

## **AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE GRAU DE DETERIORAÇÃO DE EDIFICAÇÕES.**

**Leonardo E. Guimarães <sup>(1)</sup>; Helena Carasek <sup>(2)</sup>; Oswaldo Cascudo <sup>(3)</sup>**

*(1) Engenheiro Civil, Mestre, Diretor Técnico da Padrão Engenharia Ltda*  
email: [leg@ih.com.br](mailto:leg@ih.com.br)

*(2) Professora Doutora do Curso de Mestrado em Engenharia Civil da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (UFG).*  
email: [hcarasek@cultura.com.br](mailto:hcarasek@cultura.com.br)

*(3) Professor Doutor do Curso de Mestrado em Engenharia Civil da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (UFG).*  
email: [ocascudo@cultura.com.br](mailto:ocascudo@cultura.com.br)

*Universidade Federal de Goiás – Curso de Mestrado em Engenharia Civil – Endereço: Praça Universitária, sn., CEP 74 605-220, Goiânia – Goiás – Brasil, Tel. e Fax (62)521-1863.*

### **RESUMO**

Um grande número de empresas e órgãos públicos em todo o mundo tem encontrado dificuldades no momento de priorizar a alocação de recursos destinados à manutenção e reforma de suas edificações. Estas dificuldades estão, quase sempre, relacionadas ao grande número destas edificações, à escassez de recursos e a falta de uma metodologia que mostre qual a seqüência a ser adotada na aplicação dos recursos. Assim, neste trabalho apresenta-se uma alternativa metodológica para avaliação comparativa do grau de deterioração de edificações. A intenção é dotar os profissionais e as empresas de engenharia de uma metodologia específica para tal fim.

Esta ferramenta metodológica mostra de maneira clara e inequívoca, entre várias edificações, qual é o ordenamento de seus estados de deterioração, estabelecendo assim a seqüência para aplicação de recursos.

O trabalho baseia-se em levantamentos de problemas e/ou manifestações patológicas das edificações que se pretende comparar, atribuindo-se um *Índice de Deterioração* (ID) de acordo com a maior ou menor gravidade da ocorrência e de comprometimento do seu desempenho. As edificações que apresentarem maior pontuação global serão aquelas com maior número de ocorrências e/ou com maiores IDs. A pontuação total de cada edificação é denominada de *Valor da*

*Deterioração Absoluta* (VDA) da edificação. É possível comparar o grau de deterioração entre edificações, comparando-se os seus VDAs, desde que elas tenham a mesma área. Para edificações com áreas diferentes, adota-se, um valor que considera a relação entre o VDA e a área de cada edificação, denominando-o *Valor da Deterioração Relativa* (VDR). Comparando-se os VDRs de diversas edificações é possível visualizar com clareza quais estão mais deterioradas, considerando-se o aspecto relativo.

Para verificar a aplicabilidade desta alternativa metodológica foi executado um estudo de caso em vinte edificações pertencentes à Universidade Federal de Goiás - UFG, situadas em Goiânia-GO, procedendo-se a avaliação comparativa de seu grau de deterioração.

***Palavras-chaves:*** *avaliação comparativa; grau de deterioração; levantamentos de campo; durabilidade; patologia; materiais.*

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos problemas que ocorrem com maior frequência para o administrador é a decisão sobre qual o momento adequado para se implementarem os trabalhos de manutenção e reforma de determinada edificação, visando restabelecer a sua vida útil. Outra questão que sempre se coloca para decisão é quanto à edificação a ser priorizada, quando a soma dos recursos disponíveis não é suficiente para atender a todas elas.

Assim, neste trabalho propõe-se apresentar avanços metodológicos, em relação às metodologias já adotadas por outros autores, para serem usados como ferramenta para avaliar o grau de deterioração de diversas edificações, de tal forma que se possa, comparando este grau de deterioração, saber qual edificação está necessitando de tratamento prioritário. Estas ferramentas metodológicas devem mostrar clara, ordenada e inequivocamente, entre várias edificações ou componentes delas, qual está em estado de deterioração mais avançado, devendo, portanto, ser a primeira a receber tratamento. Da mesma forma deve mostrar, pela ordem, a segunda mais deteriorada, a terceira e assim sucessivamente até chegar àquela que está em melhores condições, ou seja, a menos deteriorada e última a receber aplicação de recursos.

Para verificar a aplicabilidade desta alternativa metodológica foi executado um estudo de caso (GUIMARÃES, 2002), constituído de levantamento e análise de resultados de manifestações e problemas patológicos de vinte edificações pertencentes à Universidade Federal de Goiás - UFG, situadas em Goiânia-GO, procedendo-se a avaliação comparativa de seu grau de deterioração.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. DETALHES SOBRE O UNIVERSO E A AMOSTRA ESTUDADOS**

A área das edificações pertencentes à Universidade Federal de Goiás – UFG, situadas em Goiânia-Goiás, perfaz um total de aproximadamente 180 000 m<sup>2</sup>, distribuídos em 205 edificações (CENTRO DE GESTÃO DO ESPAÇO FÍSICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - CEGEF, 2002). Trata-se de universo constituído de edificações com diversas idades, concepções arquitetônicas, áreas, implantações e orientações.

Dentre as edificações constituintes deste universo, encontram-se dez prédios, onde estão instalados os INSTITUTOS BÁSICOS, construídos no ano de 1972, que têm concepção arquitetônica, orientações e implantações iguais, e áreas diferindo da ordem de cinco por cento em relação à área média dos prédios. Desta forma, para composição da amostra de vinte prédios, optou-se por incluir estes INSTITUTOS BÁSICOS, que doravante serão referidos como *prédios iguais*, e, completando a relação, dez prédios com áreas, idades, orientações, implantações, partidos arquitetônicos e proteções adicionais diferentes, os quais serão tratados como *prédios diferentes*. Assim, chegou-se a uma área cadastrada de 63 377 m<sup>2</sup> correspondente a 36% da área construída total das edificações pertencentes à UFG, em Goiânia, que é o universo desta pesquisa.

Os levantamentos executados foram delimitados a problemas/manifestações patológicas visíveis, situadas nos componentes verticais do envelope construído, exceto esquadrias metálicas e estrutura de concreto armado.

### **2.2. METODOLOGIA ADOTADA PARA OS LEVANTAMENTOS E PARA A AVALIAÇÃO COMPARATIVA**

Os levantamentos necessários à elaboração do cadastro de problemas e manifestações patológicas foram executados através de inspeção visual e, quando necessário, por consulta aos usuários. Elaboraram-se fichas específicas para cadastramento dos dados de cada tipo de problema ou manifestação patológica, as quais foram desenvolvidas respeitando-se suas especificidades, e contendo campos para os dados inerentes ao problema ou à manifestação cadastrada, quais sejam, para lançamento do material ou componente afetado, alteração visual ou indicadores de deterioração, causas imediatas e remotas mais prováveis, índice de deterioração, dimensionamento da ocorrência, origens mais prováveis e informações complementares necessárias à perfeita caracterização do problema.

Os campos para lançamento das causas mais prováveis das manifestações patológicas, em alguns casos, foram subdivididos para o lançamento das “causas imediatas” e das “causas remotas”. A intenção, ao se proceder desta forma, foi classificar com clareza os dados necessários ao completo diagnóstico do problema patológico, visto que, em alguns casos a identificação da causa imediata não é suficiente para se providenciar a intervenção mais indicada para solucionar o problema definitivamente. Exemplificando, a ocorrência de uma alteração visual do tipo mancha de umidade pode ser um indicador de deterioração do tipo umidade de infiltração e estar ocorrendo em decorrência de uma trinca ou fissura (a causa imediata). Há, no entanto, necessidade de se conhecer a causa da ocorrência da trinca ou fissura (a causa remota), visto que, só com o tratamento desta, estará resolvido o problema inerente à umidade de infiltração de maneira definitiva.

Os indicadores de deterioração são ocorrências que, se verificadas em materiais ou componentes, estarão indicando a presença de problema patológico. Quase sempre se apresentam na forma de alterações visuais, podendo, neste caso, fazer parte do corpo da ficha de cadastramento. Quando isto não acontece os indicadores precisam ser relacionados à parte visando propiciar ao avaliador uma lista de checagem de modo a não permitir falhas na avaliação.

Após a constatação de ocorrência de problemas nas edificações, foram feitos levantamentos considerando tanto o aspecto quantitativo quanto o qualitativo. A concretização do levantamento quantitativo se deu no momento em que cada problema ou manifestação patológica foi registrado na ficha individual de cadastramento. Assim, a avaliação de número de ocorrências ficou simplificada, visto que, ao adotar-se uma ficha para cada problema, assegurou-se registro para

todos os problemas patológicos encontrados, mesmo que se tratasse de uma ocorrência de pequena gravidade. Desta forma, se uma edificação tem duzentas fichas de cadastramento preenchidas, significa que ela tem também duzentos problemas patológicos.

Com relação ao aspecto qualitativo, sua caracterização se deu no momento em que se atribuiu o Índice de Deterioração (ID) referente ao problema patológico / manifestação patológica, classificando-o de acordo com a maior ou menor gravidade da ocorrência e de comprometimento do desempenho do material, componente e/ou da edificação. Para atribuir o índice de deterioração, adotou-se uma escala de deterioração adaptada da sugerida por Ishizuka (1983), conforme se mostra no Quadro 1.

Quadro 1 – Escala de deterioração adotada para materiais ou componentes.

ID	DESCRIÇÃO
0	Material ou componente não apresenta deterioração.
1 - 2	Material ou componente com deterioração mínima. Reparos são dispensáveis nesta fase. Fazer nova vistoria posteriormente.
3 - 4	Poucas partes estão deterioradas. Reparos parciais são necessários. Não há prejuízo no desempenho.
5 - 6	Algumas partes estão deterioradas. Reparos maiores são necessários. Há prejuízo do desempenho.
7 - 8	Muitas partes estão deterioradas. Reparos generalizados são necessários. A perda de desempenho é significativa.
9 - 10	O componente deve ser substituído.

Este índice é informação fundamental para o desenvolvimento da metodologia, visto que é com ele que se introduz o componente qualitativo necessário para se proceder à análise comparativa do grau de deterioração proposto. As edificações que apresentaram maior pontuação global, ou seja, maior

soma de índices de deterioração, certamente são aquelas com maior número de ocorrências e/ou com maiores IDs. Esta pontuação total de cada edificação foi denominada de Valor da Deterioração Absoluta (VDA) da edificação. Desta forma, foi possível estabelecer a comparação entre as edificações cadastradas, considerando a deterioração total, comparando-se os seus VDAs.

Objetivando obter números mais confiáveis e evitando avaliações distorcidas destes valores, já que eles não são indicadores adequados para edificações com áreas diferentes, adotou-se um valor que considera a relação entre o VDA e a área de cada edificação, denominando-o Valor da Deterioração Relativa (VDR). Assim, edificações com VDRs mais elevados indicam maior grau de deterioração relativa.

A utilização desta metodologia propicia o planejamento de reparos, já que se pode estabelecer com facilidade quais são as edificações, materiais e componentes delas, prioritárias para receber tratamento, tomando como referência o VDR e, se necessário, o ID lançado na ficha de cadastramento. A adoção do ID como critério para priorização, por se tratar de critério isolado, pode ficar restrita àqueles casos em que comprovadamente o componente deve ser substituído. Castro et al. (1994) alertam para estes casos em que embora o nível de deterioração global possa estar aceitável, pode haver necessidade de intervenções isoladas. Assim, esta metodologia permite classificar entre diversas edificações quais as que estão relativamente mais deterioradas, inclusive permitindo ordená-las, considerando o grau de deterioração relativa como critério, independente de estas edificações serem iguais ou diferentes em áreas, projetos, idades, localizações, etc.

Outra questão que se observa para o cálculo do VDR é que ele pode ser calculado considerando-se a relação entre o VDA e áreas de outros componentes, como, por exemplo, do componente vertical do envelope, da cobertura, etc. Trata-se de uma decisão metodológica, que deve ser objeto de análise pelo pesquisador e pode ser tomada considerando-se o tipo de levantamento que se está fazendo. Outro recurso adotado na elaboração deste trabalho foi a modulação das áreas das edificações. Desta forma, a área de cada edificação foi dividida por 524,85 m<sup>2</sup>, o módulo de área adotado. A intenção, ao se proceder desta forma, foi adotar um módulo tal que o maior VDR fosse igual a cem, facilitando ainda mais a visualização e comparação dos resultados. O módulo adotado pode ser arbitrado pelo avaliador de acordo com suas necessidades. Qualquer que seja o módulo de cálculo,

adotando-o para todas as edificações que se queira comparar, vai-se chegar à mesma tendência gráfica.

### 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1. RESULTADOS DE LEVANTAMENTOS DE MATERIAIS

Nesta etapa do trabalho são apresentados alguns resultados encontrados nos levantamentos de campo, bem como sua análise. Tratam-se, prioritariamente, de resultados das dez edificações diferentes e inerentes aos materiais.

No trabalho de referência, dissertação de Guimarães (2002), foram mostrados e analisados os resultados de levantamentos de campo de edificações diferentes e iguais, separada e combinadamente. Dentre estes resultados foram abordados, para umidade, indicadores de deterioração, material ou componente afetado, causas imediatas e remotas mais prováveis e origens mais prováveis. Para trincas e fissuras foram mostrados resultados de material ou componente afetado, causas mais prováveis e origens mais prováveis. Na dissertação apresentaram-se também resultados inerentes à metodologia adotada, aos índices de deterioração atribuídos e à relação entre causas simples e combinadas de manifestações patológicas.

No presente trabalho, apresenta-se inicialmente a Figura 1, mostrando como se deu a distribuição dos problemas patológicos encontrados nas vinte edificações cadastradas. Pode-se verificar que ocorreu um predomínio acentuado de problemas do tipo umidade e trincas e fissuras em detrimento de outros.

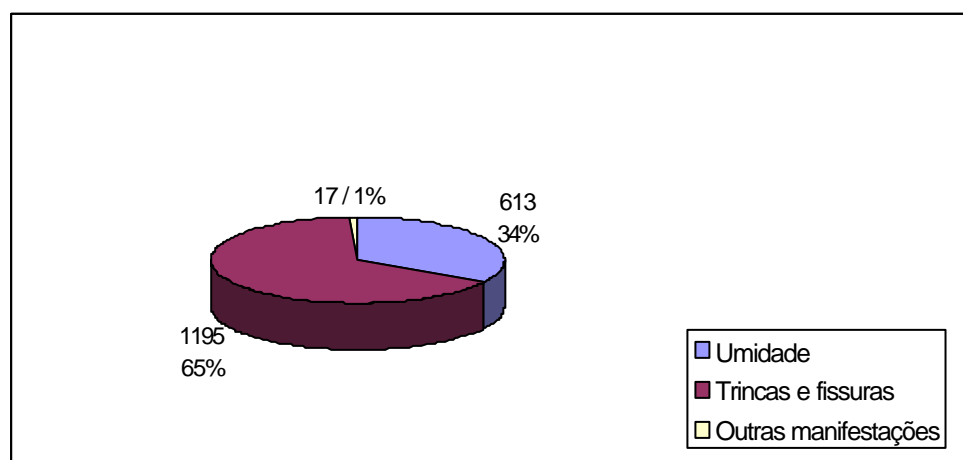


Figura 1 – Distribuição das ocorrências encontradas nas edificações cadastradas.

Na Figura 2 são mostrados os resultados encontrados para as edificações diferentes referentes a material ou componente afetado por umidade. Observa-se que as maiores incidências de problemas ocorreram nos revestimento de argamassa, seguindo-se alvenaria, pintura, concreto e outros.

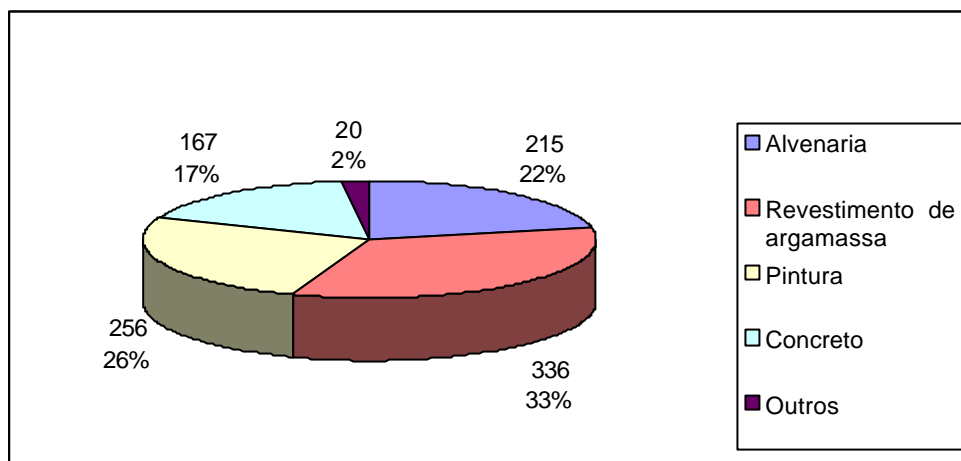


Figura 2 – Material ou componente afetado por umidade em edificações diferentes.

Ainda nestas edificações e com relação a trincas e fissuras, verificou-se que, em noventa e seis por cento dos casos, os materiais ou componentes afetados são alvenaria, revestimento de argamassa e pintura. Na Figura 3 os resultados ilustram esta questão.

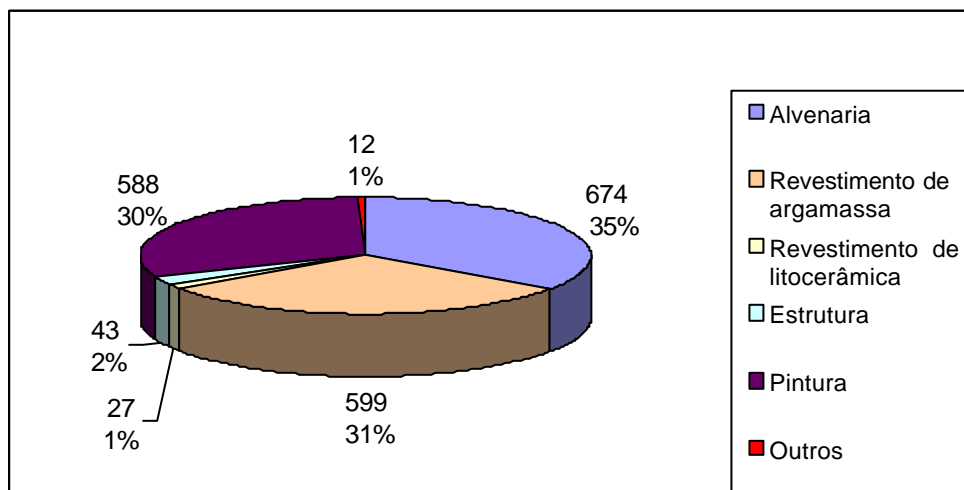


Figura 3 – Material ou componente afetado por ocorrências de trincas e fissuras.

### 3.2. RESULTADOS REFERENTES À METODOLOGIA



Nesta parte do trabalho apresentam-se e analisam-se os resultados referentes à metodologia proposta para avaliação comparativa, com o objetivo de aferir sua aplicabilidade e eficácia. Serão avaliados prioritariamente os resultados referentes a edificações diferentes, supondo-se que o resultado destas análises pode ser extrapolado para o todo. Inicialmente, na Figura 4, mostram-se os resultados obtidos através de levantamento de campo, em edificações diferentes, já processados e tabulados, considerando o número de ocorrências. Trata-se de gráfico apenas informativo, visto que este critério considera somente o aspecto quantitativo de levantamentos de campo, razão pela qual não pode ser considerado para avaliação comparativa de intensidade de deterioração.

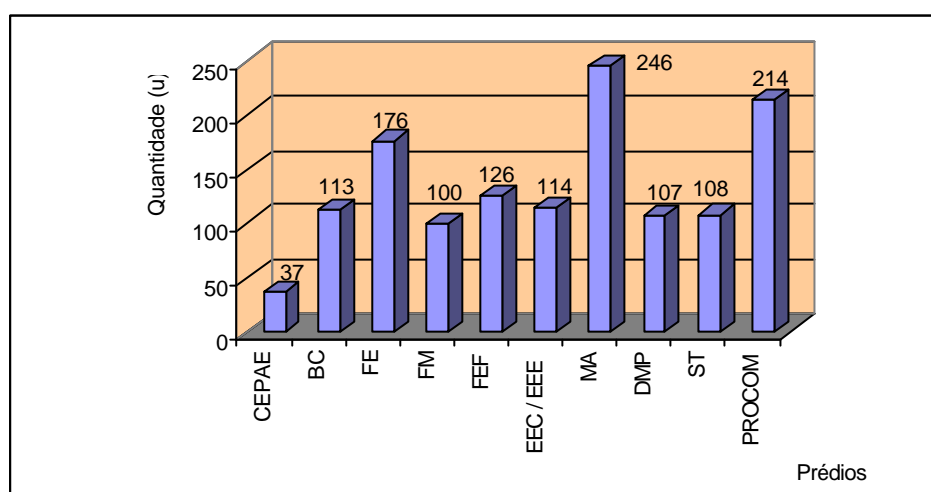


Figura 4 – Número de ocorrências em edificações diferentes.

Na Figura 5 apresenta-se uma avaliação comparativa do grau de deterioração destas mesmas edificações, onde se considera o aspecto qualitativo do levantamento, comparando os VDAs. Analisando este gráfico, conclui-se, liminarmente, que a edificação mais deteriorada é aquela do MA, seguida pelos prédios da PROCOM, FE, ST, DMP e assim sucessivamente até chegar ao prédio do CEPAE. Ocorre que estas edificações têm área diferente e este método não leva em consideração estas diferenças. O anexo B contém a relação dos edifícios cadastrados e suas siglas.

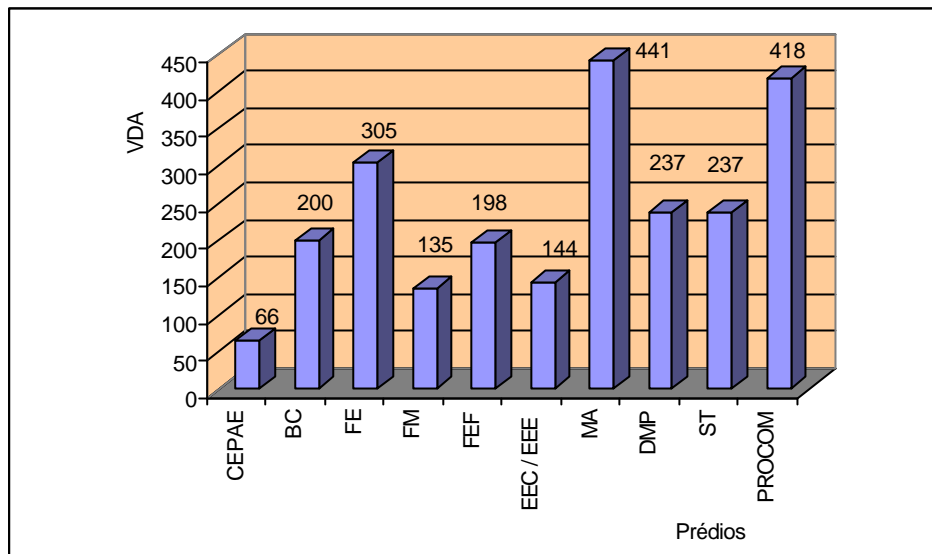


Figura 5 – Valor da Deterioração Absoluta - VDA em edificações diferentes.

Na Figura 6 mostra-se o desempenho da metodologia proposta, tendo em vista que a mesma considera o Valor da Deterioração Relativa - VDR como ferramenta metodológica, considerando o número de ocorrências, a gravidade das ocorrências, e leva em consideração a área de cada edificação, que está sendo objeto de avaliação comparativa de seus graus de deterioração. Uma análise desta figura permite inferir com clareza qual edificação está mais deteriorada, propiciando ainda ordenar todas elas de acordo com seu grau de deterioração. Assim, no caso destas edificações o ordenamento estabelecido é aquele que se mostra na Figura 6, ou seja, a edificação menos deteriorada é aquela onde se encontra instalado o CEPAE e a mais deteriorada é a PROCOM.

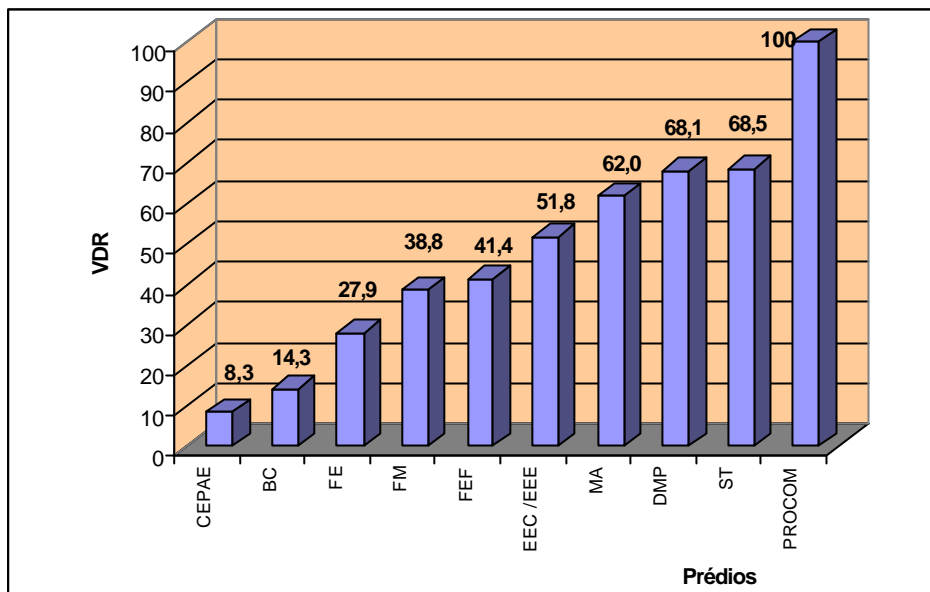


Figura 6 – Avaliação comparativa de grau de deterioração de edificações diferentes considerando o Valor da Deterioração Relativa – VDR.

Na Figura 7 faz-se a avaliação comparativa de grau de deterioração de todas as vinte edificações cadastradas.

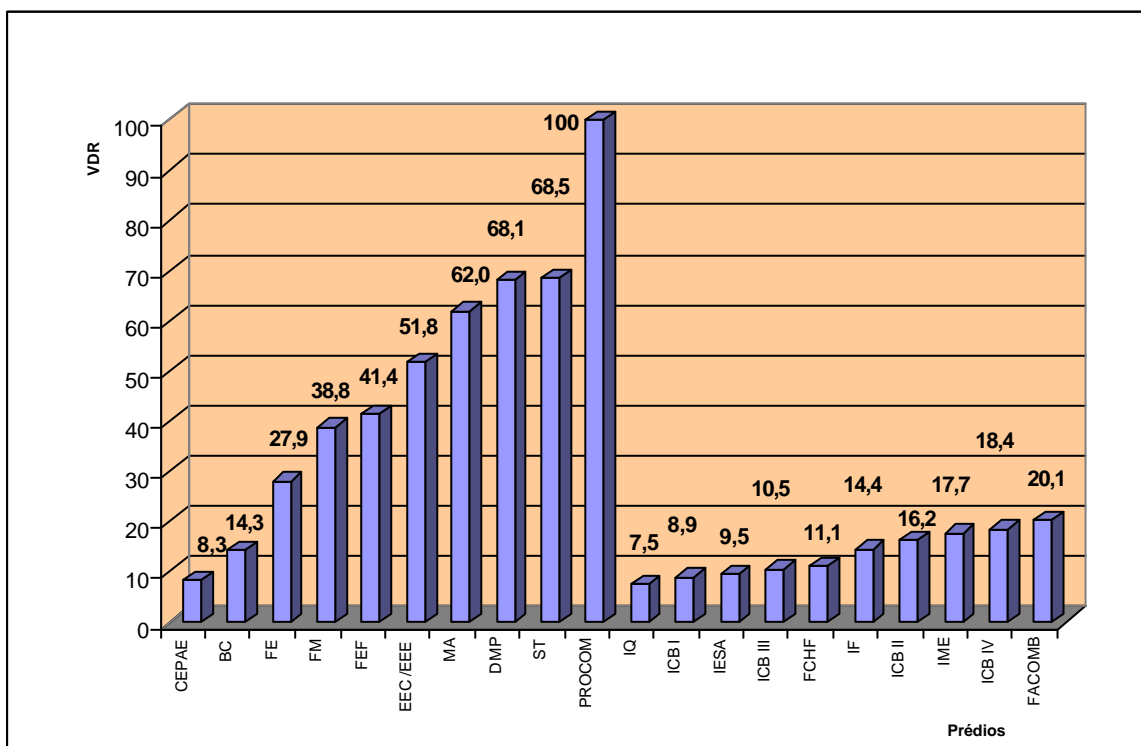


Figura 7 – Valor da deterioração relativa – VDR para as vinte edificações (iguais e diferentes).

Observa-se que os edifícios iguais, construídos durante o ano de 1972, apresentam VDRs com valores situados entre os prédios menos deteriorados. Com relação a estas mesmas edificações observa-se, avaliando seus projetos arquitetônicos, que possuem proteções adicionais mais eficazes do que aqueles de maiores VDRs, tais como PROCOM, ST, DMP, MA, EEC/EEE. Na Tabela contida no Anexo A mostram-se as datas de construção de todos os prédios cadastrados.

### 3.3. RELAÇÃO ENTRE O VDR E A IDADE DA EDIFICAÇÃO

Na Figura 8 apresenta-se a relação existente entre o VDR de cada edificação e sua idade.

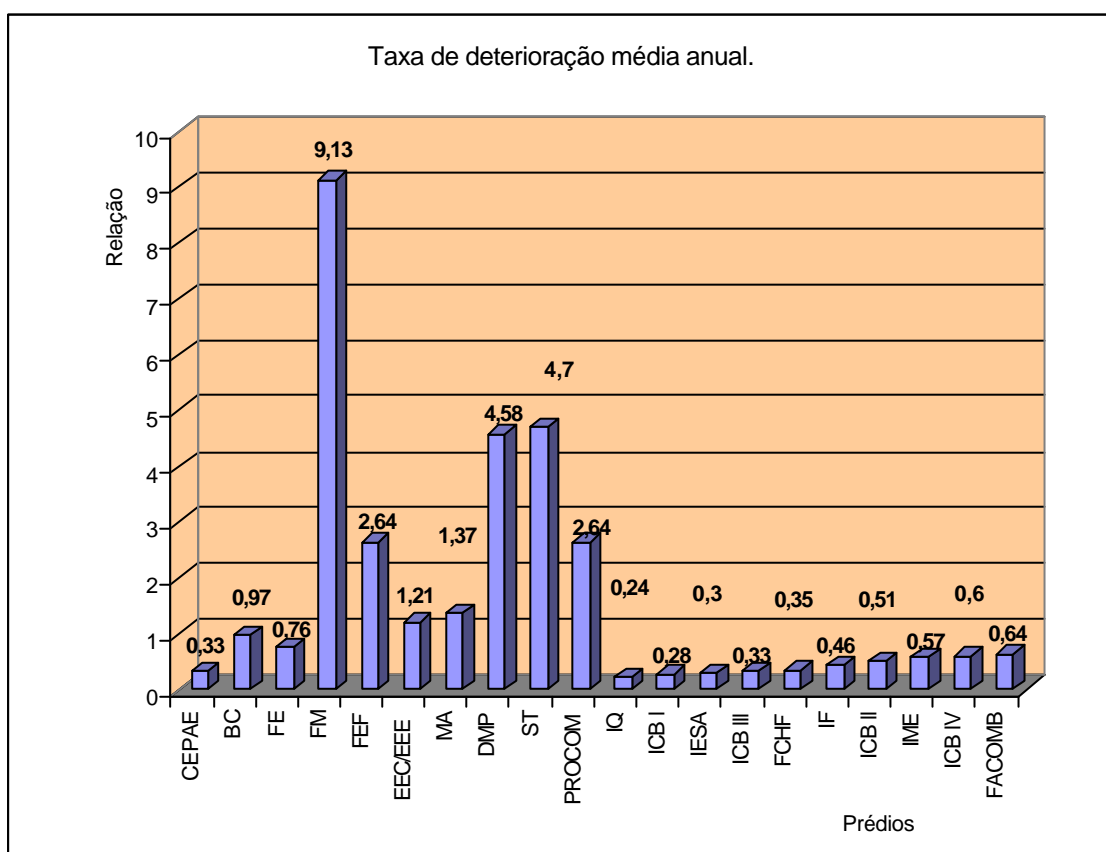


Figura 8 – Relação VDR/idade dos edifícios analisados.

Pretende-se, com esta relação, inferir a taxa de deterioração anual de edificações e, por conseqüência, o seu potencial para patologia ou para durabilidade. Esta conclusão, no entanto, precisa ser avaliada com mais cuidado, tendo em vista que, apesar de o cálculo do VDR de cada prédio ter sido feito com base em um levantamento quantitativo e qualitativo de manifestações patológicas,

ele reflete um momento específico da vida útil de cada prédio e parte do pressuposto de que a deterioração de cada um se deu de maneira uniforme ao longo de sua vida.

Partindo deste pressuposto e analisando o gráfico da Figura 8, supõe-se que alguns prédios apresentam potencial muito alto para durabilidade e outros para patologia ou deterioração. Seria o caso de afirmar-se que os Institutos Básicos apresentam potencial para durabilidade elevado, já que a relação VDR/idade deles se encontra sempre abaixo de um, e que os edifícios pertencentes à FM, ST, DMP apresentam potencial para patologia elevado.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Aplicando-se a metodologia sugerida foi possível atingir os objetivos propostos para este trabalho. Assim, a UFG conta agora com uma avaliação comparativa do grau de deterioração de vinte de seus prédios, sabendo qual o ordenamento de seus estados de deterioração. Desta forma, a metodologia pode contribuir para a decisão sobre quais prédios priorizar, para reforma ou manutenção, se os recursos existentes não forem suficientes para tratar todos eles.

O desenvolvimento deste trabalho propiciou tabulações e conclusões que poderão ser adotadas futuramente, para utilização em projetos, como medidas de prevenção de manifestações patológicas. Assim, de posse dos dados, vai-se saber quais os problemas estão ocorrendo com maior frequência e com maior gravidade, quais suas causas imediatas e remotas, além de quais suas origens.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, E. K.; **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília – DF. 185p. 1994.

CEGEF - CENTRO DE GESTÃO DO ESPAÇO FÍSICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Relatório de atividades. Goiânia, GO. 2002.

GUIMARÃES, L. E. **Avaliação comparativa de grau de deterioração de edificações – estudo de caso: prédios pertencentes à Universidade Federal de Goiás**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 185p. 2002. /No prelo/.

ISHIZUKA, Y. The degradation and prediction of service life of building components. In: DURABILITY OF BUILDING MATERIALS, 1. 1983. p.345 - 352. Amsterdam. Netherlands.

**ANEXO A. TABELA RELACIONANDO PRÉDIOS CADASTRADOS  
/ANO DE CONSTRUÇÃO.**

PRÉDIOS	ANO DE CONSTRUÇÃO
MA	1959
EEC /EEE	1961
PROCOM	1966
FE	1967
FEF	1972 (SUB-SOLO) 1993 (TÉRREO)
CEPAE	1978
DMP/ST/BC	1988
FM	1998
INSTITUTOS BÁSICOS	1972

## ANEXO B. RELAÇÃO DE EDIFÍCIOS E SUAS SIGLAS

INSTITUTO DE QUÍMICA .....	IQ
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS.....	IESA
INSTITUTO DE MATEMÁTICA / ESTATÍSTICA E INSTITUTO DE INFORMÁTICA.....	IME
INSTITUTO DE FÍSICA.....	IF
FACULDADE DE COMUNICAÇÃO E BIBLIOTECONOMIA.....	FACOMB
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E FILOSOFIA.....	FCHF
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS I.....	ICB I
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS II.....	ICB II
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS III.....	ICB III
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS IV.....	ICB IV
CENTRO DE ENSINO E PESQUISA APLICADA À EDUCAÇÃO.....	CEPAE
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA.....	FEF
DEPARTAMENTO DE MATERIAL E PATRIMÔNIO.....	DMP
SERVIÇO DE TRANSPORTES.....	ST
FACULDADE DE EDUCAÇÃO.....	FE
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA.....	EEC/EEE
MUSEU ANTROPOLÓGICO.....	MA
PRÓ- REITORIA DE ASSUNTOS DA COMUNIDADE UNIVERSITÁRIA.....	PROCOM
FACULDADE DE MEDICINA.....	FM
BIBLIOTECA CENTRAL.....	BC