



VII ENAENCO
Encontro Nacional das Empresas de Arquitetura
e Engenharia Consultiva

Recife Palace Hotel, Recife, Pernambuco
28 a 30 de setembro de 2005

TEMA: A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PARA A
SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO.

TÍTULO: MANUTENÇÃO E GESTÃO
DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

AUTOR: Engenheiro Afonso Vitório

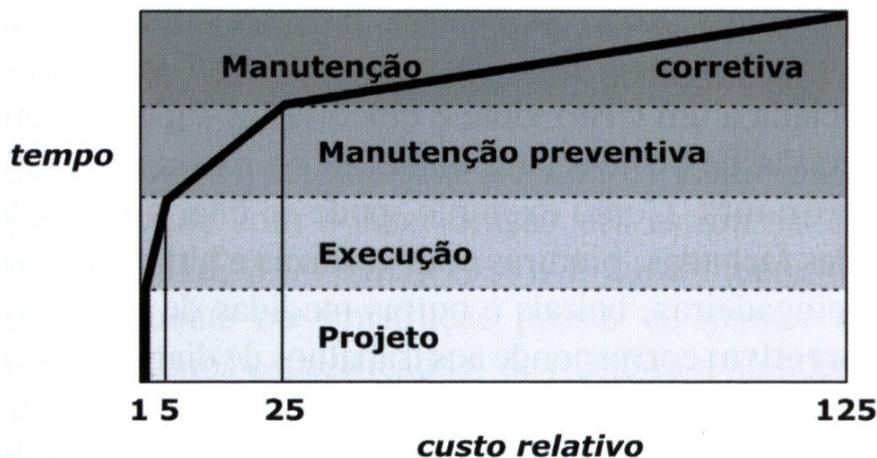
1. INTRODUÇÃO

A falta de uma cultura de manutenção, em especial a preventiva, faz com que os órgãos responsáveis pelas obras públicas, nos níveis federal, estadual e municipal, priorizem apenas a execução, não havendo maiores preocupações com as questões relacionadas à conservação. Isto pode ser constatado através da simples observação das obras de infra-estrutura, especialmente as pontes e viadutos, conhecidas como Obras de Arte Especiais;

A ausência de políticas e estratégias voltadas para a conservação resulta em graves conseqüências, principalmente no que se refere aos riscos causados aos usuários pelos acidentes estruturais ocorridos com OAE's no País.

Deve ser considerado, também, os prejuízos materiais e financeiros do setor produtivo, do setor público e da própria sociedade a quem cabe, em última análise, arcar com os altos custos dos reparos.

A demora em iniciar a manutenção de uma obra torna os reparos mais trabalhosos e onerosos. A lei de evolução dos custos, conhecida como Lei de Sitter, mostra que os custos de correção crescem segundo uma progressão geométrica de razão cinco.

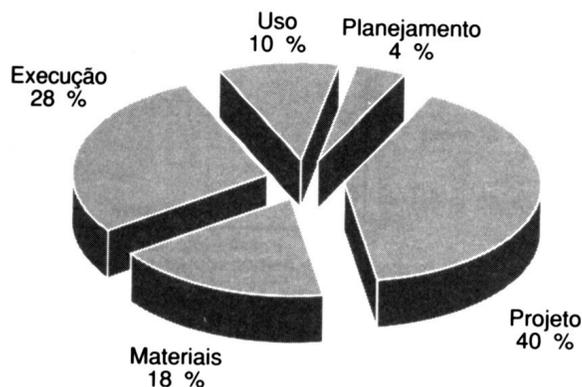


Lei de evolução de custos, Lei de Sitter
(SITTER, 1984 CEB-RILEM).

A União, estados e municípios, com raras exceções, não adotam procedimentos sistemáticos para inspeções e manutenção das Obras de Arte Especiais que compõem as suas malhas viárias.

Isto faz com que tais obras, fundamentais para o desenvolvimento do País, estejam passando por um processo de deterioração cuja evolução ao longo do tempo poderá acarretar na ruína estrutural de significativa parte delas.

As patologias estão diretamente relacionadas com as diversas etapas de produção e uso dessas obras, como pode ser observado na figura seguinte.



Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis.

Tal situação é ainda mais grave no caso das obras mais antigas, que foram projetadas para suportar carregamentos cujos valores se encontram defasados com relação aqueles transmitidos pelos veículos atuais.

Além dos problemas de natureza estrutural, muitas pontes e viadutos estão com o gabarito insuficiente para as condições atuais de tráfego, tornando-se pontos críticos de estrangulamento do fluxo de veículos e de ocorrência de acidentes.

2. MANUTENÇÃO E GESTÃO DE PONTES

Existe um costume, bastante comum, de considerar que a vida das pontes é extraordinariamente longa, talvez até infinita, pela impressão de robustez e solidez que esse tipo de obra transmite.

Mesmo considerando-se que, de modo geral, tais obras representam verdadeiros exemplos de grande durabilidade, na maioria das vezes sob condições de uso totalmente adversas, convém lembrar que elas não são eternas.

A garantia de maior vida útil e de satisfatórios desempenhos estrutural e funcional só será obtida através de uma adequada manutenção, que por sua vez deverá fazer parte de um processo mais amplo de gestão, que identifique, através de vistorias periódicas, as avarias existentes, diagnosticando-as e indicando as ações de recuperação.

Um sistema de gestão de pontes representa um instrumento de fundamental importância, pelo fato de permitir decisões rápidas e eficazes baseadas em parâmetros técnicos e científicos voltados para a otimização do funcionamento e dos custos de manutenção desses importantes patrimônios públicos.

Uma gestão de pontes eficaz deverá basear-se em um rigoroso cadastro de todas as obras nos trechos de sua jurisdição e num programa de vistorias sistemáticas. Deverá, ainda, incluir diversas atividades técnicas, organizacionais e administrativas com o objetivo de instruir e por em prática uma política que contemple a conservação, a recuperação, a ampliação e a substituição de obras.

A eficácia do sistema também dependerá da constante interação entre as seguintes atividades:

- a) desenvolvimento de uma base de dados mais completa possível e facilmente acessível;
- b) atualização permanente das informações cadastrais;
- c) utilização dos dados obtidos para identificar os tipos de intervenção por obra, com estimativas de custos;
- d) qualificação, através de treinamento, de pessoal técnico e administrativo para operar o sistema.

Atualmente é possível o desenvolvimento de sistemas de gestão totalmente informatizados e de fácil manuseio no que se refere à introdução de dados e ao acesso às informações cadastrais.

É importante que o sistema a ser adotado tenha versatilidade suficiente para passar pelas adequações e atualizações que tornem-se necessárias ao longo do tempo.

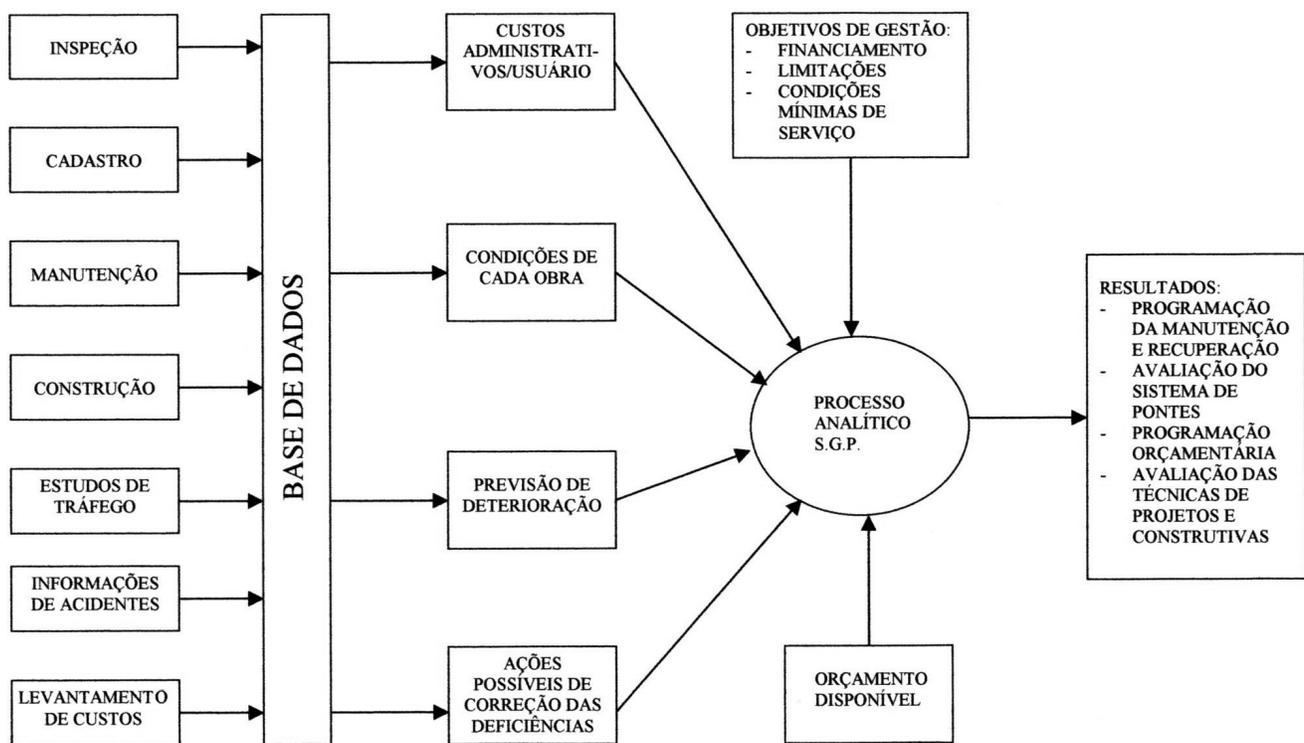


Diagrama de um sistema típico de gestão de pontes.
 Fonte: Luiz M^a Ortega.

3. VISTORIAS DE PONTES

No Brasil as vistorias devem ser feitas conforme a NBR-9452 da ABNT, que dispõe sobre “Vistorias de Pontes e Viadutos de Concreto”.

A NBR-9452 considera os seguintes tipos de vistoria:

a) Vistoria Cadastral

Trata-se de uma vistoria de referência quando são anotados os primeiros elementos relacionados à segurança e durabilidade da obra. Esse tipo de vistoria é complementada com o levantamento dos principais documentos e informações construtivas da obra vistoriada;

b) Vistoria Rotineira

É uma vistoria destinada a manter atualizado o cadastro da obra, devendo ser realizada a intervalos de tempo não superiores a um ano. Esta vistoria também pode ser motivada por ocorrências excepcionais;

c) Vistoria Especial

Vistoria pormenorizada da obra, visual e / ou instrumental, realizada por engenheiro especialista, com a finalidade de interpretar e avaliar ocorrências danosas detectadas pela vistoria rotineira.

FICHA DE INSPEÇÃO CADASTRAL DE OBRAS D'ARTE ESPECIAIS

1. IDENTIFICAÇÃO DA OBRA:	
1.1. Rodovia:	
1.2. Trecho:	
1.3. Sub-trecho:	
1.4. Quilometro:	
1.5. Jurisdição:	
1.6. Denominação:	
1.7. Data da Inspeção:	
1.8. Engenheiro responsável pela inspeção:	

2. INFORMAÇÕES GERAIS:	
2.1. Projetista:	
2.2. Construtora:	
2.3. Data da conclusão da Obra:	
2.4. Trem-tipo Classe:	

3. CARACTERÍSTICAS DA OBRA:	
3.1. Traçado em planta:	<input type="checkbox"/> tangente <input type="checkbox"/> curva
3.2. Traçado em relação ao obstáculo:	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> esconsa, aproximadamente <input type="checkbox"/> °
3.3. Inclinação longitudinal:	<input type="checkbox"/> nível <input type="checkbox"/> rampa
3.4. Inclinação transversal:	<input type="checkbox"/> nível <input type="checkbox"/> inclinada para os dois bordos da pista <input type="checkbox"/> superelevação
3.5. Comprimento total (m):	
3.6. Largura total do tabuleiro:	
3.7. N° de vãos/comprimentos:	
3.8. N° de balanços:	
3.9. N° de faixas de rolamento:	
3.10. Altura máxima dos pilares ou encontros (m):	
3.11. Largura dos acostamentos (m):	<input type="checkbox"/> não existem <input type="checkbox"/> lado direito <input type="checkbox"/> lado esquerdo
3.12. Quantidade de passeios:	<input type="checkbox"/> não existem <input type="checkbox"/> lado direito <input type="checkbox"/> lado esquerdo
3.13. Largura dos passeios (m):	
3.14. Tipo de obstáculos a vencer:	<input type="checkbox"/> rio <input type="checkbox"/> lago <input type="checkbox"/> várzea <input type="checkbox"/> estrada de ferro <input type="checkbox"/> rodovia <input type="checkbox"/> bacia <input type="checkbox"/> vias marginais

4. SUPERESTRUTURA	
4.1. Material:	<input type="checkbox"/> concreto armado <input type="checkbox"/> concreto protendido <input type="checkbox"/> aço <input type="checkbox"/> madeira
4.2. Sistema estrutural	<input type="checkbox"/> vigas retas <input type="checkbox"/> vigas com inércia variável <input type="checkbox"/> laje <input type="checkbox"/> grelha <input type="checkbox"/> caixão celular <input type="checkbox"/> outro
4.3. Quantidade de transversinas:	<input type="checkbox"/> nos apoios <input type="checkbox"/> intermediárias
4.4. Fissuras:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
4.5. Deformações:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
4.6. Falhas de concretagem:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
4.7. Exposição de armaduras:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
4.8. Deterioração do concreto:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não

5. MESOESTRUTURA		
5.1.	Encontros:	<input type="checkbox"/> concreto armado <input type="checkbox"/> concreto ciclópico <input type="checkbox"/> alvenaria de pedras <input type="checkbox"/> extremidades em balanço <input type="checkbox"/> outros
5.2.	Drenagem dos encontros	<input type="checkbox"/> barbacans <input type="checkbox"/> drenos <input type="checkbox"/> outro <input type="checkbox"/> não existe
5.3.	Avarias nos encontros:	<input type="checkbox"/> fissuras <input type="checkbox"/> abatimentos <input type="checkbox"/> exposição de armaduras <input type="checkbox"/> erosão <input type="checkbox"/> outros
5.4.	Pilares:	<input type="checkbox"/> pilar-parede <input type="checkbox"/> pórtico <input type="checkbox"/> rotulado <input type="checkbox"/> outros
5.5.	Geometria dos pilares:	<input type="checkbox"/> circular <input type="checkbox"/> retangular <input type="checkbox"/> poligonal <input type="checkbox"/> outra
5.6.	Seção transversal dos pilares:	<input type="checkbox"/> cheia <input type="checkbox"/> oca
5.7.	Material dos pilares	<input type="checkbox"/> concreto armado <input type="checkbox"/> concreto protendido <input type="checkbox"/> alvenaria de pedras <input type="checkbox"/> concreto ciclópico <input type="checkbox"/> outro

6. INFRAESTRUTURA		
6.1.	Fundações	<input type="checkbox"/> sapatas isoladas <input type="checkbox"/> blocos de concreto ciclópico <input type="checkbox"/> estacas de concreto <input type="checkbox"/> estacas metálicas <input type="checkbox"/> tubulões <input type="checkbox"/> outros
6.2.	Condições atuais:	<input type="checkbox"/> totalmente enterrada <input type="checkbox"/> parcialmente enterrada <input type="checkbox"/> totalmente exposta <input type="checkbox"/> submersa
6.3.	Anomalias identificadas:	<input type="checkbox"/> fissuras <input type="checkbox"/> deformações <input type="checkbox"/> exposição de armaduras <input type="checkbox"/> lixiviação <input type="checkbox"/> recalques <input type="checkbox"/> erosão

7. APARELHOS DE APOIO		
7.1.	Tipos:	<input type="checkbox"/> placas de chumbo <input type="checkbox"/> rótula metálica <input type="checkbox"/> rótula de concreto <input type="checkbox"/> Neoprene <input type="checkbox"/> pêndulo <input type="checkbox"/> outro <input type="checkbox"/> não existe

8. ELEMENTOS COMPLEMENTARES		
8.1.	Pavimento	<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> concreto <input type="checkbox"/> outro <input type="checkbox"/> não existe
8.2.	Guarda-rodas	<input type="checkbox"/> barreira de concreto <input type="checkbox"/> guarda-rodas nos passeios <input type="checkbox"/> outro
8.3.	Drenagem do tabuleiro	<input type="checkbox"/> existe <input type="checkbox"/> não existe
8.4.	Tipo de drenagem	<input type="checkbox"/> barbacans <input type="checkbox"/> outros
8.5.	Pingadeiras	<input type="checkbox"/> existe <input type="checkbox"/> não existe
8.6.	Juntas de dilatação	<input type="checkbox"/> existe <input type="checkbox"/> não existe
8.7.	Lajes de aproximação	<input type="checkbox"/> existe <input type="checkbox"/> não existe
8.8.	Guarda-corpo	<input type="checkbox"/> concreto <input type="checkbox"/> metálico <input type="checkbox"/> outro
8.9.	Situação do guarda-corpo	<input type="checkbox"/> bom estado <input type="checkbox"/> deteriorado <input type="checkbox"/> danificado <input type="checkbox"/> parcialmente destruído <input type="checkbox"/> totalmente destruído
8.10.	Aterro das cabeceiras	<input type="checkbox"/> íntegros <input type="checkbox"/> pequena erosão <input type="checkbox"/> grande erosão <input type="checkbox"/> protegidos <input type="checkbox"/> não protegidos
8.11.	Proteção dos aterros	<input type="checkbox"/> alas <input type="checkbox"/> gabiões <input type="checkbox"/> terra armada <input type="checkbox"/> outros

9. CROQUI

- 9.1. Seção Transversal
- 9.2. Vista Longitudinal
- 9.3. Outros detalhes

10. DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Significativa parcela das Obras de Arte Especiais das malhas rodoviárias federal, estaduais e municipais apresenta problemas patológicos decorrentes da falta de manutenção.

Os problemas patológicos podem ser classificados em dois tipos: os que afetam as condições de serviço e funcionamento da obra e os que afetam as condições de segurança estrutural.

Torna-se necessário a adoção de medidas urgentes voltadas para a manutenção das OAE's, que contemplem:

- Vistorias periódicas
- Qualificação de equipes técnicas
- Cadastro das obras
- Implantação de sistemas de gestão
- Planejamento e previsão orçamentária para os serviços de manutenção e recuperação

Na elaboração de novos projetos devem ser previstas medidas com o objetivo de aumentar a durabilidade das estruturas e de dotá-las de disposições construtivas que permitam e facilitem as ações de recuperação e manutenção.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABNT. NBR-9452 – **Vistorias de Pontes e Viadutos de Concreto** – 1986
- ABNT. NBR-5674 – **Manutenção de edificações – Procedimentos** – 1999
- DEGUSA – **Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto** – Red. Rehabilitar, editores, São Paulo, 2003
- HELENE, Paulo – **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto** – Pini Editora, São Paulo, 1992
- MARRECOS, José – **A Concepção e a durabilidade das pontes de concreto protendido** – Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 2001
- ORTEGA, L. M. – **Inspeccion e inventário de puentes** – Simpósio Nacional sobre conservacion, rehabilitacion y gestion de puentes, Madrid, 1991
- VITÓRIO, A., Ramos Jr. – **Inspeção e Diagnóstico Para Recuperação de Pontes Rodoviárias** – DER-PE 1992
- VITÓRIO, A. – **Pontes Rodoviárias – Fundamentos, Conservação e Gestão** – CREA-PE - 2002

6. ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS



Foto 01 – Acentuado desgaste do concreto do tabuleiro com exposição e oxidação das armaduras das vigas principais. O pilar-parede apresenta sinais de lixiviação do concreto.



Foto 02 – Detalhe da oxidação das armaduras longitudinais das vigas e destruição das armaduras transversais.



Foto 03 – Exposição das estacas de fundação e lixiviação do concreto do pilar e do bloco.



Foto 04 – Ação da umidade no concreto do tabuleiro e destruição de trecho do guarda-corpo.



Foto 05 – Oxidação da armadura longitudinal no meio do vão da viga principal, com perda da aderência e destruição dos estribos.



Foto 06 – Vista inferior do tabuleiro. Observa-se a degradação do concreto das vigas, lajes e transversinas e a exposição das armaduras oxidadas.



Foto 07 – Guarda corpo destruído e sem reposição ao longo do tempo.



Foto 08 – Vista geral da ponte, submetida ao tráfego pesado e sem oferecer condições de segurança aos usuários.



Foto 09 – Eflorescência na face inferior de laje inferior de viaduto, causada pelo acúmulo de água no interior do caixão celular.



Foto 10 – Deterioração no apoio de viaduto, provocado pela ação da umidade proveniente de infiltração na junta.



Foto 11 – Detalhe de junta em pilar intermediário do viaduto, com constante infiltração sobre os aparelhos de apoio.



Foto 12 – Junta de dilatação com abertura exagerada e total falta de manutenção. Observar também o desgaste do pavimento asfáltico.



Foto 13 – Ruptura de aterro em um dos acessos da ponte, agravada pela ausência da laje de transição.



Foto 14 – Ponte construída na década de 40, em estado de pré-ruptura. A obra desabou por ocasião de uma cheia em 2004.



Foto 15 – Ruptura de uma ponte antiga, causada pelo tombamento do muro de arrimo de uma das cabeceiras sobre os pilares.



Foto 16 – Detalhe da mudança do leito do rio ao longo dos anos, gerando uma descondição não prevista no projeto, que acelerou a erosão dos aterros e a ruptura da estrutura.



Foto 17 – Pontilhão na zona rural sem apresentar as mínimas condições de segurança para os usuários.



Foto 18 – Destruição de aterro em uma das cabeceiras, devido a cheia no rio.

RODOVIA: PE-050
PONTE SOBRE O RIO TAPACURÁ



Foto 19 – Detalhe do aterro destruído e sua reconstrução.



Foto 20 – Aspecto geral da falta de conservação de viaduto.



Foto 21 – Umidade generalizada próxima ao apoio do viaduto, observando-se infiltração pela junta e vegetação junto aos aparelhos de apoio.



Foto 22 – Fissuras em pilar de viaduto, com configuração semelhante aos efeitos da expansão provocada pela reação álcali-agregado.



Foto 23 – Fissuras em pilar de viaduto, com configuração semelhante aos efeitos da expansão provocada pela reação álcali-agregado.



Foto 24 – Fissuras em pilar de viaduto, com configuração semelhante aos efeitos da expansão provocada pela reação álcali-agregado.



Foto 25 – O porte da vegetação, na junta sobre o apoio do viaduto, demonstra a total falta de manutenção desta obra.



Foto 26 – Ação da umidade sobre os pilares provocada pela infiltração de água nas juntas do tabuleiro.



Foto 27 – Detalhe da vegetação de grande porte nas juntas e apoios do viaduto.



Foto 28 – Detalhe da vegetação de grande porte nas juntas e apoios do viaduto.



Foto 29 – Detalhe da vegetação de grande porte nas juntas e apoios do viaduto.