

## Proposta para um Sistema de Inspeção e Manutenção dos Túneis da Cidade do Recife

Felipe José Meira da Fonte (1); José Afonso Pereira Vitória (2)

(1) *Engenheiro Civil, estudante de pós-graduação em Inspeção, Manutenção e Recuperação de Estruturas da Universidade de Pernambuco.*

*email: [felipefonte@hotmail.com](mailto:felipefonte@hotmail.com)*

(2) *Engenheiro Civil; professor convidado da disciplina "Reforço e Recuperação de Estruturas de Pontes e Viadutos" da pós-graduação da Escola Politécnica de Pernambuco; Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade do Porto/Portugal.*

*email: [vitorioemelo@terra.com.br](mailto:vitorioemelo@terra.com.br)*

### RESUMO

No sistema viário da cidade do Recife existem atualmente três túneis rodoviários, todos de construção relativamente recente. Os sistemas estruturais guardam semelhanças entre si, pelo fato de serem semienterrados e em concreto armado, diferenciando-se principalmente em relação às suas dimensões.

Como estão situados em áreas cujos tráfegos são intensos, constituem-se em peças vitais para o escoamento de vias fundamentais da cidade. Porém, é possível observar que estas obras de infraestrutura urbana já apresentam visíveis sinais de deterioração estrutural, causada principalmente pela ausência de manutenção preventiva por parte da Prefeitura do Recife, responsável pela construção e administração das mesmas. Neste sentido, este artigo propõe que seja elaborado um Sistema de Inspeção e Manutenção para os mesmos, de modo que permita a detecção e correção das avarias estruturais antes que elas evoluam e constituam-se em riscos para os usuários, além de terem os custos de correção bastante aumentados.

De modo geral, os três túneis apresentam diversas manifestações patológicas como: eflorescências, fissuras na estrutura e no pavimento, infiltrações, deficiências de juntas, etc. Isto comprova a necessidade da elaboração do Sistema de Manutenção que constará de planilha apropriada para as inspeções rotineiras e de diagnósticos emitidos por engenheiros qualificados, inclusive com a realização de ensaios de laboratório que possam aferir a qualidade e a resistência atual dos materiais utilizados nos túneis, de modo a mantê-los sempre funcionais e seguros para os usuários.

**Palavras-chave:** túneis, patologias, manutenção, durabilidade, estruturas.

## INTRODUÇÃO

Os três túneis rodoviários em utilização na cidade do Recife são equipamentos urbanos de pequena extensão, porém, com grande fluxo diário, além de grande importância no sistema viário do entorno, devido em grande parte a insuficiência da malha rodoviária existente na cidade, por sua vez provocada pela falta de planejamento urbano aliado a grande quantidade de automóveis em circulação na Região Metropolitana do Recife (RMR).

O túnel de maior extensão, denominado Prefeito Augusto Lucena, foi construído no ano de 1997 no bairro de Boa Viagem. Ele é constituído por duas estruturas paralelas em sentidos de tráfego inversos, com a intenção de desafogar o trânsito de vias arteriais importantes na ligação da Zona Sul ao Centro do Recife.

Atualmente, com o crescimento de automóveis em circulação na cidade, esse túnel, que é semienterrado e se desenvolve por baixo do Viaduto Tancredo Neves, se encontra em precárias condições de manutenção, impossibilitando em alguns casos o tráfego em seu interior.

Outra obra estudada e que se desenvolve por baixo da Ponte Prof. Lima de Castilho no bairro da Ilha do Retiro, também na forma semienterrada, é o Túnel Chico Science. Concebido com a intenção de melhorar o trânsito entre as Av. Engenheiro Abdias de Carvalho e Av. Gov. Agamenon Magalhães, ele é o que apresenta melhor estado de conservação, além de ser o de menor extensão também.

O Túnel do Pina, localiza-se no bairro de mesmo nome, sob a Av. Herculano Bandeira, sendo finalizada sua construção no ano de 2008 para viabilização da primeira etapa de uma via expressa na região, denominada Via Mangue, a ser desenvolvida até o ano de 2013 para melhoria do trânsito entre o centro e o subúrbio.

Apesar de ser um túnel recentemente construído, ele já apresenta diversos sintomas de deterioração relacionados inclusive à falta de manutenção, sendo ele o túnel com o maior número de manifestações patológicas detectadas entre todos analisados.

As manifestações patológicas detectadas em cada um dos túneis fundamentam a elaboração de uma proposta de inspeção e manutenção para as estruturas, visando dotá-los de segurança e de funcionalidade exigidas pelos padrões nacionais e internacionais atualmente em vigor, garantindo uma maior vida útil para os mesmos.

## MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE TÚNEIS

### Conceitos básicos

Manutenção, em qualquer uma de suas modalidades, consiste em reunir atividades técnicas que garantam a funcionalidade de uma obra ou equipamento, evitando a diminuição da sua vida útil, seja na forma de prevenção ou correção, para assim garantir o desempenho visado na sua concepção.

Se existe uma forte necessidade de se implantar sistemas de manutenção em obras de qualquer nível ou tipo de utilização, no caso de obras públicas, mais especialmente em túneis, a questão da manutenção se torna ainda mais importante, primeiramente porque há grande circulação de usuários, que leva a uma degradação natural do equipamento e tendo em vista que são estruturas fechadas, submetidas a fortes ações agressivas como infiltrações, subpressões, entre outras ações agressivas esse sistema de prevenção se torna algo ainda mais importante. Sem considerar que são estruturas com grande circulação de veículos, podendo uma intercorrência (acidente) provocar a obstrução dessa circulação e prejudicar toda uma malha de transportes dependente de tais equipamentos.

Sistemas como túneis necessitam de um plano de manutenção com uma gestão bem qualificada para evitar danos maiores e com proporções quase sempre catastróficas, podendo paralisar uma cidade.

No Brasil, de um modo geral, os túneis pertencem às malhas rodoviárias/ferroviárias federais, estaduais ou municipais, de modo que as manutenções de tais equipamentos são realizadas por essas três instâncias de poderes através de órgãos públicos ou por meio de concessionárias. Esta última, com a implantação nos últimos anos no Brasil da política de concessões de rodovias, torna-se a gerenciadora das manutenções dos túneis existentes nesses trechos, criando técnicas específicas de acordo com o sistema construtivo de cada túnel.

Independentemente de qualquer posicionamento político sobre a validade ou não das concessões, é inegável que houve uma considerável melhoria de qualidade na conservação das rodovias com suas respectivas obras de arte especiais, entre elas os túneis.

No caso das rodovias que continuam sob a gestão pública percebe-se que ainda existe uma grande deficiência de manutenção, gerada pela falta de recursos e também por uma cultura que prioriza a construção de obras novas em detrimento da conservação de obras existentes.

Essa deficiência na manutenção dos túneis se deve em grande parte a escassez de normas brasileiras específicas para manutenção completa de túneis, apenas para ocasiões como: Proteção contra incêndio em túneis (ABNT NBR 1566:2009), ou também: Sistemas de segurança contra incêndio em túneis – Ensaio, comissionamento e inspeções (ABNT NBR 15775:2009), que especificam requisitos a apenas um determinado risco de segurança em túneis, o incêndio. Ao contrário verifica-se no caso de pontes e edifícios, que há anos contam com normas específicas de manutenção, daí a importância da elaboração de pelo menos uma proposta de procedimentos para inspeção e manutenção de túneis.

Nos estados de São Paulo, que na capital tem a responsabilidade da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) e no Rio de Janeiro, sob a responsabilidade da Linha Amarela (Lamsa), encontram-se os modelos mais modernos de manutenção de túneis no Brasil; são modelos geridos por empresas concessionárias ou comissionárias, muitas vezes, que conservam e administram as respectivas malhas rodoviárias com procedimentos específicos e aprimorados na própria empresa.



Foto 1 – Interdição pela CET para manutenção preventiva do Túnel Ayrton Senna em São Paulo.

São realizadas, nesses casos, manutenções preventivas com frequência e sempre são levadas ao conhecimento da população, além de serem normalmente realizadas durante a madrugada, período que não há trânsito intenso de veículos.

Em outros países há um destaque especial para os modelos europeus, em especial aqueles utilizados na República Tcheca, França e Alemanha, que observam a diretiva da Comunidade Europeia 2004/54/EC, que estabelece uma série de procedimentos a serem realizados, baseados nas prevenções de acidentes e redução das suas consequências.

Destacam-se também os modelos utilizados nos Estados Unidos da América (EUA) e no Japão. Nos EUA, há procedimentos específicos em cada estado da federação e uma grande atuação nos túneis rodoviários, como em Nova York que em dias úteis transporta 1.700.000 passageiros, necessitando com isso, a realização de inspeção na forma programada visual, com definição de áreas específicas.

No Japão há inspeções nos túneis classificadas em ações primárias e secundárias, sendo realizada inclusive através de equipamentos de inspeção não-destrutivos, como georadar e câmeras infravermelhas. protensão limitada, pelo fato de possibilitar soluções mais econômicas.

## **SITUAÇÃO ATUAL DOS TÚNEIS DO RECIFE**

### **Túnel Prefeito Augusto Lucena**

O Túnel Prefeito Augusto Lucena foi inaugurado no ano de 1997 e está localizado no bairro de Boa Viagem, sob o Viaduto Tancredo Neves, sendo constituído por duas estruturas paralelas, em sentidos contrários de tráfego, divididas por um canal de regularização de maré, o Canal do Rio Jordão.



Foto 2 – Vista da entrada da Estrutura Marginal Direita do Túnel Prefeito Augusto Lucena.

Estas estruturas são denominadas de Estrutura Marginal Esquerda e Estrutura Marginal Direita, ambas são revestidas internamente por placas de concreto e pavimento em concreto, porém suas extensões são diferenciadas de 279,5m para a estrutura marginal esquerda e 314,5m para a estrutura marginal direita, por ocasião da largura do viaduto que o gabarita.

A largura de ambas são iguais a 10,9m, sendo a altura limite de acesso para veículos de 4,0m.

Sua fundação, segundo consulta ao projeto, é um quadro fechado cujo o mesmo funciona como um radier, acrescido de abas externas para combater as ações de subpressão.

| Resumo das Características Técnicas – Estrutura Marginal Esquerda |                    |
|---|--------------------|
| Extensão  | 279,5m             |
| Largura   | 10,90m             |
| Altura limite   | 4,0m               |
| Tipo de Fundação  | Radier             |
| Material  | Concreto armado    |
| Forma   | Semienterrado      |
| Tipo de Juntas  | Jeene              |
| Tipo de Pavimentação  | Placas de concreto |

Tabela 1 – Resumo da estrutura do Túnel Prefeito Augusto Lucena – Marginal Esquerda.

| Resumo das Características Técnicas – Estrutura Marginal Direita |                    |
|--|--------------------|
| Extensão   | 314,5 m            |
| Largura  | 10,90 m            |
| Altura limite  | 4,0m               |
| Tipo de Fundação   | Radier             |
| Material   | Concreto armado    |
| Forma  | Semienterrado      |
| Tipo de Juntas   | Jeene              |
| Tipo de Pavimentação   | Placas de concreto |

Tabela 2 – Resumo da estrutura do Túnel Prefeito Augusto Lucena – Marginal Direita.

Neste túnel foram evidenciadas diversas manifestações patológicas, que estão discriminadas a seguir, porém, é necessário ressaltar que o que mais chamou a atenção neste equipamento urbano foi a condição de utilização da sua laje por habitações populares, resultantes de uma invasão iniciada por palafitas nas paredes do túnel voltada para o canal que divide as duas estruturas.

As pessoas que iniciaram a construção dos casebres foram estimuladas pela existência de uma antiga comunidade no entorno do túnel com ocupação desordenada e que após a sua construção, cerca de um ano, foi visualizando a sua laje como uma área de ocupação “ideal” para se criar moradias. Famílias que moravam nessa comunidade cresciam e para não se distanciarem dos familiares, se instalavam ali mesmo, além de haver uma intensa atividade de reciclagem de resíduos sólidos próximo ao túnel que contribui ainda mais para a invasão do local.



Foto 3 e 4 – Visão panorâmica das habitações irregulares instaladas sobre a laje do Túnel Prefeito Augusto Lucena.

| <b>Resumo de Manifestações Patológicas do Túnel Prefeito Augusto Lucena</b> |   |
|---|---|
| 1   | Percolação d'água na laje de entrada e saída das estruturas   |
| 2   | Infiltrações e manchamento nas juntas horizontais e verticais |
| 3   | Presença de fungos por toda a estrutura                       |
| 4   | Fissuras no pavimento   |
| 5   | Infiltrações generalizadas                                    |
| <b>Problemas identificados por falta de manutenção</b>                      |   |
| 1   | Instalações elétricas por meio de gambiarras                  |
| 2   | Instalação de eletrodutos corrugados no espaço de juntas      |
| 3   | Presença de vegetação rasteira na cobertura das estruturas    |
| 4   | Ausência ou fechamento de grades para entrada de ar           |
| 5   | Calçadas quebradas  |
| 6   | Dificuldade para drenagem                                     |

Tabela 3 – Resumo de manifestações patológicas e problemas identificados por falta de manutenção no Túnel Prefeito Augusto Lucena



Foto 5 e 6 – Instalação de eletrodutos corrugados no berço destinado às juntas e registro de drenagem insuficiente após 72 horas do término de chuva intensa.

## Túnel Chico Science

O Túnel Chico Science foi construído no ano de 2000, no bairro da Ilha do Retiro, para a melhoria do trânsito local, bastante complicado há anos. Ele se apresenta com seção retangular na forma semienterrada e foi revestido também em placas de concreto, sendo parte da laje de cobertura o próprio tabuleiro da Ponte Prof. Lima de Castilho, sob a qual ele está localizado.



Foto 7 e 8 – Vista da externa da entrada e vista interna do Túnel Chico Science.

| Resumo das Características Técnicas |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Extensão                            | 92,7m               |
| Largura                             | 22,2m               |
| Altura limite                       | 4,5m                |
| Tipo de Fundação                    | Estacas Tipo Franki |
| Material                            | Concreto armado     |
| Forma                               | Semienterrada       |
| Tipo de Juntas                      | Jeene               |
| Tipo de Pavimentação                | CBUQ                |

Tabela 4 – Resumo da estrutura do Túnel Chico Science.

Também foram evidenciadas diversas manifestações patológicas neste túnel, como as características manchas de percolação d'água na laje, devido a lixiviação da água da chuva, perceptível nas duas extremidades da estrutura, assim como ocorre no Túnel Prefeito Augusto Lucena, inclusive neste caso, já produzindo uma certa quantidade de lodo localizado, além de casos mais graves como a degradação da área externa da estrutura, completamente tomada por lodo (parte escura), devido ao acúmulo d'água em conjunto com a poluição local e a drenagem insuficiente causando transtornos em dias de chuva.



Foto 9 e 10 – Presença de lodo na fachada, percolação d'água pela laje e cobogós quebrados na estrutura para ventilação.



Foto 11 – Presença de lodo na laje, devido a lixiviação da água da chuva.



Foto 12 – Drenagem insuficiente

| Resumo de Manifestações Patológicas do Túnel Chico Science |  |
|--|--|
| 1  | Percolação d'água na entrada e saída das estruturas                                  |
| 2  | Presença de lodo e microfissuras de forma generalizada na parte externa da estrutura |
| 3  | Infiltrações localizadas nos encontros de lajes e vigas                              |
| 4  | Presença de fungos por toda a estrutura  |
| Problemas identificados por falta de manutenção            |  |
| 1  | Cobogós quebrados  |
| 2  | Drenagem insuficiente  |
| 3  | Placas de concreto no revestimento do túnel danificadas                              |

Tabela 5 – Resumo de manifestações patológicas e problemas identificados por falta de manutenção no Túnel Chico Science.

## Túnel do Pina

O Túnel do Pina inaugurado em 2007, foi construído no bairro de mesmo nome sob a Avenida Herculano Bandeira, para criar um acesso a uma nova via expressa no Recife a ser implantada no Parque dos Manguezais, chamada de Via Mangue (1ª Etapa da Via Mangue).

A sua estrutura é feita em concreto armado e também apresenta uma geometria retangular semienterrada, com paredes diafragma de concreto para contenção dos empuxos laterais de terra.



Foto 12 e 13 – Vistas da entrada do Túnel do Pina.

| Resumo das Características Técnicas |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| Extensão                            | 181m                 |
| Largura                             | 12,2m                |
| Altura limite                       | 4,5m                 |
| Tipo de Fundação                    | Estacas pré-moldadas |
| Material                            | Concreto Armado      |
| Forma                               | Semienterrada        |
| Tipo de Juntas                      | Jeene                |
| Tipo de Pavimentação                | CBUQ                 |

Tabela 6 – Resumo da estrutura do Túnel Chico Science.

No Túnel do Pina, o mais recentemente construído dos três, comprovou-se manifestações patológicas características de estruturas com idade mais avançada, que comprometem não somente a estética como também a sua funcionalidade.

O que se evidencia primeiramente é o excesso de manchas e lodo presente na estrutura de acesso ao túnel, aliada a fissuras em forma de mapa que se prolonga para as pérgolas, que apresentam função estrutural no contraventamento das paredes de acesso ao túnel.

Posteriormente apresenta-se na laje principal e talvez seja a situação mais grave desse túnel, infiltrações, eflorescências e estalactites, que aumentam significativamente a sua presença com o passar do tempo.

Atualmente apresenta-se também um deslocamento de 2,2 centímetros na parede diafragma de acesso à esquerda do túnel, perceptível na alça de acesso que liga as Av. Engº Antônio de Góis e Av. Herculano Bandeira.



Foto 14 – Paredes de acesso ao túnel e pérgolas lixiviadas com presença de fissuras em forma de mapa.



Foto 15 e 16 – Laje principal do Túnel do Pina, com presença de infiltrações, eflorescências e estalactites e deslocamento de 2,2cm de parede diafragma.

| <b>Resumo de Manifestações Patológicas do Túnel do Pina</b> |   |
|---|---|
| 1   | Percolação d'água na laje de entrada e saída da estrutura       |
| 2   | Presença de lodo na estrutura externa de forma generalizada     |
| 3   | Fissuras em forma de mapa nas paredes diafragma na área externa |
| 4   | Deslocamento de parede diafragma                                |
| 5   | Estalactites, eflorescências e infiltrações na laje             |
| 6   | Infiltrações internas localizadas                               |
| 7   | Infiltrações internas nos encontros de vigas e lajes            |
| 8   | Infiltrações pontuais na área externa                           |
| <b>Problemas identificados por falta de manutenção</b>      |   |
| 1   | Lixo na calha de drenagem                                       |

Tabela 7 – Resumo de manifestações patológicas e problemas identificados por falta de manutenção no Túnel do Pina.

---

## **SISTEMA PROPOSTO PARA INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS TÚNEIS DO RECIFE**

### **Conceituação**

Diante da situação atual dos túneis da cidade do Recife cujas manifestações patológicas já começam a dificultar e até impedir em determinadas condições o fluxo de veículos com graves implicações na rotina dos usuários desses equipamentos, torna-se necessária a implantação de um sistema de manutenções, de modo a permitir a programação de todas as ações preventivas e corretivas, necessárias ao bom funcionamento dos mesmos.

Esse sistema poderá permitir decisões rápidas e eficazes em informações técnicas baseadas em inspeções realizadas por profissionais especializados e devidamente treinados.

As inspeções rotineiras poderão ser realizadas simplesmente de modo visual, sem a necessidade de instrumentos, porém em determinadas situações serão necessárias análises mais aprofundadas que implicarão na realização de ensaios de laboratório e em medições de equipamentos mais sofisticados, dependendo da gravidade detectada.

### **Ações sugeridas para a implantação de sistema de manutenção**

- A) Implantação de um rigoroso banco de dados com informações cadastrais referentes a todos os problemas observados de modo a subsidiar a identificação, por túnel, dos tipos de intervenções necessárias para garantir uma adequada manutenção;
- B) Qualificação do pessoal técnico e administrativo para realizar vistorias e operar o sistema de manutenção proposto. Esta qualificação é fundamental para garantir a eficácia do sistema;
- C) Planejamento das ações, indicando a escala de prioridades e cada tipo de intervenção a ser realizada para cada túnel;
- D) Criação de um cronograma de intervenções permanentemente atualizado;
- E) Previsão orçamentária anual para realização das obras de conservação.

O atual estágio de avanço tecnológico permite a elaboração de um sistema de manutenção totalmente informatizado e de fácil manuseio, para introdução dos dados colhidos em campo e o acesso às informações cadastrais.

As vistorias de manutenção preventiva serão realizadas com a utilização de uma planilha devidamente elaborada para esta finalidade. A Figura 1 mostra o modelo da planilha.

| FICHA DE INSPEÇÃO CADASTRAL DE TÚNEIS |                                      |  |   |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| <b>1. IDENTIFICAÇÃO</b>               |                                      |  |   |
| 1.1                                   | Rodovia/Logradouro                   |  |   |
| 1.2                                   | Trecho                               |  |   |
| 1.3                                   | Sub-trecho                           |  |   |
| 1.4                                   | Quilômetro                           |  |   |
| 1.5                                   | Jurisdição                           |  |   |
| 1.6                                   | Denominação                          |  |   |
| 1.7                                   | Data da Inspeção                     |  |   |
| 1.8                                   | Engenheiro responsável pela inspeção |  |   |
| <b>2. INFORMAÇÕES GERAIS</b>          |                                      |  |   |
| 2.1                                   | Projetista                           |  |   |
| 2.2                                   | Construtora                          |  |   |
| 2.3                                   | Data da conclusão da obra            |  |   |
| 2.4                                   | Modelo                               | <input type="checkbox"/> enterrado   | <input type="checkbox"/> semi-enterrado <input type="checkbox"/> escavado em rocha <input type="checkbox"/> subaquático |
| <b>3. CARACTERÍSTICAS DA OBRA</b>     |                                      |  |   |
| 3.1                                   | Comprimento total (m)                |  |   |
| 3.2                                   | Largura (m)                          |  |   |
| 3.3                                   | Traçado em planta                    | <input type="checkbox"/> retilíneo   | <input type="checkbox"/> em curva <input type="checkbox"/> retilíneo e em curva   |
| 3.4                                   | Altura (m)                           |  |   |
| 3.5                                   | Profundidade (m)                     |  |   |
| 3.6                                   | Existência de acostamento            | <input type="checkbox"/> Sim   | <input type="checkbox"/> Não  |
| 3.7                                   | Existência de passeios               | <input type="checkbox"/> Sim, sua largura é: [ ] metros? <input type="checkbox"/> Não  |   |
| 3.8                                   | Quantidade de passeios               |  |   |
| 3.9                                   | Localização do(s) passeio(s)         | <input type="checkbox"/> lat. esq.   | <input type="checkbox"/> lat. dir. <input type="checkbox"/> laterais e no meio <input type="checkbox"/> só no meio      |
| <b>4. SUPERESTRUTURA</b>              |                                      |  |   |
| 4.1                                   | Material                             | <input type="checkbox"/> concreto armado <input type="checkbox"/> concreto jateado <input type="checkbox"/> aço <input type="checkbox"/> madeira   | <input type="checkbox"/> concreto protendido  |
| 4.2                                   | Sistema estrutural                   | <input type="checkbox"/> vigas <input type="checkbox"/> vigas-pilares <input type="checkbox"/> vigas com inércia variável                          | <input type="checkbox"/> laje <input type="checkbox"/> outro  |
| 4.3                                   | Quantidade de juntas verticais       |  |   |
| 4.4                                   | Espaçamento das juntas verticais (m) |  |   |
| 4.5                                   | Material das juntas verticais        |  |   |
| 4.6                                   | Integridade das juntas verticais     | <input type="checkbox"/> Sim   | <input type="checkbox"/> Não, quais avarias?  |
| 4.7                                   | Fissuras                             | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.8                                   | Deformações                          | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.9                                   | Flecha                               | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.10                                  | Falhas de concretagem                | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.11                                  | Infiltrações/lixiviação              | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.12                                  | Percolação d'água                    | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.13                                  | Acúmulo de água                      | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.14                                  | Exposição de armadura                | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.15                                  | Deterioração do concreto             | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.16                                  | Presença de fungos                   | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.17                                  | Eflorescência                        | <input type="checkbox"/> Não   | <input type="checkbox"/> Sim Onde:  |
| 4.18                                  | Integridade do sistema de ventilação | <input type="checkbox"/> Sim   | <input type="checkbox"/> Não, quais avarias?  |
| 4.19                                  | Drenagem                             | <input type="checkbox"/> Sim   | <input type="checkbox"/> Não, quais avarias?  |
| <b>5. MESOESTRUTURA</b>               |                                      |  |   |
| 5.1                                   | Material                             | <input type="checkbox"/> concreto armado <input type="checkbox"/> concreto projetado <input type="checkbox"/> aço <input type="checkbox"/> madeira | <input type="checkbox"/> concreto protendido  |
| 5.2                                   | Pilares                              | <input type="checkbox"/> pilar-parede <input type="checkbox"/> pórtico <input type="checkbox"/> outros   |   |
| 5.3                                   | Geometria dos pilares                | <input type="checkbox"/> retangular <input type="checkbox"/> circular <input type="checkbox"/> poligonal <input type="checkbox"/> outra            |   |
| 5.4                                   | Seção transversal dos pilares        | <input type="checkbox"/> preenchida <input type="checkbox"/> oca   |   |
| <b>6. INFRAESTRUTURA</b>              |                                      |  |   |
| 6.1                                   | Fundações                            | <input type="checkbox"/> estacas de concreto <input type="checkbox"/> blocos de concreto ciclópico <input type="checkbox"/> sapatas isol.          | <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 exposta <input type="checkbox"/> exposta por completo          |   |
| 6.3                                   | Anomalias identificadas              | <input type="checkbox"/> submersa <input type="checkbox"/> natural   |   |
|                                       |                                      | <input type="checkbox"/> fissurações, qual tipo?   | <input type="checkbox"/> exposição de armaduras   |
|                                       |                                      | <input type="checkbox"/> recalques   | <input type="checkbox"/> deformações <input type="checkbox"/> erosão  |
| <b>7. ELEMENTOS COMPLEMENTARES</b>    |                                      |  |   |
| 7.1                                   | Pavimentação                         | <input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> concreto <input type="checkbox"/> paralelepípedo <input type="checkbox"/> outro          |   |
| 7.2                                   | Guarda-rodas                         | <input type="checkbox"/> barreira de concreto <input type="checkbox"/> guarda-rodas nos passeios <input type="checkbox"/> outro                    | <input type="checkbox"/> não existe   |
| 7.3                                   | Tipo de drenagem interna             | <input type="checkbox"/> gravidade <input type="checkbox"/> bombeamento  |   |
| 7.4                                   | Tipo de drenagem externa             | <input type="checkbox"/> gravidade <input type="checkbox"/> bombeamento  |   |
| 7.5                                   | Integridade das bombas de drenagem   | <input type="checkbox"/> Sim   | <input type="checkbox"/> Não, quais avarias?  |
| 7.6                                   | Integridade da instalação elétrica   | <input type="checkbox"/> Sim   | <input type="checkbox"/> Não, quais avarias?  |
| 7.7                                   | Presença de vegetação                | <input type="checkbox"/> Sim   | <input type="checkbox"/> Não, quais os locais?  |

Figura 1 – Ficha de Inspeção Cadastral de Túneis

## CONCLUSÃO

Este Artigo faz parte da Monografia de Conclusão do Curso de Especialização em Inspeção, Manutenção e Recuperação de Estruturas da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE) e tem como principal objetivo contribuir para a melhoria das condições de conservação dos túneis da cidade do Recife, entendendo que a conservação e manutenção das obras de engenharia devem ser vistas dentro de um contexto mais abrangente, que mesmo fugindo do escopo deste trabalho representa um esforço para a mudança da “cultura da não conservação” tão arraigada no setor público que gasta tempo e recursos para execução de novas obras mas não dá devida importância à manutenção das obras existentes. Ao contrário de outros países, onde a ideia de conservação traz implícita a noção de patrimônio público, de algo produzido coletivamente e que deve ser cuidado para melhor utilização por parte da população.

Nesse sentido, a ideia de conservação de obras públicas, como os túneis do Recife constituem um conjunto de valores inestimáveis para a população da cidade, sendo uma necessidade a implantação de um sistema de manutenção como o proposto neste trabalho, para garantir a durabilidade dos equipamentos públicos analisados.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. G. P.. **Manifestações Patológicas Causadas por Ocupações e Interferências Externas em Viadutos, Pontes e Passarelas**, Monografia do Curso de Especialização em Inspeção, Manutenção e Recuperação de Estruturas da Universidade de Pernambuco, Recife, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, Rio de Janeiro, 2003.

DNER. **Manual de Inspeção de Obras de Arte Especiais**, Rio de Janeiro, 1994.  
LEMO, K. B. Q.. **Manutenção e Reabilitação de Túneis**, Dissertação de Mestrado em Geologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

LESSA, A. K. M. C.; SOUZA, H. L.. **Gestão da manutenção predial: uma aplicação prática**, Qualimark, Rio de Janeiro, 2010.

VITÓRIO, J. A. P.. **Pontes Rodoviárias – Fundamentos, Conservação e Gestão**, CREA-PE, Recife, 2002.

VITÓRIO, J. A. P.. **Conservação do Patrimônio Público**, Sinaenco, Recife, 2007.