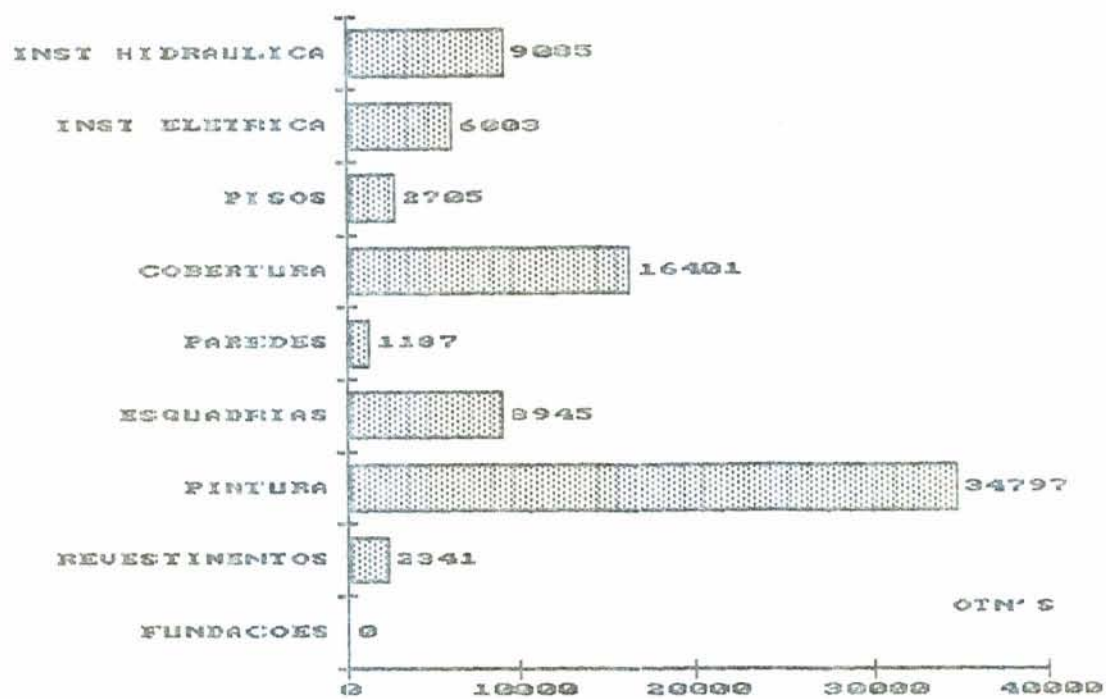


FIGURA 3.6 - Incidência de custos por elementos de edificações escolares em alvenaria.

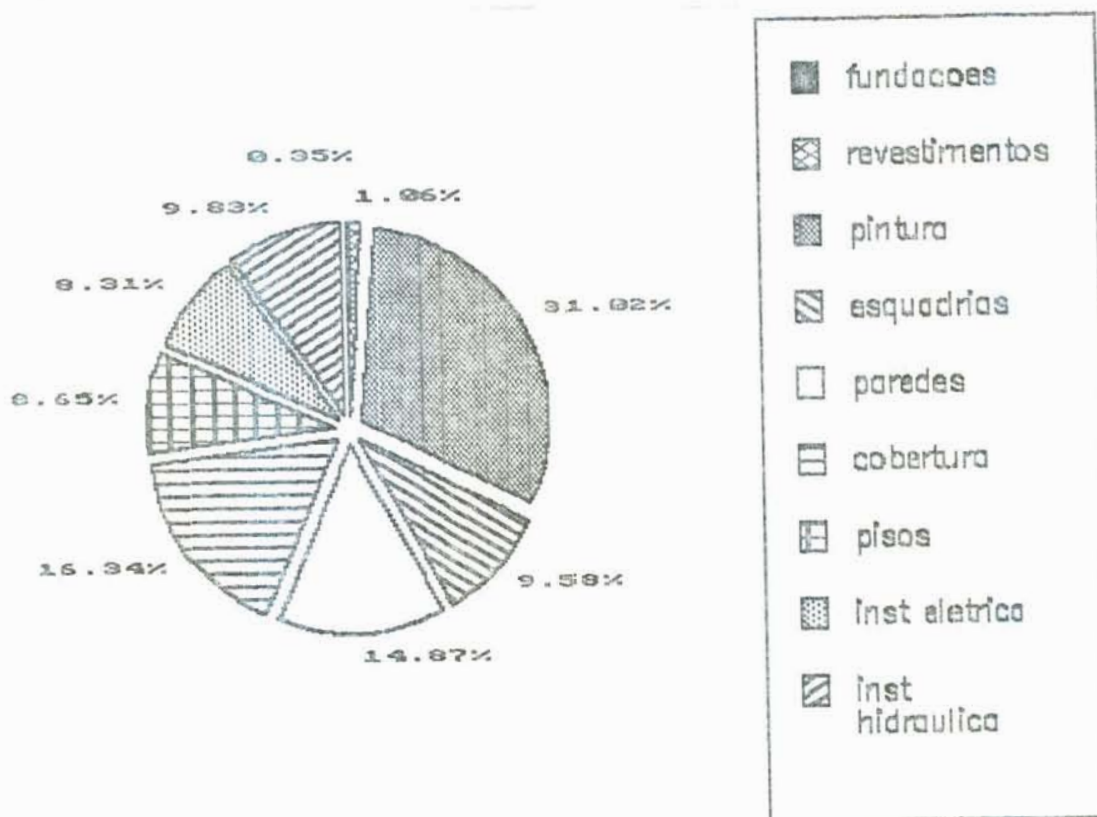


FIGURA 3.7 - Participação percentual de custos por elemento de edificações escolares em madeira.

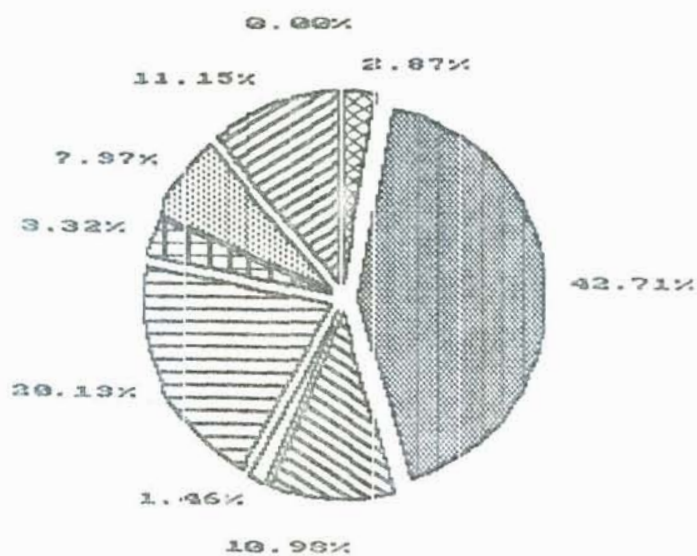


FIGURA 3.8 - Participação percentual de custos por elemento de edificações escolares em alvenaria.

TABELA 3.4 - Comparação de custos para edificações de madeira e alvenaria.

Elementos	CUSTOS - Madeira - 9600 m ²			- Alvenaria - 38489 m ²			TOTAL em OTN'S
	Valor em OTN's	Custo em OTN's/m ²	Particip.% dos custos manutenção	Valor em OTN's	Custo em OTN's/m ²	Particip. % dos custos manutenção	
Fundações	110	0,01	0,35	0	0	0	110
Revestimentos	330	0,03	1,06	2341	0,06	2,87	2671
Pintura	9695	1,01	31,02	34797	0,90	42,72	44492
Esquadrias	2994	0,31	9,58	8945	0,23	10,98	11939
Paredes	4646	0,48	14,87	1187	0,03	1,46	5833
Cobertura	5106	0,53	16,34	16401	0,43	20,13	21507
Pisos	2704	0,28	8,65	2705	0,07	3,32	5409
Instal. elétrica	2596	0,27	8,30	6003	0,16	7,37	8599
Instal. hidrául.	3073	0,32	9,83	9085	0,24	11,15	12158
	31254	3,26	100	81464	2,12	100	112718

Pela análise desenvolvida é possível concluir que:

- os elementos pintura e cobertura têm a maior participação percentual em ambas tecnologias, e apresentam relações custo/m² bastante próximas;

- o elemento fundações é o de menor participação nos 2 tipos, sendo nulo nos prédios de alvenaria. Isto confirma as considerações feitas no levantamento das manifestações (TABELA 3.1);

- o elemento paredes é substancialmente mais significativo nos prédios de madeira, em virtude de ser um material de degradação bem mais rápida que a alvenaria;

- o elemento pisos apresenta a mesma posição em ambas tecnologias, entretanto o percentual e a relação OTN/m² é bem maior nos prédios de madeira. Os motivos são os mesmos das paredes, ou seja, os prédios de madeira têm piso de soalho, os quais também se degradam mais rapidamente que as cerâmicas e

tacos;

- o elemento instalação elétrica apresenta a relação OTN/m² e percentuais maiores nos prédios de madeira, embora ocupe a 7^a posição de importância, em contraste ao 5º lugar nos prédios de alvenaria. Isto ocorre possivelmente pelos prédios de madeira apresentarem as instalações elétricas externas às paredes.

Pelas observações feitas, é possível concluir que as diferenças de custo são sensíveis, quando os elementos variam juntamente com a tecnologia de construção adotada, por exemplo nos prédios de madeira os pisos são sempre soalho, as fundações são pilaretes, além das paredes. Portanto, estudos que visem desenvolver prédios com menor custo, devem se concentrar principalmente nestes elementos, analisando seu custo de manutenção, bem como seu custo inicial.

4. RECOMENDAÇÕES PARA PROJETO, EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO

Nesta etapa do estudo serão listadas recomendações para projeto, execução e manutenção de prédios escolares, considerando obras novas e existentes. Diante da impossibilidade de analisar todos elementos que apresentassem defeitos, o estudo será restrito àqueles destacados anteriormente, ou seja, os defeitos que colocam em risco a segurança estrutural dos prédios, interferem no funcionamento normal dos prédios ou têm participação significativa nos custos de manutenção.

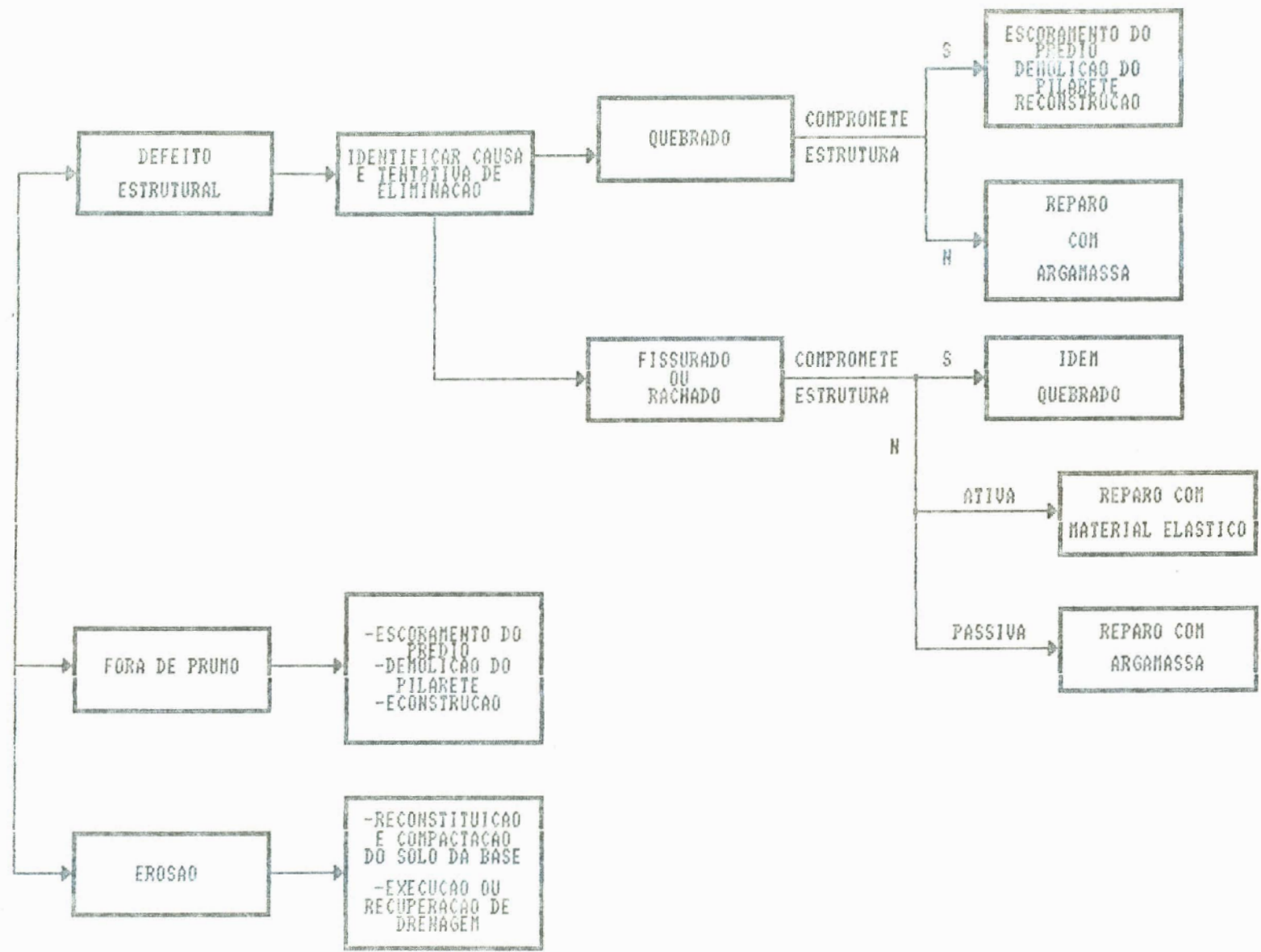
Em relação a obras novas, não serão feitas recomendações no sentido de substituição dos elementos utilizados, já que para isto seriam necessários estudos de desempenho dos novos elementos indicados como alternativos. As recomendações tratarão de medidas e cuidados a serem tomados no projeto e execução, que embora na maior parte dos casos são básicos do processo construtivo.

Para obras já existentes serão feitas recomendações visando a identificação dos defeitos e procedimentos para sua correção. É importante esclarecer que não se pretende analisar todas as causas possíveis dos defeitos observados, mas apenas aquelas que se apresentaram mais frequentemente nos levantamentos.

Os defeitos analisados serão sempre referendados a itens abordados no capítulo 3, onde foram discutidas suas possíveis causas e origens. Sempre que possível, as recomendações estarão dispostas em forma de fluxogramas e quadros, de maneira que seja facilitada a identificação dos defeitos e suas correções.

4.1. Segurança Estrutural

Conforme relatado no item 3.2.1, praticamente não foram descritos defeitos que comprometessem a estrutura dos prédios. O único elemento destacado foram as fundações com ênfase no tipo PILARETE.



a) Obras Existentes (correção dos defeitos)

FIGURA 4.1 - Identificação e correção de defeitos em fundações tipo pilarete.

b) Obras Novas

TABELA 4.1 - Recomendações para prevenção de defeitos em fundações tipo pilarete.

DEFEITO	CAUSAS PROVÁVEIS	PREVENÇÃO
Estrutural	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mov. térmica barrotes que apoiam o piso. 2. Erro de posicionamento dos barrotes. 3. Deslocamento da posição por erosão. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ligação dos pilaretes com barrotes com materiais que absorvam movimentação - projeto. 2. Maior controle na localização dos barrotes - execução. 3. Drenagem superficial - projeto.
Prumo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erro de posicionamento. 2. Deslocamento por erosão. 3. Recalque. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maior controle no posicionamento da mão-de-obra - execução. 2. Drenagem superficial - projeto. 3. Conhecimento das características do terreno/compactação eficiente - projeto e execução.
Erosão	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carregamento do material da base por água da chuva. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drenagem superficial eficiente - projeto.

4.2. Funcionamento

No item 3.2.2 foram analisados os elementos que influenciavam o funcionamento normal dos prédios, quando apresentavam defeitos, são eles:

4.2.1. Cobertura (Telhas e Calhas)

a) Obras Existentes (correção dos defeitos)

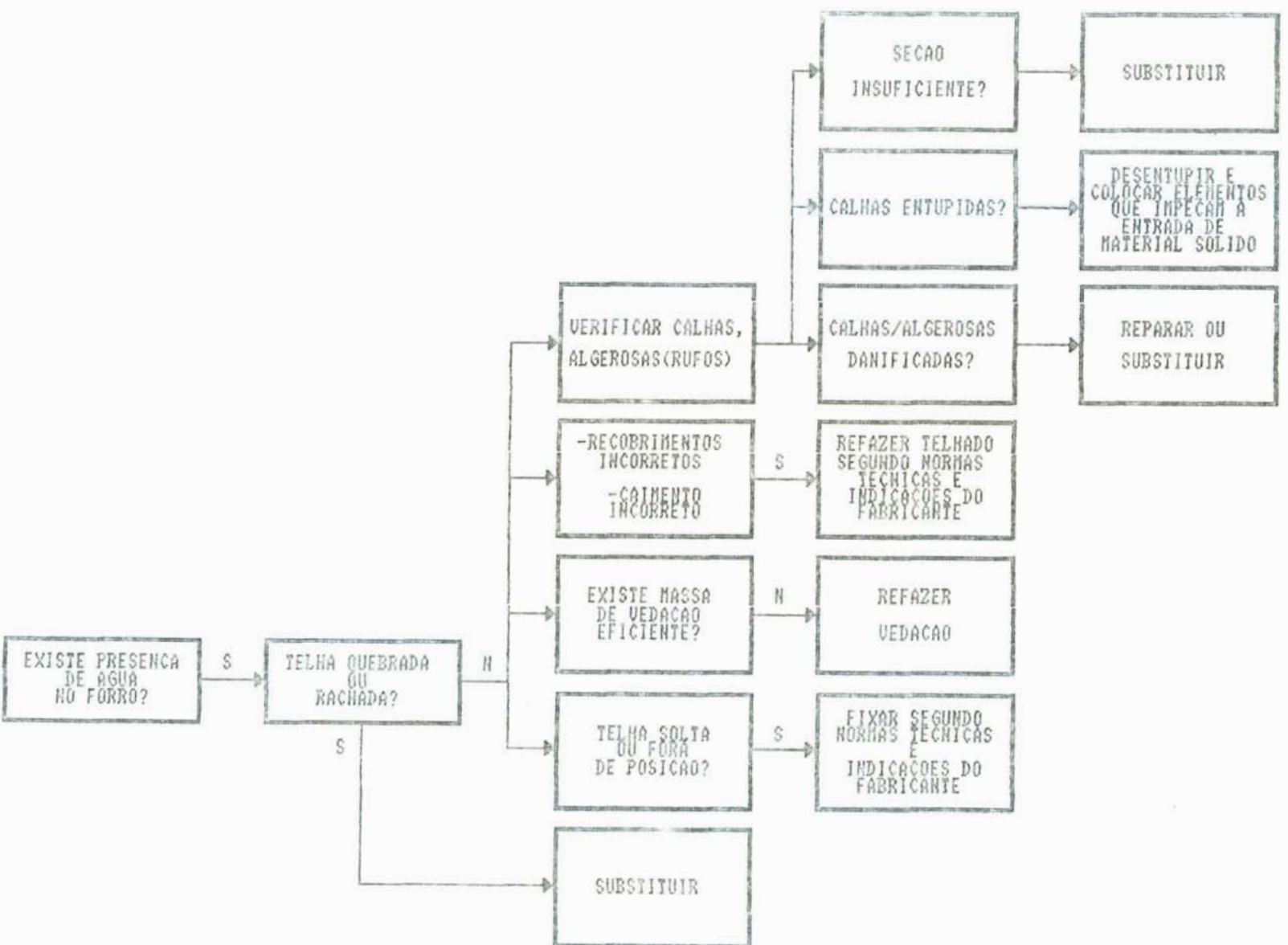


FIGURA 4.2 - Identificação e correção de defeitos em cobertura.

b) Obras Novas

TABELA 4.2 - Recomendações para prevenção de defeitos em cobertura.

DEFEITO	CAUSAS PROVÁVEIS	PREVENÇÃO
PASSAGEM DE ÁGUA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recobrimentos incorretos. 2. Ausência de vedação. 3. Ausência de elementos complementares (pingadeiras, algeirosas, capeamentos). 4. Caimento incorreto. 5. Calhas insuficientes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1/2/3/4. Seguir orientações de Normas Técnicas e Manuais do Fabricante - Projeto. 5. Dimensionamento correto - projeto e execução.
TELHA SOLTA QUEBRADA OU RACHADA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Espaçamento incorreto entre ripas e caibros. 2. Fixação incorreta. 	<ol style="list-style-type: none"> 1/2. Seguir orientação de Normas Técnicas e Manuais do Fabricante - projeto e execução.

Para os telhados, o principal aspecto de manutenção considerando que sua execução esteja correta, é a periodicidade de vistorias. Elas devem ocorrer sempre que acontecerem vendavais, temporais e chuvas de granizo, além de intervalos regulares programados que visem detectar danos causados por impactos de bolas, pedras, etc. Deve ser salientado que estas vistorias devem ser realizadas por pessoas habilitadas, já que o trânsito sobre o telhado pode também ocasionar quebra de telhas.

a) Obras Existentes (correção dos defeitos)

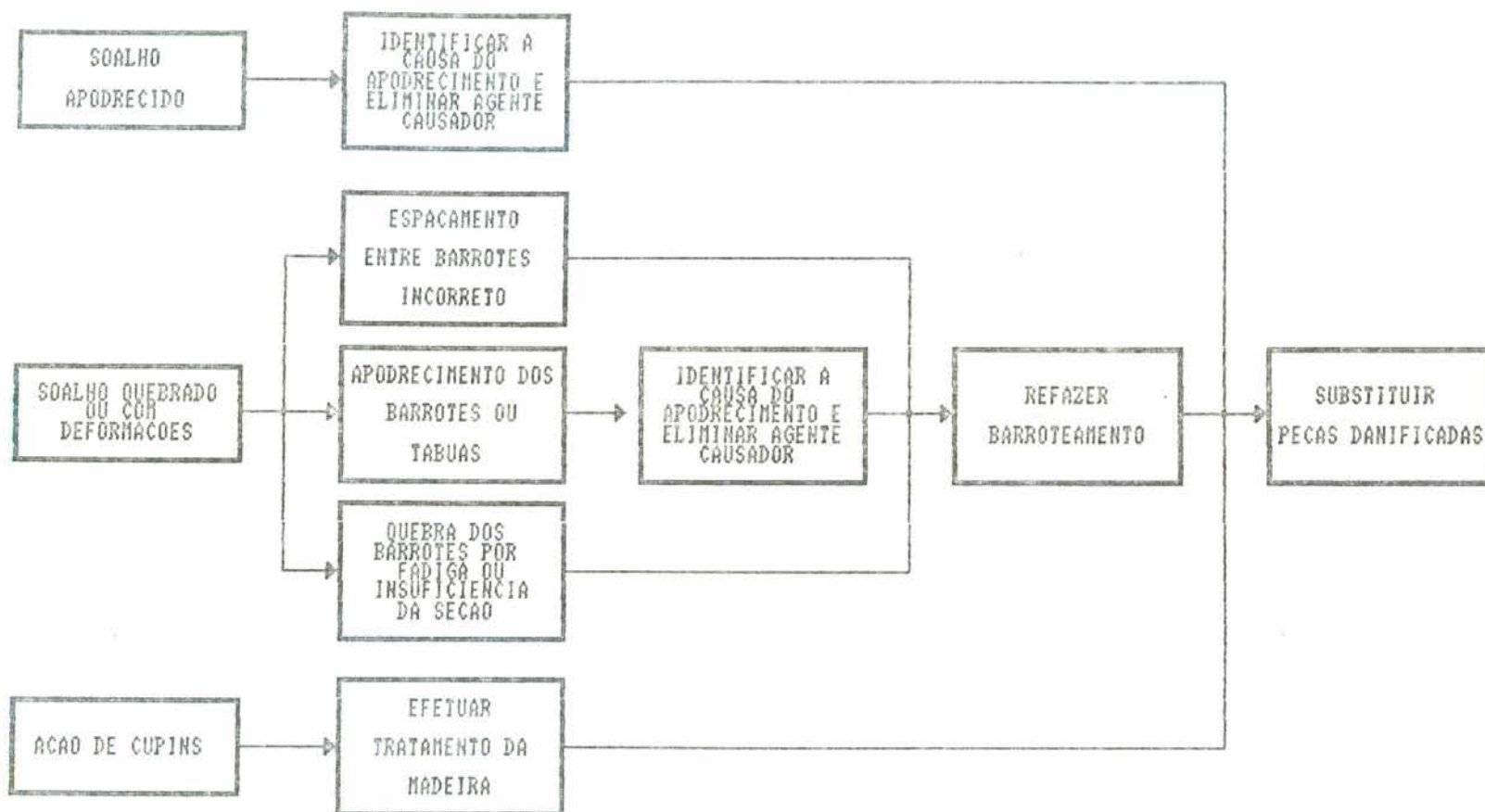


FIGURA 4.3 - Identificação e correção de defeitos em soalhos.

b) Obras Novas

TABELA 4.3 - Recomendação para prevenção de defeitos em soalhos.

DEFEITO	CAUSAS PROVÁVEIS	PREVENÇÃO
Soalho apodrecido	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contato com solo (umidade do solo). 2. Incidência de chuva. 3. Contato com água de drenagem. 4. Lavagem com água em abundância. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maior altura dos pilares - projeto. 2. Execução de beirais de tamanho adequado/ colocação de pingadeiras - projeto. 3. Evitar que haja acúmulo ou presença de água através de anteparos e desvios - projeto. 4. Usar panos umedecidos ou lavar com menor frequência - manutenção.
Soalho quebrado ou cedendo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Espaçamento incorreto do barroteamento. 2. Apodrecimento do soalho e/ou barroteamento. 3. Seção insuficiente dos barrotes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maior rigor no projeto e execução - projeto. 2. Idem para soalho apodrecido - projeto. 3. Maior rigor no projeto - projeto.
Soalho com cupim	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tratamento inexistente ou insuficiente da madeira. 2. Madeira de má qualidade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tratar a madeira com produtos cupinícidas de qualidade comprovada - execução.

4.2.3. Instalações Elétricas e Hidráulicas

Para as instalações pode ser observado que os principais problemas estão relacionados a atos de vandalismo, os quais são frequentes, conforme informações fornecidas pelos funcionários das escolas. As recomendações portanto, devem tratar sempre de aspectos que dificultem o acesso e manipulação dos elementos por pessoas estranhas ou de especificações de elementos capazes de suportar condições severas de uso, além de um programa de manutenção periódica.

a) Obras Existentes

a.1) Instalações Elétricas

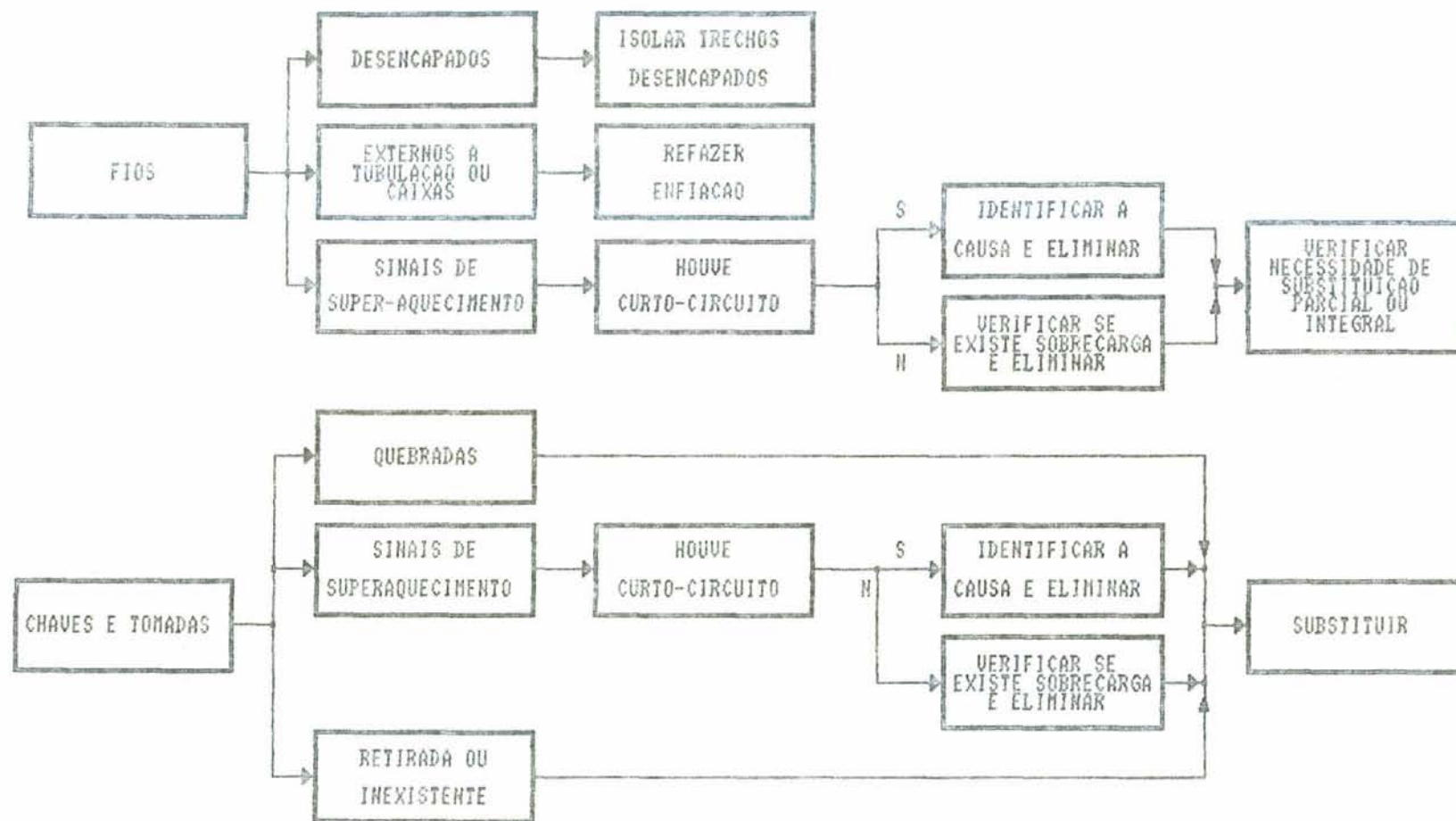


FIGURA 4.4 - Identificação e correção de defeitos em instalações elétricas.

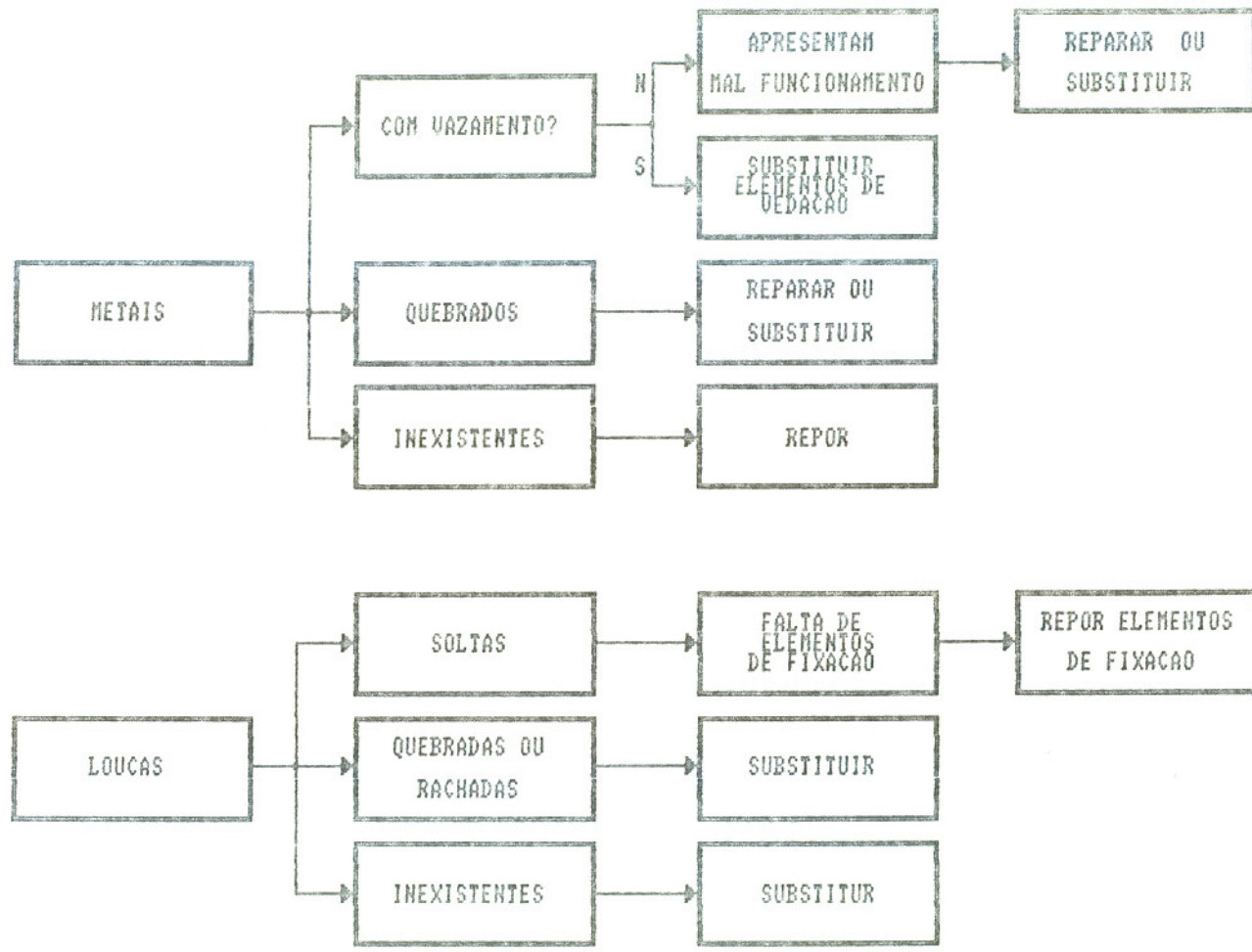


FIGURA 4.5 - Identificação e correção de defeitos em instalações hidráulicas.

b) Obras Novas

b.1) Instalações Elétricas

TABELA 4.4 - Recomendações para prevenção de defeitos em instalações elétricas.

DEFEITO	CAUSAS PROVÁVEIS	PREVENÇÃO
Fios desencapados	1. Mão-de-obra de execução de má qualidade.	1. Maior rigor na execução - fiscalização - execução.
Fios Externos à tubulação ou caixas	1. Vandalismo. 2. Ligações ou extensões não previstas	1. Usar eletrodutos e complementos que dificultem contato com usuário - projeto. 2. Fiscalizar condições de uso - execução.
Curto-circuito (fios/chaves e tomadas)	1. Sobrecarga. 2. Dimensionamento insuficiente.	1. Fiscalizar condições de uso - manutenção. 2. Dimensionamento conforme normas de segurança - projeto.
Tomadas/chaves quebradas	1. Vandalismo.	1. Usar elementos de boa qualidade e apropriados à uso intensivo - projeto.
Tomadas/chaves retiradas	1. Vandalismo.	1. Dispor tomadas/chaves fora do alcance de pessoas que não sejam usuários diretos - projeto.

b.2) Instalações Hidráulicas

TABELA 4.5 - Recomendações para prevenção de defeitos em instalações hidráulicas.

DEFEITO	CAUSAS PROVÁVEIS	PREVENÇÃO
Metais com vazamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desgaste de elementos de vedação. 2. Má qualidade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manutenção periódica. 2. Especificação de elementos apropriados a condições severas de uso - projeto.
Metais quebrados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vandalismo. 2. Má qualidade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1/2. Especificação de elementos apropriados a condições severas de uso - projeto.
Metais roubados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vandalismo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prever fechamentos eficientes nos períodos fora de uso - projeto.
Louças soltas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vandalismo. 2. Falhas na colocação. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prever meios que impeçam a manipulação das fixações - projeto. 2. Preenchimento da base com argamassa, nivelamento e colocação das fixações - execução.
Louças quebradas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vandalismo. 2. Louça solta. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prever fechamentos dos ambientes nos períodos fora de uso - projeto. • Especificação de elementos apropriados a condições severas de uso - projeto. 2. Idem, louças soltas.

4.3. Custos (Pintura)

Pela análise realizada no item 3.2.3 observou-se que a pintura é o elemento que possui maior peso nos serviços de manutenção. Os altos valores apresentados provavelmente eram estimativas para a renovação total da pintura, evidenciando a inexistência de um programa de manutenção periódica.

Em virtude de ser também o elemento de maior participação no levantamento de incidências, será estudado de forma mais detalhada.

4.3.1. Defeitos em Pintura

A pintura é o elemento responsável pela proteção das superfícies, além de ter funções de decoração, facilitar a limpeza e higiene.

As superfícies às quais se aplica a pintura, ou seja, o substrato, são constituídas de diversos materiais, cada um com características próprias, o que exige que seja feita uma especificação de pintura para cada material.

Para UEMOTO³⁹, o período de 5 anos é satisfatório para a durabilidade das pinturas (a base de látex) em nossas condições climáticas, portanto, é definido como defeito de pintura qualquer problema sério ocorrido antes deste período.

Segundo estudo desenvolvido no Building Research Establishment⁵ na Inglaterra, e UEMOTO³⁹ no Brasil, as principais causas de defeitos nas pinturas são:

a) Umidade

É considerada como o fator mais importante para ser analisado, tanto para execução como para a durabilidade da pintura.

A umidade pode ser originada durante a construção do prédio, ou após sua ocupação por infiltração e condensação.

A existência de umidade pode acarretar em problemas como deterioração dos materiais, transporte de sais, surgimento de mofo.

A umidade originada durante a construção é a que merece maior atenção, pois é comum a todas edificações de alvenaria e concreto. O BRE estima o tempo necessário para a secagem de 5mm de espessura em cerca de 1 semana, o que torna difícil a observância dos prazos de secagem. Visando acelerar estes prazos o BRE recomenda a intensificar as condições de ventilação e usar como primeira pintura uma tinta de alta permeabilidade.

b) Sais e Álcalis

Os problemas causados pela presença de sais são caracterizados pelo surgimento de manchas brancas na superfície, ou seja, eflorescências. Os sais estão presentes nos materiais que constituem os tijolos, rebocos e concretos e durante a secagem destes substratos são transportados até a superfície pelo vapor d'água.

O problema é originado pela aplicação de pintura em superfícies não totalmente secas e sua remoção deve ser feita através de escovações e limpeza repetidas vezes, até seu desaparecimento.

O surgimento de manchas e descascamentos em superfícies pintadas à base de PVA e o retardamento de secagem de tintas alquídicas (esmaltes e tinta à óleo) são as características do fenômeno de saponificação. O problema surge em virtude dos álcalis existentes na cal e cimento reagirem com a acidez característica de algumas resinas, em determinadas condições de umidade. Como prevenção deve ser aplicada tinta de fundo resistente ou inibidora da alcalinidade.

c) Instabilidade do Substrato

São consideradas instáveis as superfícies de concreto ou reboco ainda não totalmente curadas ou superfícies sujeitas à deterioração. As primeiras se caracterizam por apresentarem elevada umidade e alcalinidade, enquanto as outras podem apresentar expansão ou desagregação, conforme a umidade e temperatura.

A aplicação de tinta em superfícies em cura, forma uma camada impermeável que impede o fluxo de vapor d'água cau-

sando perda de aderência e pulverulência na interface da película com a superfície.

d) Ausência ou Preparação Inadequada

A aplicação da pintura deve ser precedida pela preparação adequada da superfície, que deve possuir as seguintes características:

- deve estar limpa, seca e sem poeira;
- partes soltas ou mal aderidas devem ser eliminadas;
- grandes imperfeições corrigidas com reboco;
- não deve apresentar gordura ou graxa;
- não deve apresentar mofo;
- em madeira, a superfície deve estar isenta de farpas e absorção homogeneizada.

Os cuidados acima devem ser tomados pois a presença das substâncias provoca vários tipos de defeitos, entre eles:

- o pó e superfícies pulverulentas dificultam a adesão da película de pintura e causam risco de descolamento e escamações;
- a porosidade excessiva ou variável dificulta a uniformidade de brilho e cor, pois ocorre a absorção do veículo de tinta pelo substrato, restando na superfície somente pigmentos, os quais formam uma camada pulverulenta;
- a existência de outras camadas de tinta dificulta a adesão. As superfícies devem ser lixadas e a tinta a aplicar deve ser preferencialmente do mesmo tipo que a existente, pois também é comum a incompatibilidade entre as tintas, o que prejudica a adesão.

e) Condições Meteorológicas Inadequadas

A ocorrência de condições meteorológicas extremas (temperatura e umidade do ar) prejudica a aplicação e secagem das pinturas, segundo UEMOTO³⁹, a pintura deve ser realizada em condições de temperatura entre 10° e 35°C, não deve ser aplicada em dias chuvosos ou vento excessivo. O BRE faz as seguintes recomendações em relação à umidade relativa:

TABELA 4.6 - Correlação entre umidade relativa e execução de pintura.

Umidade relativa %	Condições da superfície	Recomendação
100	Umidade visível	Não pintar e secar antes da pintura
90-100	Manchas de umidade	Preferível não pintar embora seja possível, com risco de defeitos
90-75	Em secagem, sem sinais de umidade	Pintura possível, com riscos para os níveis de umidade mais elevados
< 75	Seca	Sem restrições

f) Seleção Inadequada da Tinta

A tinta deve ser selecionada segundo as características do substrato e as condições de exposição, sob risco da diminuição da durabilidade.

4.3.2. Obras Existentes e Novas

Para a identificação, recuperação e prevenção de defeitos em pintura, foi montada a TABELA 4.8 onde foram descritas algumas manifestações analisadas anteriormente. Além das atividades de manutenção descritas, deve ser previsto um programa preventivo que impeça a propagação dos defeitos, bem como solucione os defeitos causados por vandalismo, em sua maior parte de efeito estético (pixações).

TABELA 4.7 - Defeitos em pintura - recomendações para recuperação e prevenção de defeitos.

MANIFESTAÇÃO	CAUSAS	OBRAS EXISTENTES RECUPERAÇÃO	OBRAS NOVAS PREVENÇÃO
Perda de adesão, escamação e bolhas	-água atrás da película associada com ataque de álcalis -má preparação	-eliminar causa da umidade, secagem e repintar -retirar superfície afetada, preparar e repintar	-aguardar secagem completa e usar tinta resistente a álcalis - execução -preparação da superfície - execução
Eflorescência	-existência e transporte de sais	-escovação repetida até desaparecimento	-secagem completa - execução
Saponificação	-ataque de álcalis	-retirar superfície afetada e repintar	-secagem completa e tinta resistente a álcalis - execução e projeto
Fissuramento	-tempo insuficiente de hidratação da cal antes da aplicação do reboco	-raspagem da superfície, eliminar o pó e repintar	-hidratação correta da cal - execução
Manchas amareladas	-presença de gordura, óleo	-lavar com solução de água e ácido muriático a 10% e repintar	-preparação da superfície - execução
Manchas escuras	-mofo e fungos	-eliminar causa de umidade, usar substância fungicida p/ lavagem	-usar tinta anti-mofo e aguardar secagem completa da parede - projeto e execução

4.4. Sistema de Manutenção de Prédios Escolares

Um sistema de manutenção tem como um dos seus objetivos a otimização de recursos físicos e financeiros através do conhecimento das curvas de degradação dos componentes da edificação. A partir destas curvas é possível estimar recursos necessários anualmente, bem como realizar operações de manutenção periódica preventiva ou corretiva, evitando assim a propagação dos defeitos e conseqüente aumento de custos.

Um sistema de manutenção deve reunir todos os componentes significativos, quer seja quanto a custos ou incidência. Neste estudo obteve-se os elementos básicos para a elaboração de sistemas de manutenção, ou seja, a elaboração de curvas de degradação dos componentes.

Inicialmente admitiu-se que existe uma relação entre a área construída e os componentes, por exemplo: a área de paredes de madeira é proporcional à área construída de prédios de madeira. Com isto não se fez necessário conhecer a área existente de paredes, o número de portas, etc.

Para a elaboração das curvas de degradação dos componentes foram concebidas tabelas, onde constavam as seguintes informações:

- ano de construção;
- idade dos prédios;
- área construída em cada ano, de prédios que possuíssem o componente;
- área construída acumulada até determinado ano, de prédios que possuíssem o componente;
- área com defeito em cada ano, de prédios que possuíssem o componente;
- área com defeito acumulado, de prédios que possuíssem o componente;
- relação percentual entre área com defeito acumulada até determinado ano e área construída total.

As curvas são do tipo "% defeito x idade", e cada ponto é a relação obtida na última coluna das referidas tabelas. Após a confecção das curvas efetuou-se uma análise estatística,

visando estabelecer sua validade, bem como identificar a tendência de variação, através de métodos de regressão. Conhecendo o custo de reposição de 1m^2 do componente é possível associá-lo aos percentuais obtidos na curva ajustada e calcular os custos anuais de manutenção e para cada faixa de idade. Exemplificando:

- seja um componente que apresenta a curva de degradação abaixo,

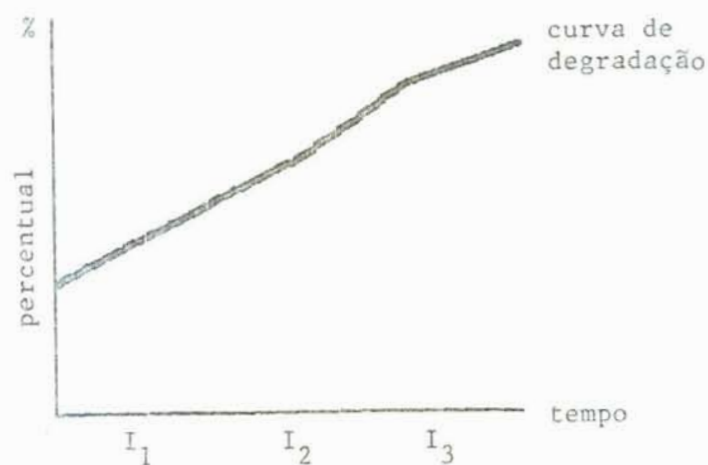


FIGURA 4.6 - Curva de degradação teórica para um componente.

O componente apresenta custo de reposição igual à 1 unidade de custo por m^2 (UC) e existem N escolas que o possuem, totalizando uma área construída A_T . Para uma idade I_1 está associado um percentual de m^2 com defeito $\%_1$ e assim respectivamente para I_2 e I_n . Existem prédios com idades I_1, I_2, \dots, I_n com áreas construídas A_1, A_2, \dots, A_n . Para a previsão de custos, tem-se o seguinte procedimento:

Idade	%	Σ área construída	% m ²	Custo
I ₁	% ₁	A _T	% ₁ · A _T = X ₁	X ₁ · U _C
I ₂	% ₂	A _T	% ₂ · A _T = X ₂	X ₂ · U _C
I _K	% _K	A _T	% _K · A _T = X _K	X _K · U _C
I _{n-1}	% _{n-1}	A _T	% _{n-1} · A _T = X _{n-1}	X _{n-1} · U _C
I _n	% _n	A _T	% _n · A _T = X _n	X _n · U _C

FIGURA 4.7 - Processo de cálculo de custos de manutenção.

O custo total de manutenção (reposição) por m² de prédios com o componente e idade igual a I_K será:

$$\text{Custo/m}^2 = (X_K - X_{K-1}) \cdot U_C$$

Baseando-se no processo descrito, 2 procedimentos podem ser adotados, um que determine o custo de manutenção para componentes até determinada idade, e outro que estabeleça os custos para cada faixa de idade.

Para melhor entendimento, o processo será exemplificado a seguir com dados reais.

4.4.1. Determinação do Custo de Manutenção de Paredes de Madeira

4.4.1.1. Idade até 20 anos

A partir dos dados obtidos nos levantamentos foi montada a TABELA 4.9. As informações obtidas foram dispostas em gráfico visando obter a curva de degradação do componente (vide TABELA 4.9).

TABELA 4.8 - Percentuais de defeitos em paredes de madeira.

Paredes de Madeira						
Ano	Idade	Área construída	Área acumulada	Área defeito	Área defeito acumulada	% acumulada total
85	1	282	282	0	0	0.0
84	2	2940	3222	0	0	0.0
83	3	1707	4929	384	384	1.2
82	4	1223	6152	200	584	1.8
81	5	369	6521	369	953	2.9
80	6	380	6901	0	953	2.9
79	7	1127	8028	154	1107	3.4
78	8	0	8028	0	1107	3.4
77	9	1088	9116	0	1107	3.4
76	10	1697	10813	807	1914	5.9
75	11	1263	12076	0	1914	5.9
74	12	574	12650	279	2193	6.8
73	13	798	13448	798	2991	9.3
72	14	664	14112	0	2991	9.3
71	15	1120	15232	0	2991	9.3
70	16	726	15958	0	2991	9.3
69	17	160	16118	0	2991	9.3
68	18	968	17086	150	3141	9.7
67	19	685	17771	685	3826	11.8
66	20	190	17961	0	3826	11.8
65	21	813	18774	813	4639	14.4
64	22	796	19570	410	5049	15.6
63	23	858	20428	536	5585	17.3
62	24	2414	22842	1560	7145	22.1
61	25	555	23397	151	7296	22.6
60	26	532	23929	417	7713	23.9
59	27	285	24214	285	7998	24.7
58	28	3310	27524	1505	9503	29.4
57	29	3782	31306	2345	11848	36.7
56	30	602	31908	531	12379	38.3
55	31	417	32325	0	12379	38.3

Em seguida procedeu-se a análise estatística, através de séries temporais (conjunto de observações tomadas em tempos determinados e a intervalos regulares³⁷), com $y = F(t)$. As séries temporais podem ser de 4 tipos: aleatórias, sazonais, cíclicas e a longo prazo (seculares), sendo este último o que define as séries que se desenvolvem em um longo período de tempo e admitem o ajuste de retas de tendência, ou seja, retas empregadas para a avaliação e previsão de valores de "y" para um determinado "t", servindo portanto aos objetivos propostos neste estudo. Para a determinação das retas de tendência, utilizou-se o método dos mínimos quadrados, visando identificar a reta que melhor se adapte aos dados existentes. Para esta determinação foram utilizados 4 parâmetros:

- R → coeficiente de correlação que determina o grau de ajustamento dos dados à equação admitida³⁷ e a medida de relação que pode existir entre 2 variáveis.

- R^2 → coeficiente de determinação, determina a proporção da variância de y ²⁷ que pode se atribuir à regressão com a variável x ²⁷

- t → utilizado em regressões lineares. O valor calculado para t deve ser maior ou igual a t_{α} teórico (distribuição de Student) para um determinado nível de significância, então se

$$|t| \geq t_{\alpha}$$

a relação entre as variáveis é significativa.

- F → utilizado em regressões lineares múltiplas para verificar a significância do modelo. Se F calculado for maior que F_{α} para determinado nível de significância a regressão é válida, então se

$$F > F_{\alpha}$$

a relação entre as variáveis é significativa.

Para se verificar a validade do modelo, devem ser verificados a normalidade dos erros e a constância do erro padrão da estimativa. A normalidade é verificada pela análise dos resíduos padronizados, usando o método gráfico do papel de probabilidade, de maneira que se os pontos se aproximam de uma reta, a distribuição é normal.

A constância do erro padrão da estimativa é verificada através de um teste gráfico, no qual são plotados os resíduos e os valores estimados em y . Os pontos devem ocupar uma faixa aproximadamente horizontal, sem demonstrar nenhuma tendência.

Neste estudo existem 31 observações, portanto os valores teóricos dos parâmetros, para um nível de significância de 0,95 são:

$$t = 1,699$$

$$F = 19,46$$

Utilizando o programa computacional STATGRAPHICS³⁸, foram ajustados 2 modelos de regressão linear (simples e múltipla), visando verificar o modelo que resulta em melhor ajuste, a partir dos parâmetros teóricos e os calculados, bem como testar a normalidade da distribuição.

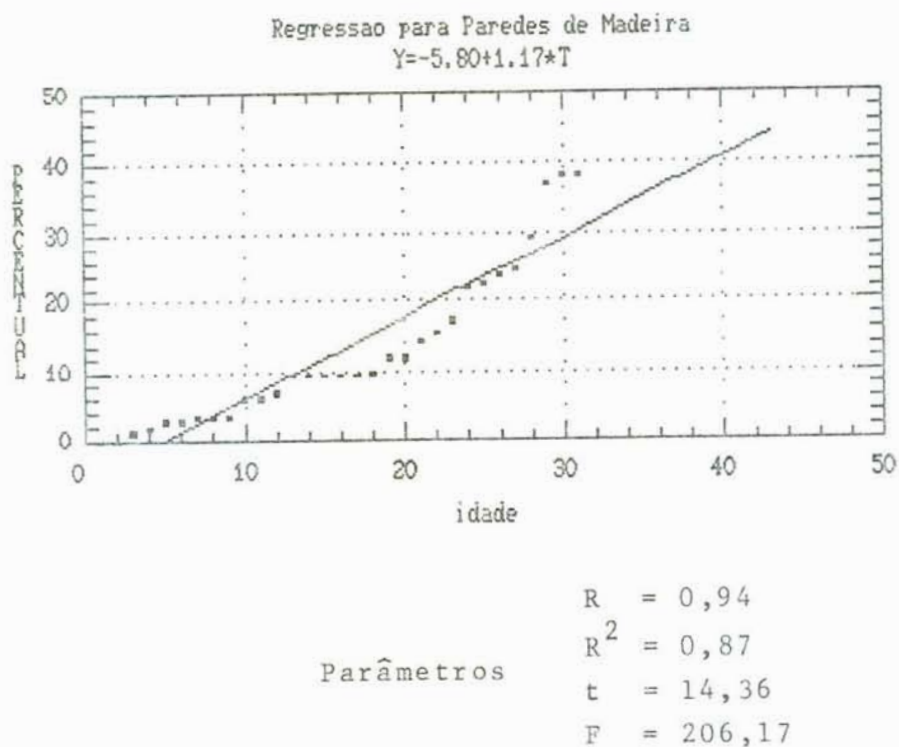


FIGURA 4.8 - Ajuste de regressão linear simples para paredes de madeira.

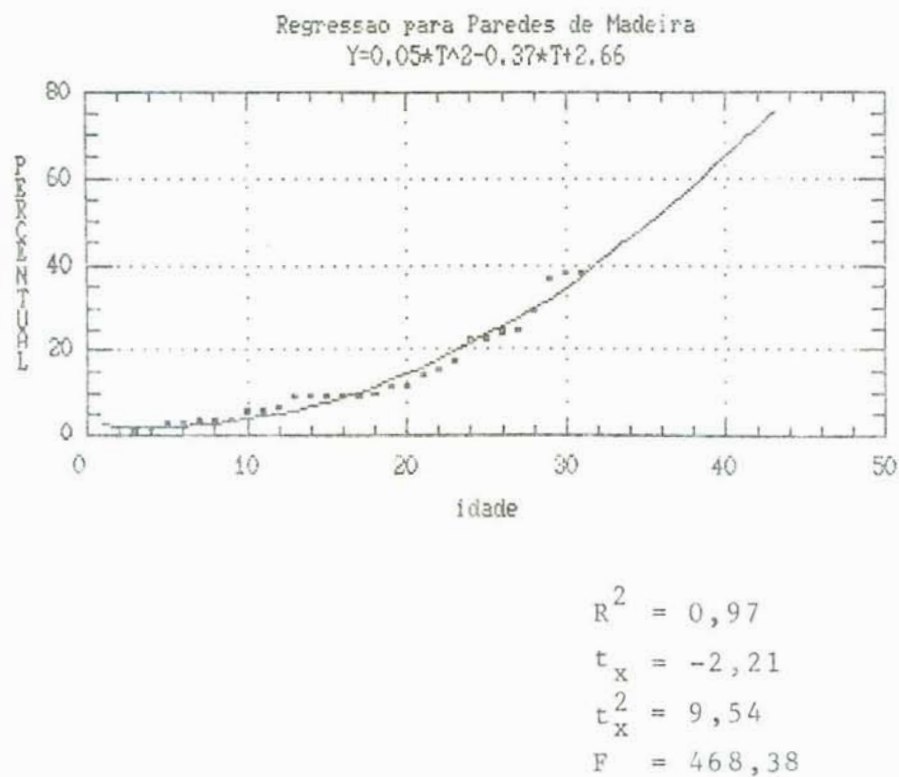


FIGURA 4.9 - Ajuste de regressão linear múltipla para paredes de madeira.

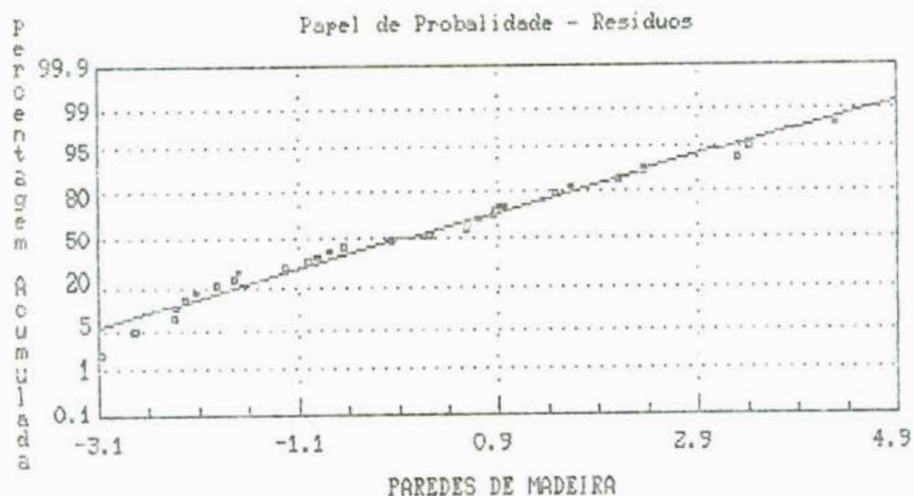


FIGURA 4.10 - Teste gráfico de normalidade dos resíduos (papel de probabilidade) para paredes de madeira.

A regressão múltipla de 2º grau apresentou melhor ajuste, sendo portanto adotada:

$$y = 0,05 t^2 - 0,37t + 2,66$$

A seguir procedeu-se o teste de normalidade dos resíduos e constância do erro (FIGURAS 4.10 e 4.11).

Pela equação determina-se que em 20 anos, 15,3% da área construída encontra-se com defeito, portanto para recuperar as paredes de madeira das escolas de Porto Alegre com idade de até 20 anos, teríamos:

$$A_T = 32325 \text{ m}^2$$

$$\%_{>20} = 15,3\%$$

$$\text{Custo/m}^2 = \text{UC}$$

$$\text{Custo}_{>20} = 32325 \times 0,153 \cdot \text{UC}$$

$$\text{Custo}_{>20} = 4.946 \text{ UC.}$$

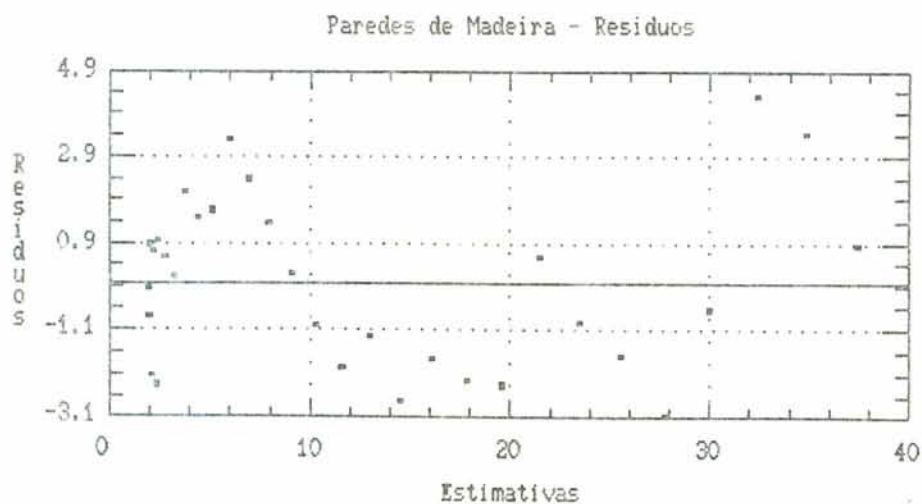


FIGURA 4.11 - Constância do erro padrão de estimativa para paredes de madeira.

4.4.1.2. Idade igual a 20 anos

Adotando-se a mesma equação tem-se:

$$\%_{20} = 15,3\%$$

$$\%_{19} = 13,7\%$$

$$A_T = 32325 \text{ m}^2$$

$$\text{Custo/m}^2 = \text{UC}$$

$$\text{Custo}_{20} = 32325 (0,153 - 0,137) \text{ UC}$$

$$\text{Custo}_{20} = 517 \text{ UC}$$

4.4.2. Equações de Degradação dos Componentes das Edificações Escolares

Baseando-se no modelo desenvolvido e no exemplo apresentado, foram determinadas as equações de degradação dos componentes da edificação, e calculadas as idades em que eles atingem alguns percentuais (5, 10, 20, 30, 40, 50%).

Com este procedimento pretende-se comparar o comportamento em uso dos componentes. Os resultados foram apresentados na TABELA 4.10.

TABELA 4.9 - Equações de degradação dos componentes da edificação e resumo de análise estatística.

Elemento	Componente	Idade em que são atingidos os percentuais						Equação de degradação	R	R ²	t	F
		5%	10%	20%	30%	40%	50%					
Fundações	Pilaretes Alicerces*	15,6	22,6	32,2	39,4	45,5	50,8	$y = 0,02t^2 - 0,05t + 0,94$	-	0,95	-	310,26
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos	Soalho	10,1	15,8	19,8	28,4	32,8	36,6	$y = 0,04t^2 - 0,17t + 2,5$	-	0,95	-	302,26
	Tacos	17,9	27,5	41,9	53,5	63,3	71,9	$y = 0,07t^2 - 0,20t - 0,90$	-	0,88	-	116,29
	Cerâmica	12,2	18,8	31,9	45,1	58,2	71,4	$y = -4,26 + 0,76t$	0,93	0,87	13,76	-
Paredes	Alv.aparente*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alv.revestida*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Madeira	11,5	16,4	22,7	27,4	31,3	34,7	$y = 0,05t^2 - 0,37t + 2,66$	-	0,97	-	468,34
Revestimentos	Reboco	15,1	19,2	25,0	29,5	33,6	36,9	$y = 0,05t^2 - 0,49t + 1,0$	-	0,95	-	274,78
	Azulejos	11,0	19,3	36,0	52,7	69,3	86,0	$y = -1,61 + 0,60t$	0,97	0,93	20,19	-
Pintura	Externa	5,0	13,0	29,7	46,3	63,0	79,6	$y = 2,2 + 0,60t$	0,98	0,95	23,10	-
	Interna	3,8	12,9	31,1	49,2	67,4	85,6	$y = 2,92 + 0,55t$	0,95	0,91	17,09	-

* não foi obtida equação com validade estatística

(continua)

Elemento	Componente	Idade em que são atingidos os percentuais						Equação de degradação	R	R ²	t	F
		5%	10%	20%	30%	40%	50%					
Esquadrias	Portas de madeira	10,3	15,9	27,0	38,1	49,2	60,3	$y = -4,3 + 0,86t$	0,98	0,96	-	27,10
	Portas de ferro*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Janelas de madeira	8,8	14,0	21,0	26,2	30,9	34,4	$y = 0,04t^2 + 0,02t + 1,92$	-	0,98	-	641,09
	Janelas de ferro	10,3	14,9	24,0	33,2	42,4	51,6	$y = -6,20 + 1,09t$	0,96	0,92	17,86	-
	Ferragens	4,0	6,0	10,0	13,9	17,9	21,8	$y = -5,20 + 2,53t$	0,99	0,98	43,18	-
	Vidros	9,6	16,2	29,4	42,5	55,7	68,8	$y = -2,32 + 0,76t$	0,97	0,94	21,81	-
Cobertura	Telhas cerâmicas	18,5	22,8	28,8	33,3	37,1	40,5	$y = 0,05t^2 - 0,90t + 4,53$	-	0,83	-	67,54
	Telhas fibro-cimento	9,2	14,6	22,6	27,9	32,9	37,2	$y = 0,03t^2 + 0,22t + 0,42$	-	0,96	-	370,91
	Forro macho-fêmea	13,2	18,5	25,4	30,6	34,9	38,7	$y = 0,04t^2 - 0,31t + 2,10$	-	0,98	-	702,80
	Forro Eucatex*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Calhas	12,3	16,4	22,2	26,7	30,4	33,8	$y = 0,05t^2 - 0,21t + 0,03$	-	0,95	-	291,26

(continua)

* não foi obtida equação com validade estatística

Elemento	Componente	Idade em que são atingidos os percentuais						Equação de degradação	R	R ²	t	F
		5%	10%	20%	30%	40%	50%					
Instalações elétricas	Chaves/tomadas e disjuntores	6,2	8,8	14,1	19,3	24,5	29,8	$y = -6,86 + 1,91t$	0,99	0,97	33,30	-
	Fios	13,3	23,3	43,3	63,3	83,3	103,3	$y = -1,64 + 0,50t$	0,97	0,93	19,92	-
	Caixas de medidores e disjuntores	10,1	17,8	38,2	48,6	63,9	79,3	$y = -1,56 + 0,65t$	0,97	0,94	21,06	-
Instalações hidráulicas	Canos hidráulicos	7,3	11,5	19,8	28,2	36,5	44,8	$y = -3,86 + 1,21t$	0,99	0,98	40,13	-
	Canos sanitários	11,7	21,7	41,7	61,7	81,7	101,7	$y = -0,85 + 0,51t$	0,98	0,96	25,85	-
	Louças	15,2	25,9	47,2	68,4	89,7	110,9	$y = -2,16 + 0,47t$	0,95	0,91	17,12	-
	Metais	7,1	11,2	19,6	27,9	36,2	44,6	$y = -3,49 + 1,21t$	0,98	0,95	23,95	-

É interessante salientar que as equações resultam em valores teóricos, sendo que alguns podem não ter significado real, por exemplo valores acima de 80 anos dificilmente são atingidos, pois provavelmente antes deste período, a edificação pode ter findado sua vida útil.

Outro aspecto a ser ressaltado é que alguns componentes apresentam equações com bons coeficientes de correlação e determinação, entretanto por sofrerem substituições ao longo da vida útil da edificação, não existe sentido em sua análise a partir de determinado período, como por exemplo pintura interna e externa acima de 10 anos.

4.4.2.1. Análise dos Resultados

Pretendendo comparar os resultados (TABELA 4.10) obtidos através das equações, bem como sugerir um percentual a ser tomado de base para a realização de serviços de manutenção, adotou-se o valor de 10% como parâmetro.

- fundações - os pilaretes atingem o valor estabelecido aos 22,6 anos, enquanto os alicerces não apresentaram validade estatística.

- pisos - os tacos apresentaram melhor desempenho, já que atingem 10% de defeitos aos 27,5 anos, enquanto nos soalhos e nos pisos cerâmicos este valor é atingido aos 15,8 e 18,8 anos respectivamente. É interessante salientar que embora estes 2 últimos componentes apresentem idades semelhantes para os percentuais mais baixos, a diferença entre eles é muito grande quando atingem o valor de 50%, ou seja, 36,6 e 71,4 anos, respectivamente.

- paredes - as paredes de alvenaria não apresentaram resultados estatísticos satisfatórios, enquanto as paredes de madeira atingem 10% aos 16,4 anos, além de ser possível observar uma semelhança bastante grande com os pisos de soalho.

• revestimento - observa-se que o reboco e os azulejos atingem 10% de defeitos em períodos iguais, entretanto nos percentuais maiores existe uma grande disparidade.

• pintura - verifica-se que tanto a pintura interna quanto a externa aos 13,0 anos atingem o percentual estabelecido. Embora a igualdade continue existindo para os percentuais mais elevados, não devem ser considerados por não terem validade, conforme analisado anteriormente.

• esquadrias - verifica-se que o percentual de 10% é atingido pelas portas de madeira aos 10,3 anos, enquanto as portas de ferro não apresentaram validade estatística. Em relação às janelas, verifica-se que as feitas em ferro alcançam este percentual aos 14,9 anos, portanto 0,9 anos após as janelas de madeira. Entretanto, verifica-se que esta tendência não se verifica nos percentuais mais elevados. Em relação as ferragens, o valor de 10% é atingido aos 6 anos, sendo este o menor período entre todos os demais componentes.

• cobertura - observa-se um melhor desempenho das telhas cerâmicas, já estas atingem 10% de defeitos aos 22,8 anos, enquanto as telhas de fibro-cimento o atingem aos 14,6 anos. Quanto aos forros, a alternativa de eucatex não apresentou validade estatística, enquanto nos forros em tábuas macho-fêmea observa-se comportamento semelhante aos demais componentes de tábuas (paredes e soalho), ou seja, o percentual de 10% é atingido antes dos 20 anos, e o valor de 50% aproximadamente aos 35 anos.

• instalações elétricas - verifica-se as chaves, tomadas e disjuntores que atingem o percentual estabelecido aos 8,8 anos, confirmando os altos índices de defeitos encontrados nos levantamentos.

• instalações hidráulicas - observa-se que as tubulações hidráulicas, juntamente com os metais atingem 10% de defeito aproximadamente aos 11 anos, enquanto nas tubulações sanitárias e louças este valor é alcançado após 20 anos.

É importante salientar que a adoção de um percentual (10%) visou apenas estabelecer um parâmetro de comparação do comportamento em uso entre as diversas alternativas, entretanto para a implantação de um sistema de manutenção preventiva, devem ser analisados percentuais menores, por exemplo 1%. Desta forma o sistema agirá quando a incidência das manifestações for mínima, evitando as suas propagações e conseqüente aumento de custos. A adoção de determinado percentual deve ser feito após a análise do custo de implantação e os benefícios obtidos, quer sejam financeiros ou sociais.

5. CONCLUSÕES

A manutenção de prédios públicos conforme analisado, envolve grandes montantes de recursos físicos e financeiros, evidenciando com isto a importância do desenvolvimento de sistemas de manutenção.

O processo proposto serve inicialmente de base metodológica para a implementação de sistemas de manutenção mais desenvolvidos e completos.

O levantamento de manifestações patológicas a partir de informações fornecidas pelos usuários mostrou ser um bom instrumento para a avaliação do estado de degradação dos edificações e seus componentes, tendo em vista os resultados obtidos, os quais representam de maneira bastante significativa a realidade encontrada nas escolas de Porto Alegre. As equações de degradação dos componentes em sua maior parte também se mostraram confiáveis, tendo em vista os parâmetros estatísticos apresentados.

Entre as deficiências deste estudo estão os questionários utilizados pois, embora os resultados tenham sido satisfatórios, apresentaram alguns aspectos negativos, dentre os quais podem ser citados: omissão de informações importantes em relação a aspectos de segurança estrutural dos prédios; muitos itens redundantes ou relação de componentes com pouca importância no desempenho dos prédios; muito extenso, fazendo com que tornasse consativo o seu preenchimento, ocasionando erros e conseqüentemente anulação de diversos questionários. Como sugestão para a simplificação pode ser adotado um questionário similar à matriz-resumo proposta (Anexo III).

Para que os resultados apresentem uma confiabilidade ainda maior, pode ser sugerido o preenchimento dos questionários (nos novos moldes propostos) por pessoas com maior conhecimento técnico, tais como estagiários ou técnicos dos órgãos públicos encarregados de manutenção de prédios. Outra possibi-

lidade seria manter o preenchimento ao encargo dos usuários, sendo entretanto elaborado um roteiro relacionando os principais elementos e componentes da edificação e os defeitos que ocorrem com maior frequência, além de explicar de forma resumida suas formas de manifestações. Paralelamente à distribuição dos questionários e roteiros, poderiam ser realizadas reuniões ou palestras visando esclarecer possíveis dificuldades.

Estes procedimentos visando obter maior confiabilidade se justificam, a partir do momento em que os resultados obtidos sejam utilizados para a implementação de sistemas de manutenção de prédios públicos pelos órgãos responsáveis, pois quanto mais confiável for o sistema, melhor será a alocação de recursos, melhores serão as condições de conservação dos prédios, já que os defeitos serão corrigidos logo de seu surgimento. Estes fatos que contribuem para a diminuição dos gastos de manutenção, além de manterem os prédios públicos cumprindo as funções sociais a eles destinadas.

Os resultados obtidos a partir do levantamento evidenciaram a importância da pintura, já que este elemento é responsável por 39,5% dos custos orçados para manutenção, além de apresentar Índice de Importância (I.I.) superior à soma dos índices dos demais elementos. Estes fatos confirmam as afirmações feitas, que possivelmente a recuperação das pinturas só é realizada quando se encontram em elevado estado de degradação.

Os componentes de madeira (paredes, soalhos e forros) apresentaram manifestações semelhantes no levantamento de incidência, destacando o apodrecimento e ação de cupins, o que indica ausência de tratamento da madeira durante a execução, bem como manutenção durante a vida útil dos prédios.

Ainda em relação aos componentes de madeira, observou-se que as curvas de degradação se assemelham, indicando que o valor de 50% de defeitos é atingido aproximadamente aos 35 anos, valor que pode ser adotado para a vida útil destes componentes.

Em relação a comparação de custos entre os sistemas construtivos (madeira e alvenaria), verifica-se que as maiores diferenças entre as participações percentuais dos elementos ocorrem quando estes variam juntamente com o sistema construti-

vo adotado. Exemplificando, podem ser analisadas as paredes, pois elas representam 14,9% dos custos de manutenção em prédios de madeira, enquanto nos prédios de alvenaria este valor é 1,5%.

A seguir são sugeridos alguns estudos que complementam este trabalho ou contribuem para o desenvolvimento do tema Manutenção de Prédios Públicos:

- Ajuste das curvas de degradação dos componentes, a partir das modificações sugeridas para os questionários.

- Determinação das curvas de desempenho dos componentes, visando a seleção e utilização dos que apresentem maior durabilidade e melhor desempenho econômico.

- Desenvolvimento de estudo semelhante a outros tipos de prédios públicos (centros de saúde, bibliotecas, presídios, etc.).

- Análise da influência dos serviços de manutenção realizados ou não, nos resultados obtidos.

- Desenvolvimento de estudos técnicos e econômicos visando a utilização de tintas que apresentem melhor comportamento em uso, quando expostas as condições específicas das escolas.

- Determinação das relações componente/m² adotadas neste trabalho, visando a apropriação real de custos.

- Implementação do sistema de manutenção proposto em programas computacionais.

Finalizando, espera-se que este estudo tenha alertado para a importância de um sistema de manutenção, pois além da melhoria das condições dos prédios públicos e diminuição dos custos, um sistema de manutenção impede que um prédio deixe de cumprir a função social a ele destinada.

Entretanto deve ser salientado que para a melhoria dos níveis de manutenção, o surgimento dos defeitos devem ser atacados em sua origem, ou seja, o processo construtivo. Um maior controle de qualidade entre as diversas etapas permitirá que haja uma real melhoria na qualidade das edificações.

A N E X O I

LISTA DE ESCOLAS UTILIZADAS NO
LEVANTAMENTO DE INCIDÊNCIAS

Page No. 1
01/22/88

ESCOLAS DE PORTO ALEGRE UTILIZADAS NO ESTUDO

NOME	ANO TIPO	AREA (m2)
CUSTODIO DE MELLO 1	55 BRIZOLETA	263
ROQUE GONZALES 1	55 BRIZOLETA	154
ODILA DA FONSECA 4	55 TIJOLO REVESTIDO	1304
FABIOLA PINTO DORNELES 1	56 BRIZOLETA	181
FABIOLA PINTO DORNELES 2	56 BRIZOLETA	71
SANTOS DUMONT 4	56 BRIZOLETA	175
SANTOS DUMONT 5	56 BRIZOLETA	175
ARAGUAIA 2	57 BRIZOLETA	151
BAEPENDI 1	57 BRIZOLETA	151
BRASILIA 1	57 BRIZOLETA	541
BRASILIA 2	57 BRIZOLETA	541
COELHO NETO 1	57 BRIZOLETA	205
COELHO NETO 2	57 BRIZOLETA	205
ERNESTO TOCCHETTO 1	57 BRIZOLETA	271
FERNANDO FERRARI 1	57 BRIZOLETA	137
JERONIMO DE ALBUQUERQUE 1	57 BRIZOLETA	277
JERONIMO DE ALBUQUERQUE 2	57 BRIZOLETA	263
JERONIMO DE ALBUQUERQUE 3	57 BRIZOLETA	263
JERONIMO DE ALBUQUERQUE 4	57 BRIZOLETA	141
JOSE LOUREIRO DA SILVA 1	57 BRIZOLETA	190
PRUDENTE DE MORAIS 1	57 BRIZOLETA	237
ROBERTO LANDELL DE MOURA 3	57 BRIZOLETA	209
ANA NERI 2	58 BRIZOLETA	273
AURELIO REIS 1	58 BRIZOLETA	90
AURELIO REIS 2	58 BRIZOLETA	85
GENERAL NETO	58 BRIZOLETA	195
GENERAL SAMPAIO	58 BRIZOLETA	290
MACHADO DE ASSIS 2	58 BRIZOLETA	296
MIGUEL JOSE PEREIRA 1	58 BRIZOLETA	297
OSORIO DUQUE ESTRADA 4	58 BRIZOLETA	107
OSVALDO ARANHA 2	58 BRIZOLETA	151
RAFAELA REMIAO 3	58 BRIZOLETA	259
ROBERTO LANDELL DE MOURA 1	58 BRIZOLETA	263
RODOLFO AHRONS 1	58 BRIZOLETA	190
RODOLFO AHRONS 2	58 BRIZOLETA	190
SOLIMÕES 1	58 BRIZOLETA	210
VERA CRUZ 1	58 BRIZOLETA	207
VERA CRUZ 2	58 BRIZOLETA	207
INACIO MONTANHA 1	58 TIJOLO REVESTIDO	1444
PAULINA NORESCO	58 TIJOLO REVESTIDO	259
ERNESTO TOCCHETTO 2	59 BRIZOLETA	285
3 DE OUTUBRO	60 BRIZOLETA	103
3 DE OUTUBRO 2	60 BRIZOLETA	115
ANA NERI 3	60 BRIZOLETA	152
CORONEL VILAGRAN	60 MADEIRA	162
PAROBE 1	60 TIJOLO REVESTIDO	4212
PAROBE 3	60 TIJOLO REVESTIDO	6850
ANA NERI 1	61 BRIZOLETA	124
BAEPENDI 2	61 BRIZOLETA	151
COELHO NETO 6	61 BRIZOLETA	280
CORREIA LIMA	62 BRIZOLETA	353

ESCOLAS DE PORTO ALEGRE UTILIZADAS NO ESTUDO

NOME	ANO TIPO	AREA(m2)
FERNANDO FERRARI 2	62 BRIZOLETA	332
FRANCISCO DE LIMA E SILVA 1	62 BRIZOLETA	190
FRANCISCO DE LIMA E SILVA 2	62 BRIZOLETA	190
MIGUEL JOSE PEREIRA 2	62 BRIZOLETA	248
OSVALDO ARANHA 3	62 BRIZOLETA	272
OSVALDO ARANHA 4	62 BRIZOLETA	141
PIAUI 1	62 BRIZOLETA	273
ROQUE GONZALES 3	62 BRIZOLETA	142
VISCONDE DO RIO GRANDE 5	62 BRIZOLETA	273
MARTINS RAMOS	62 TIJOLO REVESTIDO	480
AURELIO REIS 3	63 BRIZOLETA	65
MACHADO DE ASSIS 1	63 BRIZOLETA	257
MARIA THEREZA DA SILVEIRA 2	63 BRIZOLETA	264
MARIA THEREZA DA SILVEIRA 3	63 BRIZOLETA	272
FABIOLA PINTO DORNELES 3	63 TIJOLO REVESTIDO	484
MARIA JOSE MABILDE	63 TIJOLO REVESTIDO	68
ALM BACELAR 1	64 BRIZOLETA	72
COELHO NETO 4	64 BRIZOLETA	205
HENRIQUE FARJAT 1	64 BRIZOLETA	205
ODILA DA FONSECA 5	64 BRIZOLETA	154
OSCAR PEREIRA 1	64 BRIZOLETA	160
PIAUI 2	65 MADEIRA	273
PIAUI 3	65 MADEIRA	270
PIAUI 4	65 MADEIRA	270
BAHIA 1	65 TIJOLO REVESTIDO	383
EDUARDO GOMES	65 TIJOLO REVESTIDO	310
JULIO DE CASTILHOS 1	65 TIJOLO REVESTIDO	3258
SOLIMÕES 2	66 MADEIRA	190
JOSE FEIJO	66 TIJOLO REVESTIDO	442
RUBEM BERTA	66 TIJOLO REVESTIDO	1765
MARINA MARTINS DE SOUZA 1	67 MADEIRA	245
MIGUEL JOSE PEREIRA 3	67 MADEIRA	140
MIGUEL JOSE PEREIRA 4	67 MADEIRA	172
PRUDENTE DE MORAIS 2	67 MADEIRA	128
ROQUE GONZALES 4	67 TIJOLO A VISTA	28
JOSE CARLOS FERREIRA 1	67 TIJOLO REVESTIDO	999
JOSE CARLOS FERREIRA 2	67 TIJOLO REVESTIDO	666
EVA CARMINATTI 2	68 MADEIRA	80
GREMIO NAUTICO UNIAO	68 MADEIRA	250
OSORIO DUQUE ESTRADA 3	68 MADEIRA	215
OSORIO DUQUE ESTRADA 5	68 MADEIRA	273
ROBERTO LANDELL DE MOURA 2	68 MADEIRA	150
D. JOAO BECKER	68 TIJOLO REVESTIDO	4668
LEOPOLDA BARNEWITZ	68 TIJOLO REVESTIDO	1225
ODILA DA FONSECA 1	68 TIJOLO REVESTIDO	980
ODILA DA FONSECA 2	68 TIJOLO REVESTIDO	450
PADRE RAMBO	68 TIJOLO REVESTIDO	1054
RECANTO DA ALEGRIA	68 TIJOLO REVESTIDO	1640
SANTA LUZIA	68 TIJOLO REVESTIDO	356
JOSE DO PATROCINIO 1	69 MADEIRA	160
JULIO DE CASTILHOS 2	69 TIJOLO REVESTIDO	995

ESCOLAS DE PORTO ALEGRE UTILIZADAS NO ESTUDO

NOME	ANO TIPO	AREA (m2)
PADRE LEO 1	69 TIJOLO REVESTIDO	1380
FLORINDA TUBINO 3	70 MADEIRA	87
JOSE DO PATROCINIO 3	70 MADEIRA	210
JOSE DO PATROCINIO 5	70 MADEIRA	240
MOTTA E SILVA	70 MADEIRA	189
EUCLIDES DA CUNHA	70 TIJOLO A VISTA	2160
HUMAITA 1	70 TIJOLO A VISTA	490
LUCIANA DE ABREU 1	70 TIJOLO A VISTA	650
OLEGARIO MARIANO 1	70 TIJOLO A VISTA	990
OLEGARIO MARIANO 2	70 TIJOLO A VISTA	990
HEROPHILO DE AZAMBUJA	70 TIJOLO REVESTIDO	340
INFANTE D. HENRIQUE	70 TIJOLO REVESTIDO	1718
MONSENHOR LEOPOLDO HOFF 3	70 TIJOLO REVESTIDO	800
PAROBE 2	70 TIJOLO REVESTIDO	819
SANTOS DUMONT 2	70 TIJOLO REVESTIDO	512
SANTOS DUMONT 1	70 TIJOLO REVESTIDO	512
ARAGUAIA 1	71 MADEIRA	104
JOSE DO PATROCINIO 2	71 MADEIRA	210
VIOLETA MAGALHAES 1	71 MADEIRA	700
VISCONDE DO RIO GRANDE 2	71 MADEIRA	106
ANA NERI 3	72 MADEIRA	294
FRANCISCO DE LIMA E SILVA 3	72 MADEIRA	210
OSCAR PEREIRA 2	72 MADEIRA	160
LUCIANA DE ABREU 2	72 TIJOLO A VISTA	600
PADRE LEO 2	72 TIJOLO REVESTIDO	103
OSVALDO ARANHA 1	73 MADEIRA	151
PRUDENTE DE MORAIS 3	73 MADEIRA	135
SARMENTO LEITE 1	73 MADEIRA	256
SARMENTO LEITE 2	73 MADEIRA	256
HUMAITA 2	73 TIJOLO A VISTA	450
PARANA	73 TIJOLO A VISTA	1570
MATIAS DE ALBUQUERQUE	73 TIJOLO REVESTIDO	223
ALM BACELAR 2	74 MADEIRA	295
ALM BACELAR 3	74 MADEIRA	279
ALBERTO TORRES 1	74 TIJOLO A VISTA	330
ALBERTO TORRES 2	74 TIJOLO A VISTA	286
OTAVIO ROCHA 1	74 TIJOLO A VISTA	1145
OTAVIO ROCHA 2	74 TIJOLO A VISTA	920
VISCONDE DO RIO GRANDE 4	74 TIJOLO REVESTIDO	103
CIDADE JARDIM 2	75 MADEIRA	145
CIDADE JARDIM 3	75 MADEIRA	160
COELHO NETO 5	75 MADEIRA	253
LANGENDONCK	75 MADEIRA	307
OSCAR PEREIRA 3	75 MADEIRA	120
SYLVIO TORRES	75 MADEIRA	278
EVA CARMINATTI 4	75 TIJOLO REVESTIDO	340
JULIO DE CASTILHOS 3	75 TIJOLO REVESTIDO	100
COELHO NETO 7	76 MADEIRA	143
CUSTODIO DE NELLO 2	76 MADEIRA	102
OSORIO DUQUE ESTRADA 2	76 MADEIRA	139
OSVALDO ARANHA 5	76 MADEIRA	195

ESCOLAS DE PORTO ALEGRE UTILIZADAS NO ESTUDO

NOME	ANO TIPO	AREA(m2)
PADRE REUS 1	76 MADEIRA	226
PADRE REUS 2	76 MADEIRA	226
VIOLETA MAGALHAES 2	76 MADEIRA	705
VISCONDE DO RIO GRANDE 3	76 MADEIRA	104
ALBERTO TORRES 4	76 TIJOLO A VISTA	300
PORTO ALEGRE 1	76 TIJOLO A VISTA	879
PORTO ALEGRE 2	76 TIJOLO A VISTA	879
FLORINDA TUBINO 1	76 TIJOLO REVESTIDO	2539
FRANCISCO DE LIMA E SILVA 4	77 MADEIRA	230
JOSE LOUREIRO DA SILVA 2	77 MADEIRA	230
OSCAR PEREIRA 4	77 MADEIRA	400
RAFAELA REMIAO 2	77 MADEIRA	228
AFONSO EMILIO MASSOT 1	77 TIJOLO A VISTA	319
AFONSO EMILIO MASSOT 2	77 TIJOLO A VISTA	319
AFONSO EMILIO MASSOT 3	77 TIJOLO A VISTA	319
AFONSO EMILIO MASSOT 4	77 TIJOLO A VISTA	319
ELADIO FERREIRA PAES 1	77 TIJOLO A VISTA	700
ELADIO FERREIRA PAES 2	77 TIJOLO A VISTA	700
ELADIO FERREIRA PAES 3	77 TIJOLO A VISTA	700
ELADIO FERREIRA PAES 4	77 TIJOLO A VISTA	700
OTAVIO ROCHA 3	77 TIJOLO A VISTA	1766
RAUL PILLA 1	77 TIJOLO A VISTA	256
RAUL PILLA 2	77 TIJOLO A VISTA	454
RAUL PILLA 3	77 TIJOLO A VISTA	133
RAUL PILLA 4	77 TIJOLO A VISTA	420
RAUL PILLA 5	77 TIJOLO A VISTA	731
ERICO VERISSIMO	77 TIJOLO REVESTIDO	3496
SANTA RITA DE CASSIA 1	78 TIJOLO A VISTA	330
ALM BACELAR 4	79 MADEIRA	263
COELHO NETO 3	79 MADEIRA	156
CUSTODIO DE MELLO 3	79 MADEIRA	263
GUSTAVO ARMBRUST 1	79 MADEIRA	211
MARIA THEREZA DA SILVEIRA 1	79 MADEIRA	154
OSCAR PEREIRA 5	79 MADEIRA	80
ODILA DA FONSECA 3	79 TIJOLO REVESTIDO	1021
FLORINDA TUBINO 2	80 MADEIRA	50
LOMBA DO PINHEIRO	80 MADEIRA	290
OSCAR PEREIRA 6	80 MADEIRA	40
JOSE CARLOS FERREIRA 3	80 TIJOLO A VISTA	328
EVA CARMINATTI 1	80 TIJOLO REVESTIDO	132
EVA CARMINATTI 3	80 TIJOLO REVESTIDO	266
MARINA MARTINS DE SOUZA 2	81 MADEIRA	230
OSORIO DUQUE ESTRADA 1	81 MADEIRA	139
ALBERTO TORRES 3	81 TIJOLO A VISTA	360
ALBERTO TORRES 5	81 TIJOLO A VISTA	360
GABRIELA MISTRAL 1	81 TIJOLO A VISTA	653
GABRIELA MISTRAL 2	81 TIJOLO A VISTA	653
GABRIELA MISTRAL 3	81 TIJOLO A VISTA	326
GABRIELA MISTRAL 4	81 TIJOLO A VISTA	72
INACIO MONTANHA 2	81 TIJOLO REVESTIDO	820
VISCONDE DO RIO GRANDE 1	81 TIJOLO REVESTIDO	653

Page No. 5
01/22/88

ESCOLAS DE PORTO ALEGRE UTILIZADAS NO ESTUDO

NOME	ANO TIPO	AREA (m2)
HUMAITA 3	82 MADEIRA	220
LIDIA MOSCHETTI 2	82 MADEIRA	295
LIDIA MOSCHETTI 3	82 MADEIRA	295
PRUDENTE DE MORAIS 4	82 MADEIRA	200
THEREZA NORONHA DE CARVALHO	82 MADEIRA	213
OLEGARIO MARIANO 3	82 TIJOLO A VISTA	646
ALVARENGA PEIXOTO 1	82 TIJOLO REVESTIDO	360
CIDADE JARDIM 1	82 TIJOLO REVESTIDO	180
MONSENHOR LEOPOLDO HOFF 1	82 TIJOLO REVESTIDO	653
MONSENHOR LEOPOLDO HOFF 2	82 TIJOLO REVESTIDO	653
ALVARENGA PEIXORO 2	83 MADEIRA	194
ANITA GARIBALDI	83 MADEIRA	194
AURELIO REIS 4	83 MADEIRA	80
GUSTAVO ARMBRUST 2	83 MADEIRA	157
LOMBA DO PINHEIRO 2	83 MADEIRA	290
MACHADO DE ASSIS 3	83 MADEIRA	287
OSORIO DUQUE ESTRADA 6	83 MADEIRA	278
PAUL HARRIS 1	83 MADEIRA	157
PAUL HARRIS 2	83 MADEIRA	70
JOSE DO PATROCINIO 7	83 TIJOLO A VISTA	120
PORTO ALEGRE 3	83 TIJOLO A VISTA	189
ALM BACELAR 5	84 MADEIRA	211
ALVARENGA PEIXOTO 3	84 MADEIRA	194
ANA NERI 4	84 MADEIRA	263
BAHIA 2	84 MADEIRA	235
GUSTAVO ARMBRUST 3	84 MADEIRA	286
HENRIQUE FARJAT 2	84 MADEIRA	126
JOSE DO PATROCINIO 6	84 MADEIRA	120
JOSE LOUREIRO DA SILVA 3	84 MADEIRA	190
LIDIA MOSCHETTI 1	84 MADEIRA	210
SANTA RITA DE CASSIA 2	84 MADEIRA	230
SOLIMÕES 3	84 MADEIRA	170
VIOLETA MAGALHAES 3	84 MADEIRA	705
ANA NERI 5	85 MADEIRA	152
JERONIMO DE ALBUQUERQUE 5	85 MADEIRA	130
JOSE DO PATROCINIO 4	85 TIJOLO A VISTA	120
PARAIBA 1	85 TIJOLO A VISTA	320
PARAIBA 2	85 TIJOLO A VISTA	268
PARAIBA 3	85 TIJOLO A VISTA	214
*** Total ***		

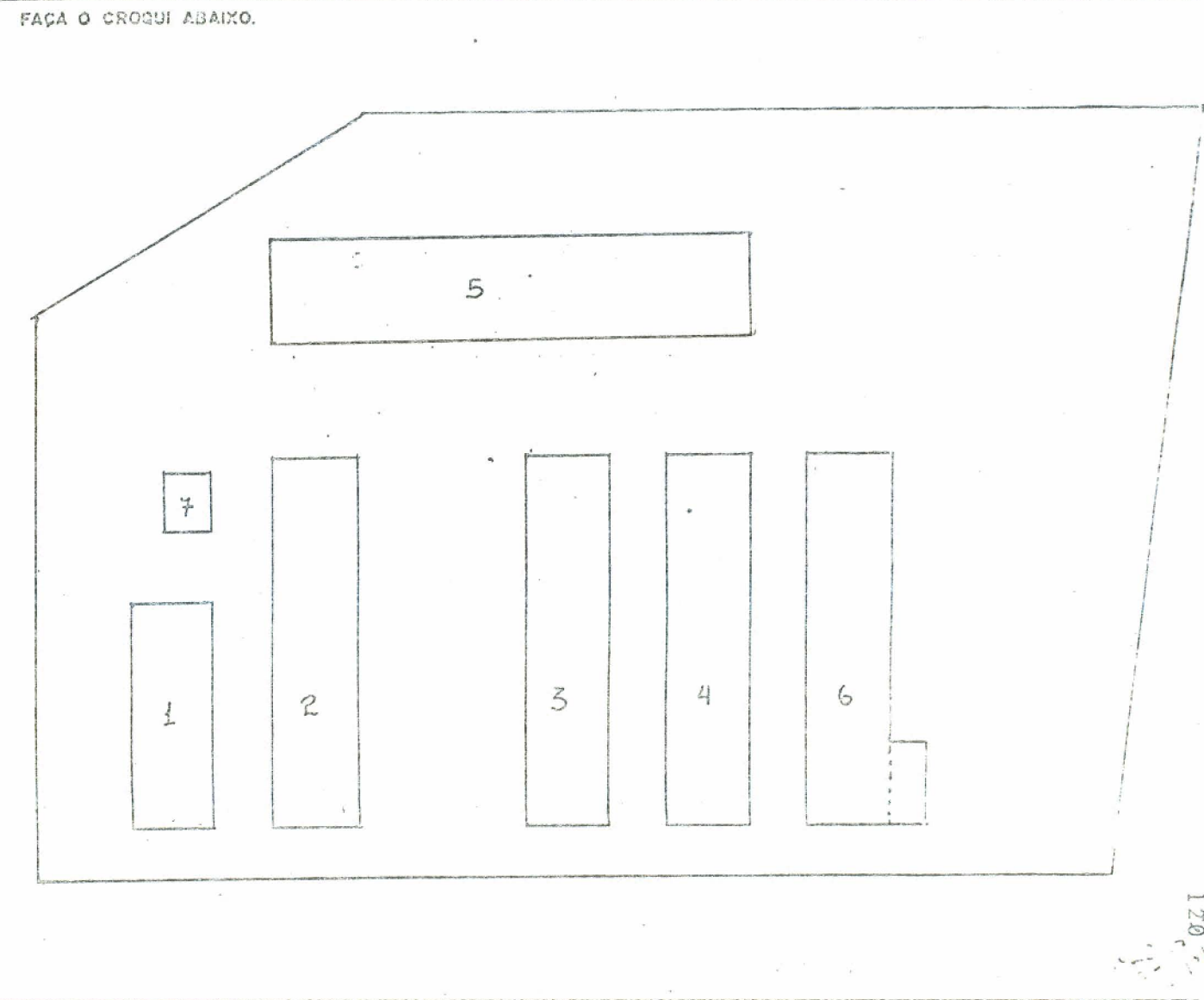
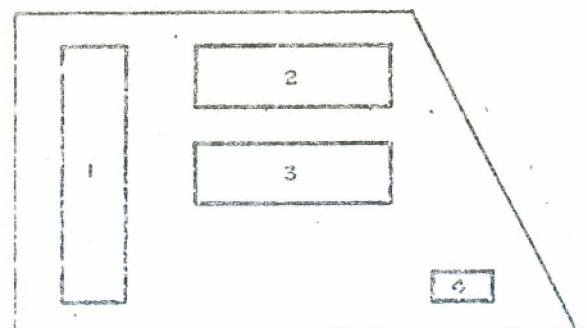
109945

A N E X O I I

QUESTIONÁRIO UTILIZADO NO
LEVANTAMENTO DE INCIDÊNCIAS

C. D. O.	NOME: <i>Esq. Fátima de 19 Grau Almirante Bessler</i>	FONE: <i>—</i>	FICHA DE INFORMAÇÃO	ANO 1978
C. P. C.	END: <i>Av Protásio Alves, 13097</i>	BARRIO: <i>Passo Dornelles</i>		

CROQUI DO TERRENO E LOCALIZAÇÃO DOS BLOCOS.
FAÇA UM CROQUI DO TERRENO, LOCALIZE OS BLOCOS, ARUA COM O NOME E NUMERE OS BLOCOS.
EXEMPLO:



S. D. O. NOME: E. E. 1º G. Almirante Bacelar FONE: AÑO 1965
 S. E. C. END.: Av. Protásio Alves, 13097 BAIRRO: Passo Dornelles FICHA DE INFORMAÇÕES

01 INFORMAÇÕES SOBRE O TERRENO		03 ADASTECIMENTO D'AGUA		4.3 QUANTIDADE DE LÂMPADAS		08 CANCHAS DE ESPORTE		12 CERCAMENTO DO TERRENO	
UNIÃO <input type="checkbox"/>		3.1 TIPO		FLUORESCENTES <input type="checkbox"/> 10		SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/>		SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	
11 PROPRIEDADE		REDE PÚBLICA <input checked="" type="checkbox"/>		INCANDESCENTES <input type="checkbox"/> 202		PAVIMENTADAS		TELA <input checked="" type="checkbox"/>	
ESTADO <input checked="" type="checkbox"/>		POÇO ARTESIANO <input type="checkbox"/>		03 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS		SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/>		ARAME <input type="checkbox"/>	
MUNICÍPIO <input type="checkbox"/>		POÇO DOMÉSTICO <input type="checkbox"/>		NO PRÉDIO <input checked="" type="checkbox"/>		09 MASTRO DE BANDEIRA		CERCA DE TÍTULO <input type="checkbox"/>	
PARTICULAR <input type="checkbox"/>		VERTENTE <input type="checkbox"/>		BLOCO ISOLADO <input type="checkbox"/>		SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		MADEIRA <input type="checkbox"/>	
12 ÁREA DO TERRENO <input type="checkbox"/> 6.318,90 m ²		CARRO PIPA <input type="checkbox"/>		LATRINA <input type="checkbox"/>		10 CASA OU APTO. ZELADOR		CONCRETO <input type="checkbox"/>	
PLANA <input checked="" type="checkbox"/>		CISTERNA <input type="checkbox"/>		06 REDE DE ESGOTO LIGADA A		SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		GRADE FERRO <input type="checkbox"/>	
13 TOPOGRAFIA		NENHUM <input type="checkbox"/>		REDE PÚBLICA <input type="checkbox"/>		11 BOTIJÕES DE GÁS		MADEIRA <input type="checkbox"/>	
POUCO INCLIN <input type="checkbox"/>		3.2 HÁ FALTA D'AGUA		FOSSA <input checked="" type="checkbox"/>		NA COZINHA <input type="checkbox"/> 02		MOINÇOS DE CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/>	
ACIDENTADA <input type="checkbox"/>		SIM <input type="checkbox"/>		POÇO NEGRO <input checked="" type="checkbox"/>		ÁREA INTERNA <input type="checkbox"/>		CANOS <input type="checkbox"/>	
14 HÁ OUTRO TERRENO PARA TRANSFERIR A ESCOLA		NÃO <input checked="" type="checkbox"/>		07 PÁTIOS		ABRIGO DE GÁS <input type="checkbox"/>		FERRO <input checked="" type="checkbox"/>	
SIM <input type="checkbox"/>		04 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		PASSEIOS PAVIMENTADOS		NO TEMPO <input type="checkbox"/> 04		TELHA <input type="checkbox"/>	
NÃO <input checked="" type="checkbox"/>		4.1 NO PRÉDIO		SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		OUTRO LOCAL <input type="checkbox"/>		PORTÕES DE MADEIRA <input type="checkbox"/>	
PRÓPRIO <input checked="" type="checkbox"/>		SIM <input checked="" type="checkbox"/>		SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		13KG <input type="checkbox"/> 03		TELHA <input type="checkbox"/>	
ALUGADO <input type="checkbox"/>		NÃO <input type="checkbox"/>		PÁTIOS PAVIMENTADOS		DE 45KG <input type="checkbox"/> 04			
CEDIDO <input type="checkbox"/>		4.2 REDE DE FRENTE		SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/>		OUTRO <input type="checkbox"/>			
CONTRATO COMODATO <input type="checkbox"/>		SIM <input checked="" type="checkbox"/>		A ESCOLA <input type="checkbox"/>					
OUTRO <input type="checkbox"/>		NÃO <input type="checkbox"/>							

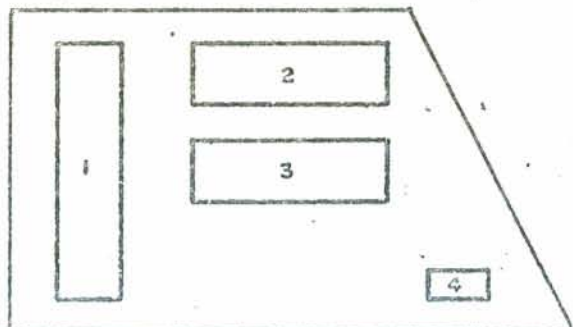
INFORMAÇÕES GERAIS DOS BLOCOS DO ESTABELECIMENTO																					
BLOCO	TIPO DE PAREDE (MARCAR COM X)					Nº DE PAVIM.	ÁREA DE CONSTRUÇÃO	ANO CONSTRUÇÃO	TIPO TELHA	TEM CALHAST	Nº DE SALAS AULA		CAPACIDADE MÁXIMA DE ALUNOS POR BLOCO		Nº DE SALAS ESPECIAIS	Nº DE VASOS SANITÁRIOS				TÉCNICAS	
	ALVENARIA	MADEIRA	MADEIRA E CHAPAS	METAL	FIBRA DE VIDRO						NORMAIS	ADAPTADAS	SAL. NORMAIS	SAL. ADAPTADAS		MUNDO	ALUNAS	URLE	FUNC	MASC	FEM
1	-	X	-	-	-	1	72,36	1964	OC	NÃO	03	02	104	-	-	00	00	-	-	-	-
2	-	X	-	-	-	1	278,6	1969	OC	NÃO	04	01	160	-	-	03	04	-	-	-	-
3	-	X	-	-	-	1	278,6	1974	OC	NÃO	04	03	160	-	-	00	00	01	01	-	-
4	-	X	-	-	-	1	294,69	1974	OC	NÃO	00	-	-	-	01	03	04	-	-	-	-
5	-	X	-	-	-	1	262,5	1979	OC	NÃO	04	01	160	-	01	01	01	-	-	-	-
6	-	X	-	-	-	1	211,77	1984	OC	NÃO	04	01	144	-	-	01	01	-	-	-	-
7	-	X	-	-	-	1	42,48	-	F	NÃO	00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8																					
9																					
10																					

Convencão - Telhas:
 C = BARRITO CANOA OC = ONDULADA CIMENTO AMIANTO
 F = " " FRANCESA O = OUTROS TIPOS CIMENTO AMIANTO
 M = METAL R = OUTRAS

S. D. O.	NOME: <u>Ese. Est. de 1ª Grau Almirante Bacelar</u>	FONE: <u>—</u>	FICHA DE INFORMAÇÃO	ANO
C. F. C.	END: <u>Av. Protásio Alves, 13097</u>	BAIRRO: <u>Fasso Dornelles</u>		1985

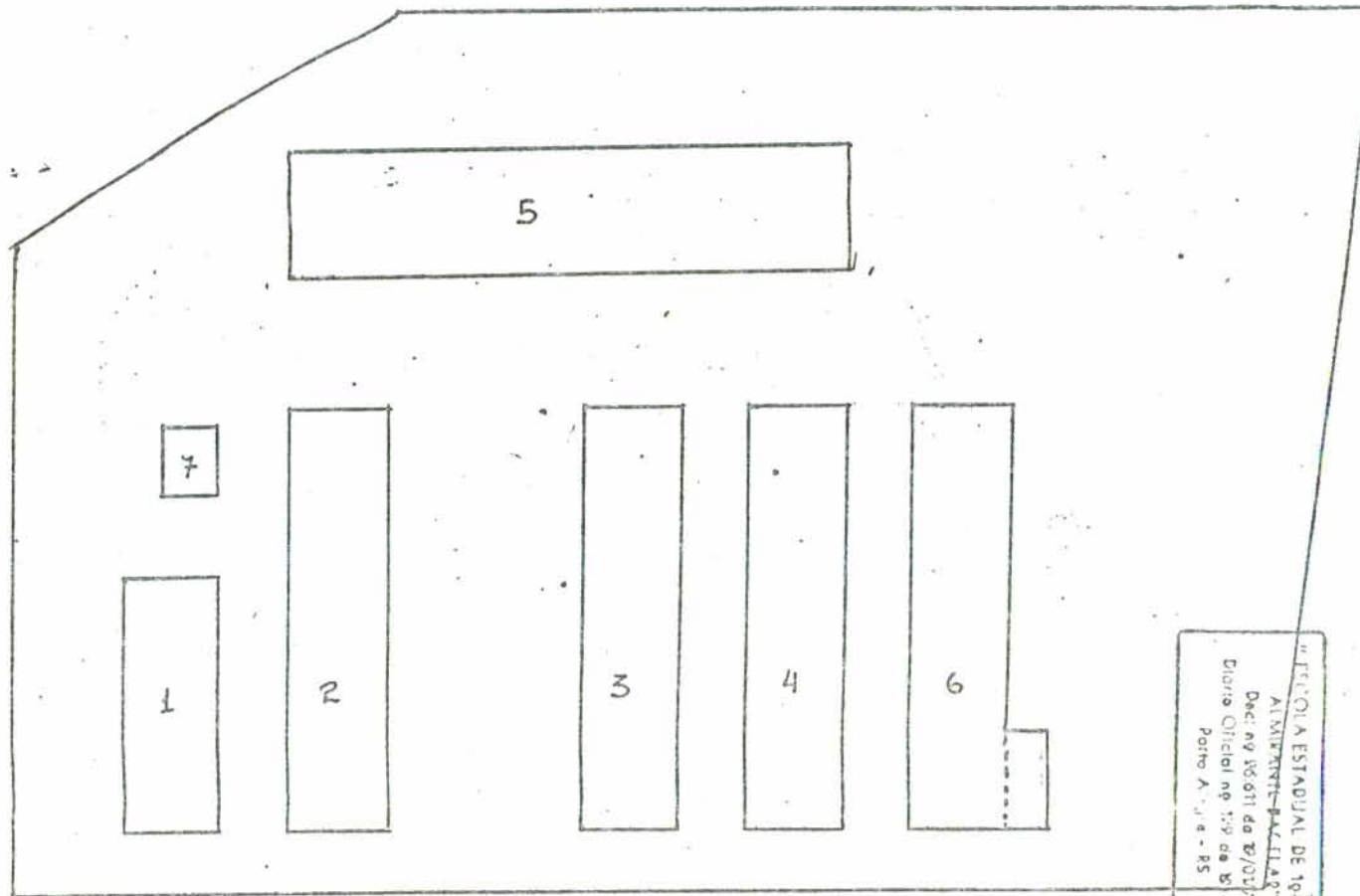
CROQUI DO TERRENO E LOCALIZAÇÃO DOS BLOCOS.
 FAÇA UM CROQUI DO TERRENO, LOCALIZE OS BLOCOS, ARUA
 COM O NOME E NUMERE OS BLOCOS.

EXEMPLO:



RUA BRUNO AGNES

FAÇA O CROQUI ABAIXO.



ESCOLA ESTADUAL DE 1ª GRAU
 ALMIRANTE BACELAR
 Doc. n.º 25.471 de 19/04/78
 Diário Oficial n.º 129 de 19/04/78
 Porto Alegre - RS

578
 18.12.85.

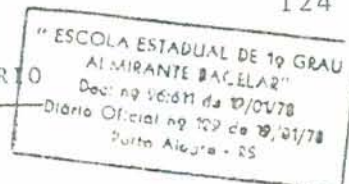
Os formulários anexos fazem parte de um projeto de pesquisa amplo, envolvendo a SDO/RS e a UFRGS, que tem por objetivo melhorar a qualidade dos prédios públicos, seja pela seleção de projetos mais adequados e duráveis como pela implantação de uma manutenção planejada, que evite que os prédios decomponham-se em uso.

Neste estudo de avaliação é fundamental o preenchimento destes formulários por parte das escolas, principalmente porque o usuário é o participante mais capacitado a indicar os problemas dos prédios. A qualidade das informações depende do esforço despendido pelas escolas. Esta qualidade irá refletir-se na forma e na velocidade com que modificações serão introduzidas no processo de construção e manutenção de prédios escolares, que virão em benefício das escolas.

UFRGS e SDO/RS

Novembro, 1985

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO



Para o preenchimento do formulário em anexo são dadas abaixo algumas instruções com a finalidade de esclarecer o tipo de informação que é requerido.

A análise dos defeitos dos prédios está individualizada por bloco. Portanto, para a avaliação de cada item deve se considerar cada bloco como um conjunto inteiro.

A numeração dos blocos no formulário deve seguir a numeração do croqui anexo.

Dentro dos itens do formulário existem espaços abertos para o usuário relatar problemas que não tenham sido mencionados. Estes espaços devem ser preenchidos, se necessário, identificando o problema e avaliando sua intensidade.

Para a avaliação da ocorrência e intensidade dos problemas o formulário deve ser preenchido com a seguinte convenção:

- Quadro com traço, se não existir o item no bloco. Este formulário é bastante discriminado, relacionando itens que inclusive não existem em todos blocos de todas escolas. No caso de não existir o item, preencha o quadro com um pequeno traço.
- Quadro em branco, se não existir o defeito, ou se o defeito puder ser considerado desprezível em relação ao conjunto, por exemplo, um taco de madeira solto em um bloco da escola.
- Quadro em X, se houver o defeito com moderada intensidade. É considerado de moderada intensidade um defeito observável em algumas partes do prédio escolar, por exemplo, trincas em algumas paredes.
- Quadro pintado, se o defeito for generalizado. É considerado generalizado o defeito que se manifestar em todo o prédio e é facilmente observável, por exemplo, goteiras generalizadas pelo prédio.

NOME DA ESCOLA

" ESCOLA ESTADUAL DE 1ª GRAU ALMINAS BALLEAST 125

Nº	ELEMENTOS DO PREDIO E DEFEITOS	NECESSIDADES DE CONSERVAÇÃO												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
01	COBERTURA													
	Goteiras danificando forros					X								
	" " pisos			X										
	" " paredes			X										
	" " inst. elétrica			X	X									
	Telhas quebradas	X		X	X			X						
	" em falta	X												
	Indique outros problemas													
	- Unidade embaixo do prédio													
	- danificando o curral													
	-													
	-													
	-													
02	CALHAS E CANOS DE QUEDA													
	Calhas danificadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	" entupidas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Canos de queda soltos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	" " " em falta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	" " " entupidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	" " " danificados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Folhas de árvores prejudicam as calhas - entupimentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XX														
03	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS													
	Tomadas danificadas					X								
	Chaves de luz danificadas					X								
	Disjuntores danificados	-	-											
	Caixa medidor necessitando reparos	-	-	-										
	" disjuntores " "	-	-	-										
	Falta de globos	-	-	-			X							
	Soquetes danificados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Plafons danificados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fios oferecendo perigo	X	X											
	Lâmpadas fluorescentes queimadas													
	" incandescentes "													
	" outros tipos "													
	Indique outros problemas:													
	- FALTA DE LÂMPADAS							X						
	-													
	-													
	-													
	-													

DATA: 1 / 1 /

ASSINATURA DA DIREÇÃO

Nº	ELEMENTOS DO PREDIO E DEFEITOS													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
14	QUADROS VERDES													
	14-1-DE CHAPAS													
	Molduras danificadas		X	X	X	-								
	Chapa danificada		X	X	X	-								
	Necessidade de pintura		X			-								
	Substituir quadro verde	X	X			-								
	Falta de quadro verde	X				-								
	14-2-DE ALVENARIA (NA PAREDE)													
	Molduras danificadas	-	-	-	-	-	-							
	Consertar alvenaria	-	-	-	-	-	-							
	Pintar quadro verde	-	-	-	-	-	-							
15	PINTURAS													
	Pintura parcial interna													
	" total "					X								
	Pintura parcial externa													
	" total externa					X								
	OUTROS PROBLEMAS NO PRÉDIO, -DAR OS ELEMENTOS E DEFEITOS													
16														
17														

DATA: / /

ASSINATURA DA ESCOLA

" ESCOLA ESTADUAL DE 1ª GRAU
" ALMIRANTE BACELAR"
Doc: nº 10.771 de 10/01/78
129 de 10/01/78
Polo Alto - RS

OUTRAS COMPLEMENTARES: NECESSIDADES DE CONSERVAÇÃO

01	CERCAMENTO		1.10- CERCAS COM GRADES DE FERRO	
	1.1- MOIROES DE MADEIRA		ENFERRUJADA	—
	APODRECIDOS	—	CORROIDA POR FERRUGEM	—
	QUEBRADOS	—	FALTA DE PEÇAS	—
	FALTANDO	—	" " SOLDAS	—
	OUTROS DEFEITOS	—	PEÇAS TORTAS	—
			" QUEBRADAS	—
	1.2- MOIROES DE CIMENTO		1.11- PORTOES DE FERRO	
	QUEBRADOS	X	ENFERRUJADOS	
	FALTANDO		CORROIDOS POR FERRUGEM	
	OUTROS DEFEITOS		FALTA DE PEÇAS	
			" " SOLDAS	
	1.3- MOIROES DE CANOS METALICOS		PEÇAS TORTAS	
	CORROIDOS POR FERRUGEM	—	" QUEBRADAS	
	FALTANDO	—		
	OUTROS DEFEITOS	—	1.12- PORTOES DE MADEIRA	
			PEÇAS APODRECIDAS	—
	1.4- MOIROES DE PEDRA		" QUEBRADAS	—
	QUEBRADOS	—	" EM FALTA	—
	FALTANDO	—	" DESPREGADAS	—
	OUTROS DEFEITOS	—		
	1.5- CERCA DE ARAME		02 MASTRO PARA BANDEIRA	
	ENFERRUJADA	—	NECESSITANDO CONSERTOS	
	SOLTA	—		
	FALTA DE ESTICAMENTO	—	03 PAVIMENTAÇÕES NOS PÁTIOS	
	" " ARAMES	—	3.1- PASSEIOS - PAVIMENTADOS	
			NECESSIDADE DE CONSERTOS	
	1.6- CERCA DE TELA		3.2- PÁTIOS - PAVIMENTADOS	
	ENFERRUJADA		NECESSIDADE DE CONSERTOS	
	CORROIDAS POR FERRUGEM			
	TRECHOS SOLTOS	X	3.3- CANCHAS - PAVIMENTADAS	
	" EM FALTA	X	NECESSIDADE DE CONSERTOS	
	1.7- CERCA DE MADEIRA		04 MELHORIAS NOS PÁTIOS	
	APODRECIDA	—	ATERROS E REGULARIZAÇÃO	
	QUEBRADA	—	CORTES DE TERRA E REGULARIZAÇÃO	
	FALTA DE PEÇAS	—	MUROS PARA EVITAR DESLIZAMENTOS DE TERRA	
	DESPREGADA	—	CANALIZAR ÁGUAS DAS CHUVAS	
			" " DE VERTENTES	
	1.8- MURO DE TIJOLOS		CONSTRUÇÃO DE PASSEIOS	
	TRINCADO	—	PAVIMENTAÇÃO DE PÁTIOS	
	RACHADO	—	" " CANCHAS DE ESPORTE	
	TRECHOS CAIDOS	—	GRAMAR	
	" SOLTOS	—	OUTRAS MELHORIAS:	
	PERIGO DE QUEDA	—		
	REBOCOS DANIFICADOS	—		
	1.9- MURO DE CONCRETO			
	TRINCADO	—		
	RACHADO	—		
	TRECHOS CAIDOS	—		
	" SOLTOS	—		
	PERIGO DE QUEDA	—		
			DATA: / /	
			ASSINATURA DO DIRETOR	

Nº	ELEMENTOS DO PRÉDIO E DEFEITOS	NECESSIDADES DE CONSERVAÇÃO									
		BLOCOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	VÁLVULA DA PIA DA COZINHA										
	Trincada	-	-		-	-	-				
	Rachada	-	-		-	-	-				
	Quebrada	-	-		-	-	-				
	Vazando	-	-		-	-	-				
	Falta de fixação	-	-		-	-	-				
	" " válvula	-	-		-	-	-				
25	CAIXA DE GORDURA DA PIA DA COZINHA										
	Trincada	-	-		-	-	-				
	Rachada	-	-		-	-	-				
	Quebrada	-	-		-	-	-				
	Entupida	-	-		-	-	-				
	Vazando	-	-		-	-	-				
	Tampa danificada	-	-		-	-	-				
	Falta de tampa	-	-		-	-	-				
	" " caixa	-	-		-	-	-				
26	TANQUE DA COZINHA OU OUTRO										
	Trincado	-	-		-	-	-				
	Quebrado	-	-		-	-	-				
	Rachado	-	-		-	-	-				
	Vazando	-	-		-	-	-				
	Falta de tanque	-	-		-	-	-				
27	CANOS E PEÇAS DE ESGOTO DO TANQUE										
	Trincadas	-	-		-	-	-				
	Quebradas	-	-		-	-	-				
	Rachadas	-	-		-	-	-				
	Vazando	-	-		-	-	-				
	Entupidas	-	-		-	-	-				
	Peças desengatadas	-	-		-	-	-				
	" em falta	-	-		-	-	-				
28	TORNEIRA DO TANQUE										
	Trincada	-	-		-	-	-				
	Quebrada	-	-		-	-	-				
	Falta de peças	-	-		-	-	-				
	" " fixação	-	-		-	-	-				
	Vazando	-	-		-	-	-				
	Não funciona	-	-		-	-	-				
	Falta de torneira	-	-		-	-	-				
	Torneira inadequada	-	-		-	-	-				
29	VÁLVULA DO TANQUE										
	Quebrada	-	-		-	-	-				
	Vazando	-	-		-	-	-				
	Falta de válvula	-	-		-	-	-				
30	CAIXA DE GORDURA DO TANQUE										
	Trincada	-	-		-	-	-				
	Rachada	-	-		-	-	-				
	Quebrada	-	-		-	-	-				
	Entupida	-	-		-	-	-				
	Vazando	-	-		-	-	-				
	Tampa danificada	-	-		-	-	-				
	Falta de tampa	-	-		-	-	-				
	" " caixa	-	-		-	-	-				

A N E X O I I I

MATRIZ-RESUMO E QUESTIONÁRIO
MODIFICADO PROPOSTO

NOME DA ESCOLA:

Prédios		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ano de construção											
T I P O	Alvenaria aparente										
	Alvenaria revestida										
	Brizoleta										
	Madeira - outra										
Área (m ²)											
E L E M E N T O	Componente	Prédio									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F U N D A Ç Õ E S	● Pilaretes										
	-Defeito estrutural										
	-Fora de prumo										
	-Erosão										
	-Sem defeito										
	● Alicerces										
	-Defeito estrutural										
	-Fora de prumo										
-Erosão											
-Sem defeito											

(continua)

E L E M E N T O	Componente	Prédio									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S O A L H O	• Soalho										
	-Apodrecimento										
	-Quebra										
	-Ação de cupins										
	-Com deformações										
	-Sem defeito										
	• Tacos										
	-Apodrecimento										
	-Ação de cupins										
	-Descolados										
	-Extraviados										
	-Sem defeito										
• Cerâmica	-Quebra										
	-Descoladas										
	-Extraviadas										
	-Sem defeito										
	P A R E D E S	• Alv. aparente									
-Defeito estrutural											
-Sem defeito											
• Alv. revestida											
-Defeito estrutural											
-Sem defeito											

(continua)

E L E M E N T O	Componente	Prédio									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P A R E D E S	● Madeira										
	-Apodrecimento										
	-Ação de cupins										
	-Falta de tábuas										
	-Quebra de tábuas										
	-Sem defeito										
R E V E S T I M E N T O S	● Reboco										
	-Trincado										
	-Com descolamentos										
	-Sem defeito										
● Azulejos	-Trincado										
	-Faltando										
	-Sem defeito										
P I N T U R A	● Externa										
	-Boa										
	-Regular										
	-Ruim										
● Interna	-Boa										
	-Regular										
	-Ruim										

(continua)

BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard recommended practice for developing short-term accelerated tests for prediction of the service life of building components and materials: E 632-78. Philadelphia, 1980.
2. BESSEY, G.E. Avoiding faults and failures in buildings. Garston, Building Research Establishment, 1977. (Overseas Building Notes, 177)
3. BROMILOW, F.J. The role of maintenance in building life cycle performance. Trabalho apresentado na International Maintenance and Management Conference, Melbourne and Sidney, Mar. 1985. 15p.
4. BROMILOW, F.J. & TUCKER, S.N. Terotechnological optimality in construction. Melbourne, CSIRO Division of Building Research, 1983.
5. BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Painting walls Part 2 - Failures and remedies. Lancaster, The Construction Press, 1977. p.268-74.
6. BYERS, R.A. dBase III; banco de dados para todas as aplicações. São Paulo, McGraw-Hill, 1985.
7. CARRUTHERS, J.F.S. The performance with time of components. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS, 1., Ottawa, Aug. 21-23, 1978. Proceedings ... Philadelphia, ASTM, 1980. p.98-105. (ASTM Special Technical Publication, 691).
8. CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION. Guide des performances du bâtiment. Bruxelles, 1976. (Compte Rendu d'Etude et de Recherche, 20)
9. CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ETUDE ET LA DOCUMENTATION. The performance concept and its terminology. Paris, Centre Scientifique et Technique de Bâtiment, 1975. (CIB Report, 32)

10. CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ETUDE ET LA DOCUMENTATION. Working Commission W60. Working with the performance approach in building. Rotterdam, 1982. 30p. (CIB Report. Publication, 64)
11. CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ETUDE ET LA DOCUMENTATION & RÉUNION INTERNATIONAL DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS. CIB W80/RILEM 71-PSL. On prediction of service life of building materials and components. Rotterdam, 1983. 98p.
12. DAMEN, T. Planning and budgeting maintenance activities. In: SEMINAR ON SYSTEMS OF MAINTENANCE PLANNING, Edinburgh, 21-23 Mar. 1983. Proceedings ... |s.l.p.| CIB, 1983. (CIB Proceedings. Publications, 73)
13. ELDRIDGE, H.J. Common defects in buildings. London, Her Majesty's Stationary Office, 1976.
14. FABIANI, B. Lesões em edifícios. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 1982. (Cadernos de Construção, 4)
15. FARHI, E. Methodologies for assessing durability of new materials and components in building. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS, 1., Ottawa, Aug. 21-23, 1978. Proceedings ... Philadelphia, ASTM, 1980. p.97-7. (ASTM Special Technical Publication, 691)
16. FLAUZINO, W.D. Durabilidade de materiais e componentes das edificações. Tecnologia de Edificações, São Paulo, IPT, 2:51-6, ago. 1985.
17. FREEMAN, I.L. Building failure patterns and their implications. Garston, Building Research Establishment, 1975. (BRE. Current Paper, 30)
18. GARDEN, G.K. Design determines durability. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS, 1., Ottawa, Aug. 21-23, 1978. Proceedings ... Philadelphia, ASTM, 1980. p.31-7. (ASTM Special Technical Publication, 691)

19. GRUNAU, E.B. et alii. Lesiones en los edificios: sintomas, causas y reparacion. Barcelona, Ediciones CEAC, 1981.
20. HANDLER, B. System approach to architecture. New York, American Elsevier, 1970. 184p.
21. HARRISON, H.W. Avoiding faults in traditional housing. BRE News, Garston, 58:10-2, 1982.
22. _____. Setting performance criteria for building products. Bâtiment International, Paris, 11(2):106-13, Mar./Apr. 1978.
23. IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. Tecnologia de Edificações, São Paulo, IPT, 2:109-12, ago. 1986.
24. JOHN, V.M. & AROZTEGUI, J.M. Durabilidade e vida útil dos edifícios. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1985. 30p. (Caderno de Engenharia, 5)
25. LICHTENTSTEIN, N.B. Patologia das construções: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edifícios. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 1985. 191p. Diss. maestr.
26. LÖNN, M.A. Swedish maintenance planning. In: SEMINAR ON SYSTEMS OF MAINTENANCE PLANNING, Edinburgh, 21-23 Mar. 1983. Proceedings ... |s.l.p.| CIB, 1983. (CIB Proceedings. Publications, 73)
27. NANNI, L.F. Análise estatística de dados com uso de técnicas computacionais. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1986. (Caderno Técnico, 30/81)
28. PEREZ, A.R. Manutenção de edifícios. Tecnologia de Edificações, São Paulo, IPT, 2:83-6, ago. 1985.
29. PETTITT, R. Computer aids to housing management. In: SEMINAR ON SYSTEMS OF MAINTENANCE PLANNING, Edinburgh, 21-23 Mar.1983. Proceedings ... |s.l.p.| CIB, 1983. (CIB Proceedings. Publications, 73)

30. PIHLAJAVAARA, S.E. Background and principles of long-term performance of building materials. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS, 1., Ottawa, Aug. 21-23, 1978. Proceedings ... Philadelphia, ASTM, 1980. p.5-16. (ASTM Special Technical Publication, 691)
31. RAKHRA, A.S. Economic aspects of the durability of building materials: an exploratory analysis. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS, 1., Ottawa, Aug. 21-23, 1978. Proceedings ... Philadelphia, ASTM, 1980. p.15-22. (ASTM Special Technical Publication, 691)
32. REYGAERTS, J. Diagnostic des cas de pathologie du bâtiment. CSTC Revue, Bruxelles, 4:11-5, dec. 1980.
33. REYGAERTS, J.; GASPER, M.; DUTORDOIR, C. 1200 problemes - erreurs de conception, défauts de construction, dégâts. C.S.T.C. Revue, (3):2-6, sept. 1976.
34. SEELEY, I.H. Building maintenance. London, MacMillan, 1982. 363p.
35. SOUZA, R. de. A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: aplicação às janelas de uso habitacional. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 1983. Diss. maestr.
36. SOUZA, R. de & MITIDIERI FILHO, C.V. Avaliação de desempenho de sistemas construtivos destinados à habitação popular; conceituação e metodologia. Tecnologia de Edificações, São Paulo, IPT, 3:59-62, ago. 1986.
37. SPIEGEL, M. Estatística. 2.ed. São Paulo, McGraw-Hill, 1984.
38. STATISTICAL GRAPHICS CORPORATION. Statgraphics - Statistical Graphics System; user's guide. s.l., 1986.
39. UEMOTO, K.L. Problemas de pintura na construção civil. Tecnologia de Edificações, São Paulo, IPT, 3:77-80, ago. 1986.