

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ESTRUTURA DA PLATAFORMA SUPERIOR DA ESTAÇÃO  
RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA: ANÁLISE DE INTERVENÇÕES  
E AVALIAÇÃO PÓS-REPARO**

**RODRIGO PORTAL DE MATOS**

**ORIENTADOR: JOÃO CARLOS TEATINI DE SOUZA CLÍMACO  
CO-ORIENTADOR: ANTÔNIO A. NEPOMUCENO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

**PUBLICAÇÃO EM: E.DM – 013A/09**

**BRASÍLIA/DF: OUTUBRO – 2009**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ESTRUTURA DA PLATAFORMA SUPERIOR DA ESTAÇÃO  
RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA: ANÁLISE DE INTERVENÇÕES E  
AVALIAÇÃO PÓS-REPARO**

**RODRIGO PORTAL DE MATOS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS

**APROVADA POR:**

---

**Prof. João Carlos Teatini S. Clímaco, (UnB)**  
**(Orientador)**

---

**Prof<sup>a</sup>. Eliane Kraus de Castro, (UnB)**  
**(Examinador Interno)**

---

**Prof. Ronaldson José de França Mendes Carneiro, (UFPA)**  
**(Examinador Externo)**

**BRASÍLIA/DF, 02 DE OUTUBRO DE 2009**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

RODRIGO, PORTAL DE MATOS

Estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília: Análise de Intervenções e Avaliação Pós-reparo [Distrito Federal] 2009.

xx, 171p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Estruturas e Construção Civil, 2009).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília

2. Estruturas

3. Manutenção

4. Reparo

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

MATOS, R. P. de (2009). Estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília: Análise de Intervenções e Avaliação Pós-reparo. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM – 013A/09, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 171p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Rodrigo Portal de Matos

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília: Análise de Intervenções e Avaliação Pós-reparo.

GRAU/ANO: Mestre/2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Rodrigo Portal de Matos  
Av. Júlio César nº 92, bairro Val-de-cans,  
CEP 66617-420, Belém, PA, Brasil  
rodrigoportal@hotmail.com

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor João Carlos Teatini por sua disponibilidade e por balizar minhas ações durante o período de orientação desta dissertação.

Ao professor Antônio Alberto Nepomuceno, pela grande empenho e contribuição dada ao trabalho como co-orientador.

A UnB, em especial aos professores do Programa de Pós Graduação em Estruturas e Construção Civil, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao meu pai, pela formação de parte de meu caráter e incentivo para ser um vencedor e superar as dificuldades encontradas.

Ao meu filho Cauã, nascido em no período do curso de mestrado, que mesmo longe, proporcionou alegria aos meus olhos, me deixando feliz nos momentos mais difíceis.

A Adriana Matos, por ter se dedicado diuturnamente a favor de nosso grande prêmio, nosso filho Cauã, sendo uma mãe incomparável e dedicada, que não mede esforços para ver pai e filho felizes.

A minha mãe Zaira, por confiar em cada um de meus passos. Tenho orgulho de ser seu filho.

A meu pai, por sempre transmitir pensamentos positivos, com grande eficiência e oportunidade.

Ao casal Hugo Lamin e Claudia (minha irmã), por terem me acolhido e prestado grande apoio desde minha chegada em Brasília.

Aos meus irmãos Sandro e Patrícia pelo apoio, incentivo, amizade e confiança que depositaram em mim, em mais essa etapa da vida.

A Sr<sup>a</sup> Fátima Rabello, que mesmo distante, contribuiu diretamente com esse trabalho, ajudando na revisão ortográfica, sempre com grande disponibilidade, alegria e eficiência.

A minha namorada Dr<sup>a</sup>. Débora Rabello (Mydeb), pelo carinho, amor e companheirismo e acima de tudo, por estar presente na minha vida e ter me ajudado a superar as dificuldades encontradas no presente trabalho, sempre com grande amor e sinceridade.

Aos meus grandes amigos Carlos Alberto, Deise, Fernandinha, Galileu, Iviane, Suellem e Tarcísio, por estarem sempre presentes nos momentos de estudo e lazer no decorrer do curso.

Ao CNPQ e a CAPES pelo suporte financeiro oferecido durante o curso de mestrado.

Ao Sr. Luiz Carlos Cury, do Ministério da Saúde, pela compreensão e cooperação prestada, disponibilizando-me tempo para a confecção e preparação do presente trabalho.

À empresa Soltec Engenharia, pelos documentos disponibilizados e em especial ao Engenheiro Civil Paulo Jardim, pelos esclarecimentos técnicos prestados.

Ao Ex-Administrador da Estação Rodoviária de Brasília, Sr. Paulo Diniz, por permitir nosso livre acesso às instalações e ambientes da Estação, assim como por prestar importantes informações para o presente trabalho.

A Deus, pela saúde e proteção oferecida durante toda minha vida e em mais esta etapa vencida.

## RESUMO

### ESTRUTURA DA PLATAFORMA SUPERIOR DA ESTAÇÃO RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA: ANÁLISE DE INTERVENÇÕES E AVALIAÇÃO PÓS-REPARO.

**Autor: Rodrigo Portal de Matos**

**Orientador: João Carlos Teatini S. Clímaco**

**Co-orientador: Antônio Alberto Nepomuceno**

**Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil**

**Brasília, Outubro de 2009**

Brasília acaba de completar 49 anos e já foi, em 1987, reconhecida como patrimônio cultural da humanidade pela Unesco. Muitos monumentos e edificações dão a Brasília características marcantes que projetam a identidade cultural da sociedade de uma época. Cabe, portanto, à União e o Governo do Distrito Federal primar pela preservação e proteção desse patrimônio, realizando os trabalhos exigidos para o resgate de aspectos históricos, restauração, conservação e manutenção.

Com isso, dentro de uma linha de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil da UnB, o presente trabalho estudou a estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília, por se tratar de uma edificação de importância fundamental para a população local e para a Engenharia Nacional.

Foram levantados aspectos de funcionalidade, durabilidade, segurança, responsabilidade técnica, características históricas e construtivas da estrutura da Estação, assim como todos os trabalhos de reparo e intervenções nela realizados. Tendo em vista auxiliar na análise pós-reparo e levantar um diagnóstico da situação física presente, foi realizado um programa de inspeções e verificação *in loco* na referida estrutura, no qual foi constatada a necessidade de reparo em alguns de seus elementos estruturais e que algumas especificações importantes do projeto de reparo da intervenção realizada em 1996/98 não foram atendidas plenamente. Como conclusão, foi feita uma análise quanto à eficiência dos reparos realizados, assim como sugestões gerais para um programa rotineiro de inspeção estrutural, visando garantir e subsidiar trabalhos de manutenção para o prolongamento da vida útil dessa estrutura.

**Palavras chave:** Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília; Estruturas; Manutenção; Reparos.

## **ABSTRACT**

### **STRUCTURE OF THE UPPER PLATFORM OF BRASILIA'S CENTRAL BUS TERMINAL: ANALYSIS OF INTERVENTIONS AND POST-REPAIR EVALUATION**

**Author: Rodrigo Portal de Matos**

**Supervisor: Prof. João Carlos Teatini S. Clímaco**

**Co-supervisor: Prof. Antônio Alberto Nepomuceno**

**Post-graduate Program on Structures and Civil Construction – PECC/UnB  
Brasília, October 2009.**

Brasília has just completed 49 years and, despite its relative youth, in 1987 it was already recognized as a UNESCO world cultural heritage city. Many monuments and buildings give Brasília its notable characteristics that project the cultural identity of society at that time. It is therefore incumbent on the national authorities and Federal District government to do their utmost to preserve and protect this heritage, carrying out the necessary work for recovery of historical aspects, restoration, conservation and maintenance.

Bearing this in mind, within the research scope of the Post-graduate Program on Structures and Civil Construction of UnB, this thesis studied the structure of the Upper Platform of Brasília's Central Bus Terminal, since this is a construction of fundamental importance both to the local population and to national engineering.

Functionality, durability, safety, technical responsibility, historical and constructional characteristics of the Terminal's structure were surveyed, as well as all the repair work and other interventions carried out. With the aim of helping in post-repair analysis and diagnosis of the present physical situation, a program of inspections and on-site check-ups was carried out on the structure. This produced a report stating that repair is needed in some of the structural elements and that some important specifications from the 1996/98 repair plans were not fully accomplished. In conclusion, the thesis provides an analysis of the efficiency of repairs already done, as well as a proposal for a routine program of structural inspections, aiming to guarantee a longer viable lifespan to the structure of the Upper Platform of Brasília's Central Bus Terminal.

**Keywords:** Upper Platform of Brasília's Central Bus Terminal; Structure; Maintenance; Repair.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 – JUSTIFICATIVAS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 – OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 – ESTRUTURA DO TRABALHO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 – APRESENTAÇÃO DA ESTAÇÃO RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 – ASPECTOS HISTÓRICOS.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 – ASPECTOS ESTRUTURAIS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.1 - Informações gerais .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.2 - Estrutura da Plataforma Superior .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 - Estrutura do Mezanino e da Cobertura .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.4 - Passagem inferior .....</b>	<b>29</b>
<b>3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 - CONCEITOS IMPORTANTES .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.1 - Desempenho em serviço .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.2 - Diagnóstico .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.3 - Durabilidade .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.4 - Manutenção.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.5 - Patologia .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.6 - Prognóstico.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.7 - Serviço de manutenção .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.8 - Vida Útil .....</b>	<b>38</b>
<b>4 - INSPEÇÕES E INTERVENÇÕES ANTERIORES NA ESTRUTURA DA PLATAFORMA SUPERIOR.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 - HISTÓRICOS DE INSPEÇÕES REALIZADAS .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.1 - Relatório do Professor Aderson Moreira da Rocha (Rocha, 1981) .....</b>	<b>40</b>

4.1.2 - Carta da Soltec Engenharia.....	43
4.1.3 - Relatório de Grupo de Trabalho (Alves, Barbosa, Lassance <i>et al</i> , 1989)43	
4.1.4 - Relatório dos Engenheiros Valdir Moysés Miotto e Adail Dalla Bernardina (Bernardina & Miotto, 1990).....	46
4.1.5 - Relatório do Engenheiro Bruno Contarini (Contarini, 1990).....	49
4.1.6 - Relatório dos engenheiros Gaspar F. Duarte, Antônio Victor e Ailton M. de Carvalho .....	50
4.1.7 - Inspeção feita pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília .....	52
<b>4.2 – HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES REALIZADAS.....</b>	<b>55</b>
4.2.1 - Reparos de 1981 .....	55
4.2.2 - Reparos de 1996 a 1998.....	56
4.2.3 - Reparos de 2005 a 2008.....	63
<b>5 - PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO DA PRESENTE PESQUISA.....</b>	<b>70</b>
5.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	70
5.2 – PREPARATIVOS PARA A INVESTIGAÇÃO IN LOCO .....	72
5.3 – PROCEDIMENTOS ADOTADOS .....	74
5.4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	79
<b>6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>133</b>
6.1 – FREQUÊNCIA DE INSPEÇÕES .....	133
6.2 – ANÁLISE DAS INTERVENÇÕES REALIZADAS .....	134
6.2.1 - Reparos de 1981 .....	135
6.2.2 - Reparos de 1996 a 1998.....	137
6.2.3 - Reparos de 2006 a 2008.....	140
6.3 - CONTRIBUIÇÕES DA INSPEÇÃO REALIZADA.....	141
<b>7 - PROPOSTA DE ESTRATÉGIAS GERAIS PARA UM PLANO DE INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA .....</b>	<b>144</b>
7.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	144

7.2 – SUGESTÃO DE PLANO DE INSPEÇÃO PARA A ESTAÇÃO RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA.....	144
7.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A NECESSIDADE DE ANÁLISE DINÂMICA DA ESTRUTURA.....	146
<b>8 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>149</b>
8.1 – CONCLUSÕES.....	149
8.1.1 - Dados históricos dos projetos e da execução.....	149
8.1.2 - Inspeções e intervenções realizadas .....	150
8.1.3 - Eficiência dos reparos realizados .....	150
8.1.4 - Diagnóstico da situação física presente .....	154
8.2 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	155
8.2.1 - Confeção de plantas da estrutura construída ( <i>as built</i> ).....	155
8.2.2 - Análise estática da estrutura .....	156
8.2.3 - Análise dinâmica da estrutura .....	156
8.2.4 - Avaliação da vida útil à fadiga .....	156
8.2.5 - Outras sugestões .....	157
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>159</b>
<b>APÊNDICE A – SUGESTÃO DE ROTEIRO BÁSICO PARA INSPEÇÕES ROTINEIRAS NA ESTRUTURA DA PLATAFORMA SUPERIOR DA ESTAÇÃO RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA.....</b>	<b>167</b>
<b>APÊNDICE B – REPORTAGEM SOBRE OS ENGENHEIROS SÉRGIO MARQUES DE SOUZA E BRUNO CONTARINI .....</b>	<b>169</b>

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 3.1 – Proposta de periodicidade (em anos) para inspeções de rotina (FIP, 1988).....	35
Tabela 5.1 – Seqüência cronológica da visita às galerias e sua respectiva nomenclatura.....	78
Tabela 5.2 – Tabela resumo das principais ocorrências encontradas (em porcentagem).....	132

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Cruzamento dos Eixos Monumental e Rodoviário antes da construção da cidade de Brasília, 1956-1957 (Arquivo Público DF).....	8
Figura 2.2 – Vista superior Estação Rodoviária de Brasília em 2008 (Google Earth, acesso em 17 de outubro de 2009, com adaptações).....	9
Figura 2.3 – Em 20 de junho de 1959, foi colocada no lugar a primeira viga pré-moldada. Autoridades presente ao ato (Arquivo Público DF).....	10
Figura 2.4 – Em 20 de agosto de 1959, parte do vigamento estava concluída e iniciada a primeira laje. No primeiro plano, vigas pré-moldadas prontas e em execução, nos estaleiros. No canto inferior direito da figura, o caminhão, próximo às armações do muro de encontro, dá idéia da magnitude da obra. (Arquivo Público DF).....	11
Figura 2.5 – Concretagem de uma viga do quadro, mostrando os equipamentos utilizados e os trabalhadores em ação (Arquivo Público DF).....	11
Figura 2.6 – Canteiro de obra em 10 de novembro de 1959 (Arquivo Público DF).....	12
Figura 2.7 – Pista de velocidade norte sul em novembro de 1960 com a passagem inferior ao centro (Arquivo Público DF).....	12
Figura 2.8 – “H” principal da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília, 1957-1960 (Arquivo Público DF, autor não identificado).....	16
Figura 2.9 – Desenho esquemático do “H” principal da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília.....	16
Figura 2.10 – Desenho esquemático do “H” principal da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília.....	17
Figura 2.11 – Desenho esquemático, sem escala, da Estação Rodoviária de Brasília que mostra: Plataforma Superior, Plataforma Inferior, Mezanino, Cobertura, passagem inferior e muros de encontro.....	19
Figura 2.12 – Um dos quatro muros de encontro apoiando as vigas longitudinais em 1959 (Arquivo Público DF, autor Mário Fontana).....	20
Figura 2.13 – Um dos quadros em construção (Arquivo Público DF, autor e data não identificados).....	21

Figura 2.14 – Seção em “T” das longarinas e suas dimensões: figura A - corte no meio do vão; figura B – Corte sobre o apoio.....	22
Figura 2.15 – Longarinas sendo armadas no canteiro de obra podendo ser visto a disposição das armaduras e cabos de protensão (Arquivo Público, data e autor não identificados).....	22
Figura 2.16 – Longarinas no canteiro de obra concretada (Arquivo Público, data e autor não identificados).....	23
Figura 2.17 – Guindastes posicionando as longarinas sobre os quadros em 1959 (Arquivo Público, autor não identificado).....	23
Figura 2.18 – Desenho esquemático de uma galeria típica da Plataforma Superior.....	24
Figura 2.19 – Disposição das lajes superiores e inferiores em relação às longarinas.....	24
Figura 2.20 – Viga VS 1ª concepção – seção transversal da viga “T” invertido (Relatório de Assessoria UnB – 1997, com modificações).....	25
Figura 2.21 – Viga VS 2ª concepção – seção transversal da viga “T” invertido (Relatório de Assessoria UnB – 1997, com adaptações).....	26
Figura 2.22 – Viga VS 3ª concepção – seção transversal da viga “T” invertido (Relatório de Assessoria UnB – 1997, com adaptações).....	26
Figura 2.23 – Corte do Mezanino, estrutura central e Cobertura (Relatório de Assessoria UnB – 1997, com adaptações).....	28
Figura 2.24 – Estrutura do Mezanino e da Cobertura (Arquivo Público DF, autor e data não identificados).....	28
Figura 2.25 – Seção transversal da estrutura da Cobertura mostrando vigas “pi” (Contarini,1990, com adaptações).....	29
Figura 2.26 – Seção transversal da Passagem Inferior, parte descoberta (Contarini,1990, com adaptações).....	30
Figura 2.27 – Seção transversal da Passagem Inferior, parte coberta (Contarini,1990, com adaptações).....	30
Figura 2.28 – Corte A-A da figura 2.27 mostrando as seções das vigas e das lajes (Contarini,1990, com adaptações).....	31
Figura 3.1 – Fluxograma de vistoria especial (NBR 9452, 1986, com adaptações).....	37

Figura 4.1 – Calhas para a coleta de águas provenientes de infiltrações (Relatório de Assessoria UnB – 1997).....	45
Figura 4.2 – Detalhe das juntas de dilatação e laje de solidarização (Relatório de Assessoria UnB com adaptações – 1997).....	57
Figura 4.3 – Detalhe da execução da laje de solidarização (Relatório de Assessoria UnB – 1997).....	58
Figura 4.4 – Juntas de dilatação após a execução (Relatório de Assessoria UnB – 1997).....	58
Figura 4.5 – Detalhe da remoção do concreto da parte inferior da VS (Relatório de Assessoria UnB – 1997).....	59
Figura 4.6 – Serviços de demolição do pavimento existente (Soltec Engenharia, 2007).....	64
Figura 4.7 – Serviços de apicoamento da superfície do concreto da laje da plataforma (Soltec Engenharia, 2007).....	64
Figura 4.8 – Detalhe da junta de dilatação da pista de rolamento (Zúniga & Costa, 2001, com adaptações).....	65
Figura 4.9 – Serviços de colocação de mantas asfálticas de impermeabilização (Soltec Engenharia, 2007).....	67
Figura 4.10 – Teste de estanqueidade da impermeabilização (Soltec Engenharia, 2007).....	66
Figura 4.11 – Detalhe das armações do pavimento rígido (Zúniga & Costa, 2001f, com adaptações).....	69
Figura 5.1 – Andaime utilizado para a visita às galerias.....	75
Figura 5.2 – Tampa de concreto da janela de inspeção de uma galeria.....	75
Figura 5.3 – Detalhe da borda lateral da tampa de concreto mostrada na figura 5.01.....	76
Figura 5.4 – Nomenclatura adotada para identificação das galerias, vigas “T” invertido e as longarinas da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília e galerias vistoriadas.....	79
Figura 5.5 – Abertura na laje inferior da galeria posicionada sobre o Mezanino feita por usuários da Estação, deixando sua armadura passiva exposta (galeria GB 77).....	81
Figura 5.6 – Cabos de sustentação das tubulações de águas pluviais desativado (galeria GB 77).....	81

Figura 5.7 – Viga “T” invertido em boas condições (galeria GB 75).....	82
Figura 5.8 – Aparelho de apoio com aspectos de esmagamento e deformação lateral excessiva (galeria GB 75).....	83
Figura 5.9 – Cabos de protensão expostos dentro das canaletas das lajes inferiores devido ao mau lançamento da argamassa protetora (galeria GB 86).....	84
Figura 5.10 – Intervenção antiga na laje superior em boas condições (galeria GB 86).....	84
Figura 5.11 – Aparelho de apoio em ótimas condições (galeria GB 86).....	85
Figura 5.12 – Eflorescência na parte central da longarina (galeria GB 77).....	85
Figura 5.13 – Reparos antigos em boas condições (galeria GB 85).....	86
Figura 5.14a – Presença de restos de animal morto (galeria GB 74).....	87
Figura 5.14b – Ninho de ave dentro de uma das galerias, sobre a tampa da janela de inspeção (galeria GB 74).....	88
Figura 5.15a – VT com fortes sinais de infiltração, imagem mais ampla (galeria GB 73).....	89
Figura 5.15b – VT com fortes sinais de infiltração, visão mais aproximada (galeria GB 73).....	89
Figura 5.16 – Cabos de protensão expostos com leves sinais de corrosão (galeria GB 65).....	90
Figura 5.17 – Eflorescência com formação de estalactites entre a longarina e a laje superior da galeria (galeria GB 62).....	91
Figura 5.18 – Cones de ancoragem expostos (galeria GB 61).....	92
Figura 5.19 – Cabo de sustentação com leves inícios de corrosão (galeria GB 61).....	93
Figura 5.20 – Reparo antigo na laje superior sem aderência (galeria GB 61).....	94
Figura 5.21 – Fortes sinais de infiltração entre a longarina e a laje superior, com formação de estalactites de aproximadamente vinte e um centímetros (galeria GB 51).....	95
Figura 5.22 – Eflorescência na parte superior da VS, próximo à junta com a laje superior (galeria GB 51).....	95
Figura 5.23 – Visão geral da VT 05 com suas armaduras expostas e em processo de corrosão (galeria GB 51).....	96
Figura 5.24 – Visão mais aproximada das armaduras em processo de corrosão (galeria GB 51).....	96
Figura 5.25 – Armaduras da VT expostas, imagem lateral (galeria GB 51).....	97
Figura 5.26 – Indícios de reparo antigo executado de forma incompleta (galeria GB 51).....	97

Figura 5.27 – Bloco de alvenaria sobre a tampa da janela de inspeção da galeria, impossibilitando o acesso por esse local (galeria GB 77).....	98
Figura 5.28 – Armaduras da VT expostas junto à interface com a Longarina (galeria GB 49).....	99
Figura 5.29 – eflorescência com formação de estalactites na junção de um reparo antigo (galeria GB 38).....	100
Figura 5.30 – Armadura da VS exposta devido à corrosão e desagregação do concreto (galeria GB 37).....	100
Figura 5.31 – Tampa de inspeção fissurada (galeria GB 77).....	101
Figura 5.32 – VT sem sinais de que foram realizados reparos (galeria GB 41).....	102
Figura 5.33 – corrosão da armadura com deslocamento do concreto da VT (galeria GB 77).....	102
Figura 5.34 – exposição da armadura da longarina (galeria GB 41).....	103
Figura 5.35 – Cones de ancoragem com fortes sinais de corrosão (galeria GB 29).....	104
Figura 5.36 – Eflorescência e estalactites nas juntas de encontro entre o concreto novo do reparo e o antigo da laje superior (galeria GB 29).....	104
Figura 5.37 – Sinais de infiltração pela fissura que sofreu trabalhos de reparos (galeria GB 28).....	105
Figura 5.38 – Cones de ancoragem da VT expostos e com sinais de corrosão (galeria GB 27).....	106
Figura 5.39 – Ausência de sinais de infiltração devido a reparos (galeria GB 17).....	107
Figura 5.40 – Reparo antigo à base de resina epóxi sob a laje superior em bom estado, porém com leve exposição de armaduras (galeria GA 47).....	108
Figura 5.41 – Armaduras corroídas e seccionadas em reparo antigo sob a laje superior (galeria GA 51).....	109
Figura 5.42 – Patologia na laje superior da galeria GA 51.....	109
Figura 5.43a – Concreto superficial da VT desagregado e sua armadura exposta – visão ampla (galeria GA 41).....	110
Figura 5.43b – Concreto superficial da VT desagregado e sua armadura exposta – visão aproximada (galeria GA 41).....	111

Figura 5.44 – Estalactites bem desenvolvidas na região da junta entre a longarina e a laje superior (galeria GA 30).....	112
Figura 5.45 – Armaduras na extremidade da laje superior expostas (galeria GA 30).....	112
Figura 5.46 – Tirantes auxiliares de sustentação desativados (galeria GA 27).....	113
Figura 5.47 – Desagregação do concreto com exposição de armaduras (galeria GA 38).....	114
Figura 5.48 – Tinta descolando da superfície devido ao excesso de umidade (galeria GA 26).....	115
Figura 5.49 – Intervenção antiga com armaduras expostas e corroídas (galeria GA 24).....	115
Figura 5.50 – Corrosão da armadura com deslocamento do concreto (galeria GA 19).....	116
Figura 5.51a – VT com manchas de infiltração em sua superfície e desagregação do concreto com exposição de armadura em processo de corrosão – visão geral (galeria GA 14).....	117
Figura 5.51b – Desagregação do concreto com exposição de armadura em processo de corrosão – visão aproximada (galeria GA 14).....	117
Figura 5.52a – Desagregação do concreto sob a laje superior com exposição de armaduras em processo de corrosão (galeria GA 14).....	118
Figura 5.52b – Seccionamento de um cabo de protensão da laje superior devido ao processo de corrosão (galeria GA 14).....	118
Figura 5.53 – Concreto fissurado e armaduras extremas laje superior expostas, próximo à junta de dilatação, em processo de corrosão (galeria GA 14).....	119
Figura 5.54 – Armaduras extremas da laje superior expostas e sem funcionalidade (galeria GA 13).....	120
Figura 5.55 – Tampa da janela de inspeção danificada (galeria GA 13).....	121
Figura 5.56 – Estalactites formadas por eflorescências bem desenvolvidas (galeria GA 63).....	122
Figura 5.57 – Estribos da longarina em processo de corrosão (galeria GA 63).....	122
Figura 5.58 – Armaduras da laje superior corroídas (galeria GA 60).....	123
Figura 5.59 – Armaduras da laje superior expostas e corroídas (galeria GA 60).....	123
Figura 5.60 – Armaduras da VS em processo de corrosão (galeria GA 60).....	124
Figura 5.61 – Manchas sobre a superfície da VT demonstram indícios de infiltração (galeria GA 59).....	125

Figura 5.62a – Ninho de concretagem sob a laje superior com armaduras expostas – visão geral (galeria GA 59).....	125
Figura 5.62b – Armaduras expostas devido ao ninho de concretagem sob a laje superior – visão aproximada (galeria GA 59).....	126
Figura 5.63 – Armadura da laje superior exposta e em processo de corrosão (galeria GA 58).....	127
Figura 5.64 – Pintura protetora esfoliando (galeria GA 57).....	128
Figura 5.65a – O concreto superficial facilmente retirado com as mãos (galeria GA 57).....	128
Figura 5.65b – Localização da desagregação do concreto – visão ampla (galeria GA 57).....	129
Figura 5.65c – Localização da desagregação do concreto – visão aproximada (galeria GA 57).....	129
Figura 5.65d – Armaduras corroídas com sinais de infiltração em suas superfícies (galeria GA 57).....	130
Figura 5.66 – Armaduras da VT, na interface com a longarina, expostas (galeria GA 57).....	131
Figura 5.67 – VT em bom estado de conservação na galeria GA 57.....	132

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ArPDF	Arquivo Público do Distrito Federal
D	Grau do dano
ELS	Estados limites de serviço
ELU	Estados limites últimos
$f_{ck}$	Resistência característica à compressão do concreto
$f_{ck \text{ antigo}}$	Resistência característica à compressão do concreto antigo
$f_{ck \text{ novo}}$	Resistência característica à compressão do concreto novo
Fi	Fator de intensidade do dano
FIP	Federação Internacional de Protensão
Fp	Fator de ponderação do dano
GA	Galeria do bloco A da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília
GB	Galeria do bloco B da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília
GC	Galeria do bloco C
G <sub>de</sub>	Grau de deterioração do elemento
GDE/UnB	Metodologia para avaliação quantitativa do grau de deterioração de estruturas de concreto
H	Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília
$lb/pol^2$	Libras por polegadas ao quadrado
MPa	Mega Pascal
Novacap	Companhia Urbanizadora da Nova Capital
Ø	Bitola da barra de aço
PCA	Associação de Cimento Portland
PECC/UnB	Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília
UnB	Universidade de Brasília – DF
Unesco	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
VS	Viga secundária
VT	Viga “T” invertido

# **1 – INTRODUÇÃO**

## **1.1 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA**

A Estação Rodoviária de Brasília é uma edificação essencial à população do Distrito Federal. Sua construção e forma de uso fez com que muitas pessoas a utilizassem como meio de sobrevivência, outras, como subsídio ao transporte. É uma estrutura situada em ponto estratégico da capital federal, pois fica no cruzamento dos dois principais eixos da cidade, tendo a capacidade de afunilar diariamente fluxos de milhares de pessoas e veículos sem, no entanto, causar grandes transtornos ao trânsito normal de usuários, o que mostra a amplitude de sua importância.

Em seu interior, a Estação oferece vários ambientes e serviços públicos e privados, como Correios, Defensoria Pública, postos da CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal), Secretaria de Segurança Pública, CEB (Companhia Energética de Brasília), PROCON (Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor), Ouvidoria da PM, Secretaria do Trabalho, INSS (Instituto Nacional do Seguro Social), DETRAN-DF (Departamento de Trânsito do Distrito Federal), Secretaria de Justiça, bancos, livrarias, restaurantes e lanchonetes, casas lotéricas, lojas de conveniências, salões de beleza, quiosques variados, banheiros públicos e privados, assim como toda a infra-estrutura necessária para a facilitação e o conforto de seus usuários.

Atualmente, o fluxo de pessoas aumentou significativamente devido à implantação de mais um modal de transporte: o Metrô, que Brasília a liga algumas cidades satélites. Além disso, em consequência de aspectos econômicos e financeiros do país nessas últimas décadas, a frota de veículos recebeu um enorme incremento em seu quantitativo, provocando um significativo aumento na circulação de automóveis pela plataforma. O tráfego contínuo e intenso fez com que movimentos de frenagem e aceleração aumentassem, provocando sobrecargas dinâmicas bem maiores que outrora. Outro malefício presente é o acréscimo da emissão de CO<sub>2</sub> (gás carbônico), proveniente principalmente dos ônibus (que se concentram na Plataforma Inferior), aumentando a possibilidade de ataques prejudiciais ao concreto estrutural. Tais

situações vão de encontro à segurança e exigem atenção especial à manutenção periódica da estrutura, intentando garantir o estado satisfatório de seu funcionamento.

Como a quase totalidade dos monumentos e estruturas executados em Brasília naquela época, os profissionais envolvidos na concepção e execução da Estação Rodoviária e, em especial, os responsáveis pela sua utilização e manutenção, não atentaram para o registro e preservação de documentos importantes que pudessem dar informações técnicas precisas a respeito de sua estrutura, instalações, materiais utilizados, detalhes de ferragens, procedimentos técnicos e dificuldades encontradas no projeto e processo construtivos, entre outras. Sendo assim, qualquer trabalho de manutenção ou modificação estrutural que venha a ser executado nos dias atuais enfrenta inúmeras incógnitas e, ao mesmo tempo, confere às suas hipóteses de cálculo e escolha de processos de intervenção um grau significativo de imprecisão e mesmo de risco. Entender o funcionamento correto da estrutura é essencial para que os profissionais retirem conclusões e tomem decisões confiáveis a respeito de seus aspectos funcionais e de segurança. Isso, no entanto, não foi satisfatoriamente atendido no caso da Estação Rodoviária.

Há aproximadamente três décadas, a estrutura da Estação Rodoviária de Brasília vem sendo alvo de inspeções e intervenções corretivas, com o intuito de sanar problemas e prolongar sua vida útil. De acordo com registros, os primeiros trabalhos de inspeção e correções começaram no início da década de oitenta e se prolongam até aos dias atuais. Apesar da contribuição importante de cada um deles, é notório o pouco investimento de recursos públicos e mesmo o despreparo técnico para com a manutenção preventiva e periódica de uma estrutura tão importante e essencial à população da Capital do Brasil, além de seu significado técnico e histórico como obra pioneira, no Brasil e no mundo, do uso em larga escala e com grandes vãos, da ordem de 30m, das tecnologias recentes àquela época do concreto protendido e pré-moldagem.

## **1.2 – JUSTIFICATIVAS**

“A Capital da República foi transferida para Brasília exatamente no dia estabelecido pelo Deputado Emival Caiado, da UDN (União Democrática Nacional) de Goiás: 21 de abril de

1960. A data foi estabelecida, com prazo de apenas três anos após as primeiras providências tomadas para a construção como um prazo ‘para não ser cumprido’. E foi.” (Vasconcelos, 1992).

“E o resultado aí está: feita por processos errados, eivados de falhas, desobediências aos procedimentos tradicionais e regulamentações técnicas sacramentadas no Brasil e no exterior, gastando-se muito mais do que era realmente necessário, Brasília venceu! E não poderia ter sido realizada de outro modo: foi necessário infringir tudo o que era correto.” (Vasconcelos, 1992).

Há aproximadamente 49 anos Brasília foi construída, com seus monumentos até hoje elogiados e criticados por muitos. Suas estruturas foram construídas, em sua grande maioria, utilizando concreto armado e protendido. Suas formas e dimensões desafiaram as construções nacionais e internacionais da época. Criada para este fim, coube à Companhia Urbanizadora da Nova Capital (Novacap) coordenar os trabalhos de construção de Brasília. Com o curto limite de tempo para a transferência da capital federal do Rio de Janeiro para o Planalto Central, tudo foi realizado com velocidade muito acima da normal. O prazo foi cumprido. Depois das obras executadas e entregues aos usuários e quase cinquenta anos depois, cabe a pergunta: as construções daquela época cumprem até hoje a sua finalidade? O que se pode fazer hoje para que essas construções permaneçam eficientes pelo maior tempo possível?

Com o intuito de responder a essas questões e poder contribuir com a manutenção das estruturas da capital federal é que a Universidade de Brasília (UnB), por intermédio do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PECC), na linha de pesquisa Patologia, Recuperação e Manutenção de Estruturas, vem realizando pesquisas voltadas principalmente ao levantamento de aspectos históricos, estruturais e executivos de várias edificações e monumentos de Brasília. Esses estudos ajudam a esclarecer suas principais características, levantando dados a respeito do seu estado de deterioração e funcionamento, além de fornecer orientações relativas aos planos de manutenção que poderão prolongar a sua vida útil por prazo compatível com o título de Patrimônio Cultural da Humanidade, ou seja,

indefinido! Além de Brasília ser a única cidade do mundo construída no século XX com um conjunto urbano merecendo essa honraria da Unesco.

Em 1995, uma equipe do Departamento de Engenharia Civil - ENC/UnB realizou um importante trabalho de consultoria para a Novacap (CLÍMACO *et al.*, 1995), relativo à estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária, onde foram sugeridas diversas técnicas e orientações para intervenções. No ano posterior, a mesma equipe acompanhou todas as obras de recuperação efetuadas. Em 1997, Nunes *et al.* realizaram um projeto final de estágio supervisionado sobre manutenção e recuperação de estrutura especial, tendo como foco o trabalho da UnB na Estação Rodoviária, contribuindo bastante para o entendimento de todas as técnicas de reparo ali desenvolvidas.

Em nível de mestrado, além do presente, foram realizados cinco trabalhos por alunos do PECC/UnB. Em 2002, Pessoa foi o responsável pelo estudo da estrutura da Catedral de Brasília, abrindo a série de estudos. A estrutura do Palácio do Itamaraty foi o segundo monumento a ser estudado, por Santos Jr., em 2004. Da mesma forma, em 2007, o Palácio da Justiça e o Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília foram estudados, respectivamente, por Moreira e Fonseca. Em 2008, Silva, estudou as estruturas do Monumento a Caxias e o do Teatro Pedro Calmon em Brasília. Já em 2009, foi também concluída a dissertação de Souza, sobre a estrutura do Teatro Nacional Cláudio Santoro.

A grande preocupação a respeito de tais pesquisas é a ausência quase absoluta de dados técnicos relativos às estruturas estudadas, pois pouco se tem e se sabe. Os projetistas, executores e demais profissionais responsáveis pelos monumentos de Brasília se dedicaram muito à velocidade das obras, beleza e segurança, porém houve descuido em armazenar, para exigências futuras, documentos importantes como plantas dos projetos estruturais e arquitetônicos, memórias de cálculo, diários de obra, relatórios e laudos técnicos de controle tecnológico dos materiais, registros fotográficos, quantificação de serviços e custos, etc. Por isso, cada caso estudado requer muito tempo e dedicação à busca da documentação original e subsequente. Entender o funcionamento de uma estrutura sem ter o contato com seus projetos e cálculos utilizados é sempre um árduo e cauteloso trabalho.

Desde sua construção, a estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária apresentou variados tipos de patologias, mas somente a partir de 1981, ou seja, 21 anos depois da obra pronta, é que começaram a ser realizadas vistorias técnicas, para se levantar e corrigir defeitos. Dessa forma, dando continuidade àquela série de estudos realizados na segunda metade da década de 1990 pela equipe mencionada e somando conhecimentos a respeito de estruturas importantes de Brasília, este trabalho estudou a estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília, porém com outro enfoque: analisar, dentro do possível, as intervenções realizadas com base no diagnóstico do ENC/UnB, com uma avaliação do comportamento pós-reparo.

Não fugindo à regra, como a maioria das edificações e monumentos de Brasília, a estrutura da Estação não possui documentos que possam esclarecer dados referentes à sua concepção, características de materiais utilizados, técnicas empregadas e modo de execução. Não foram encontrados Diários de Obra que pudessem esclarecer pontos importantes de sua execução, nem se sabe ao certo se foram confeccionados naquela ocasião. O certo é que, em sua grande maioria, os documentos disponíveis são projetos arquitetônicos de alguns pontos da Estação, principalmente do Mezanino, e que, no entanto, não abordam em nada seus aspectos estruturais.

Dentre outras intervenções, cabe destaque àquelas realizadas do período de 1996/1998, que deveriam ser baseadas nas orientações contidas nos relatórios técnicos da consultoria do Departamento Engenharia Civil da UnB à Novacap. Nas vistorias da presente pesquisa, notou-se que, apesar de existirem recomendações explícitas para os trabalhos de reparo e etapas a serem realizadas para a correção dos problemas, os serviços não foram 100% executados, em especial no que se refere à execução do pavimento rígido sobre as lajes protendidas superiores, prevista como etapa final e de essencial importância para a correção dos problemas de infiltração e solidarização do conjunto. Mesmo previstas naquelas orientações, esse pavimento foi executado aproximadamente 10 anos depois.

### **1.3 – OBJETIVOS**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Recuperar dados históricos dos projetos, da execução e das intervenções realizadas na estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília;
- b) Registrar e analisar, dentro das limitações dos registros técnicos coletados, as patologias que ocorreram na estrutura até hoje, assim como as providências tomadas para a sua recuperação.
- c) Fazer uma avaliação pós-reparo das intervenções executadas na estrutura, elaborar diagnóstico da situação física presente, tendo em vista a eventual necessidade de providências emergenciais, e apresentar propostas para um programa rotineiro de inspeção estrutural.

### **1.4 – ESTRUTURA DO TRABALHO**

O presente trabalho é composto por oito capítulos, incluindo esta Introdução. Soma-se aos mesmos, dois apêndices com informações complementares.

Com base nas pesquisas documentais realizadas, o Capítulo 2 traz os aspectos históricos e estruturais da Estação Rodoviária de Brasília, com fotos e esquemas ilustrativos que facilitam a compreensão da estrutura em detalhes.

O Capítulo 3 retoma conceitos importantes, frequentemente utilizados no âmbito da Engenharia Civil. Também apresenta disposições importantes referente à manutenção de estruturas, mostrando os períodos recomendáveis para que inspeções sejam realizadas.

No Capítulo 4, é apresentado o histórico de inspeções e intervenções realizadas, na estrutura da Estação Rodoviária, organizadas em uma ordem cronológica de ocorrência, para que sua interpretação seja facilitada, mostrando ainda suas principais observações e recomendações.

O Capítulo 5 mostra os procedimentos de preparação e realização da presente inspeção nas galerias da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília, informando detalhes de equipamentos e metodologia adotadas para a sua execução. Ao final, é apresentado o resultado dessa inspeção, com um registro fotográfico e informações que mostram a atual situação física da estrutura.

No Capítulo 6, com base nos dados colhidos na inspeção *in loco*, é feita a análise de todas as intervenções realizadas na estrutura, vinculando a situação atual da Estação com informações contidas em todos os documentos pesquisados nos capítulos anteriormente.

O Capítulo 7 traz uma proposta de programa de inspeção a ser aplicado na estrutura da Estação Rodoviária de Brasília, de forma a subsidiar trabalhos de manutenção para contribuir com o prolongamento de sua vida útil.

Baseado nos capítulos anteriores, no Capítulo 8 são apresentadas as conclusões do presente trabalho, assim como são sugeridos temas para trabalhos futuros relacionados com o assunto do presente trabalho.

O Apêndice A traz a sugestão de roteiro básico para inspeções rotineiras na estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília, que poderá ser adaptado conforme as necessidades do serviço.

Por fim, o Apêndice B traz uma reportagem interessante retirada do site “o empreiteiro”, envolvendo os dois importantes engenheiros responsáveis pela concepção estrutural e projeto da Estação Rodoviária de Brasília: Sérgio Marques de Souza e Bruno Contarini.

## 2 – APRESENTAÇÃO DA ESTAÇÃO RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA

### 2.1 – ASPECTOS HISTÓRICOS

A Estação Rodoviária de Brasília está localizada no cruzamento de duas vias principais e centrais da cidade de Brasília: o Eixo Rodoviário (vulgo eixão), direção norte-sul, com o Eixo Monumental, direção leste-oeste, onde se encontram os principais monumentos da capital nacional. Na época de sua construção, a única coisa que existia era o cruzamento perpendicular entre essas duas vias (figuras 2.1 e 2.2).



Figura 2.1 – Cruzamento dos Eixos Monumental e Rodoviário antes da construção da cidade de Brasília, 1956-1957 (Arquivo Público DF).

A Estação Rodoviária de Brasília<sup>1</sup> é uma construção de 1959. Foi projetada pelo urbanista Lúcio Costa e calculada pelo Escritório Sérgio Marques de Souza. A concorrência para a construção, realizada pela Novacap, ocorreu em 22 de setembro de 1958, sob fiscalização do DVOP ( Departamento de Viação e Obras Públicas), na época chefiada pelo engenheiro Vasco Vianna de Andrade, sendo o contrato assinado em 20 de dezembro de 1958 (data provável do

---

<sup>1</sup> É também conhecida como Estação Rodoviária do Plano Piloto.

início das obras de construção da Estação). A vencedora foi a construtora Rabello S/A, que tinha como chefe o engenheiro Darcy Amora Pinto<sup>2</sup>.



Figura 2.2 – Vista superior Estação Rodoviária de Brasília em 2008 (Google Earth, acesso em 17 de setembro de 2009, com adaptações).

Aproximadamente sete meses após o início dos trabalhos no canteiro de obra da futura Estação, no dia 20 de junho de 1959, diversas autoridades estiveram presentes para que simbolicamente fosse colocada a primeira viga pré-moldada da estrutura da Estação (figura 2.3). Na presente pesquisa não foram encontrados documentos como diário de obras ou cronograma físico de execução que pudessem informar o ritmo dos trabalhos das equipes. Tais documentos seriam de suma importância para desvendar aspectos técnicos envolvidos nessa estrutura. No entanto, de acordo com dados adquiridos e com auxílio de 68 fotografias da época, adquiridas no Arquivo Público do Distrito Federal (algumas com legendas explicativas), foi possível ter uma idéia geral a respeito do desenvolvimento dos serviços no

<sup>2</sup> Houve uma tentativa de contato com o engenheiro Darcy Amora Pinto para colher informações a respeito da Estação Rodoviária de Brasília, porém seu filho informou que o mesmo já havia falecido e que não havia deixado nenhum documento a respeito da Estação que pudesse ser útil ao presente estudo.

decorrer do tempo. Detalhes importantes podem ser notados como o *layout* do canteiro de obra, sua organização geral, equipamentos utilizados, cronologia das fases dos trabalhos, detalhe de elementos estruturais isolados, andamento da construção em relação a outras construções daquela época (Congresso Nacional e prédios dos Ministérios), além das condições em que os trabalhadores executavam suas tarefas (figuras 2.4, 2.5, 2.6 e 2.7).



Figura 2.3 – Em 20 de junho de 1959, foi colocada no lugar a primeira viga pré-moldada. Autoridades presente ao ato (Arquivo Público DF).

Dessa forma, infere-se que os trabalhos foram intensos, pois a Estação, assim como todas as outras construções da cidade naquela época, possuía prazo ajustado ao da inauguração da capital (21 de abril de 1960), não podendo haver atrasos. Prova disso é que, ao final de 1959, aproximadamente um ano após o início dos trabalhos e somente cinco meses após a colocação da primeira viga pré-moldada, essa vultosa estrutura já possuía acima de 90% do volume de serviços a serem realizados. Em se tratando de um terminal rodoviário interestadual, localizado no centro da cidade, tudo levava a crer que sua conclusão seria até a data de inauguração da capital, no entanto não se obtiveram dados suficientes que pudessem comprovar tal informação. Mesmo com menos de 10% do volume de serviços a serem feitos, sua inauguração ocorreu somente em 12 de setembro de 1960, exatamente no dia do aniversário do presidente do Brasil na época, Juscelino Kubitschek de Oliveira. O fato é que, a

Estação Rodoviária de Brasília foi construída em apenas um ano e nove meses, representando um prazo extremamente curto, mesmo para os dias atuais.



Figura 2.4 – Em 20 de agosto de 1959, parte do vigamento estava concluída e iniciada a primeira laje. No primeiro plano, vigas pré-moldadas prontas e em execução, nos estaleiros. No canto inferior direito da figura, o caminhão, próximo às armações do muro de encontro, dá idéia da magnitude da obra. (Arquivo Público DF).

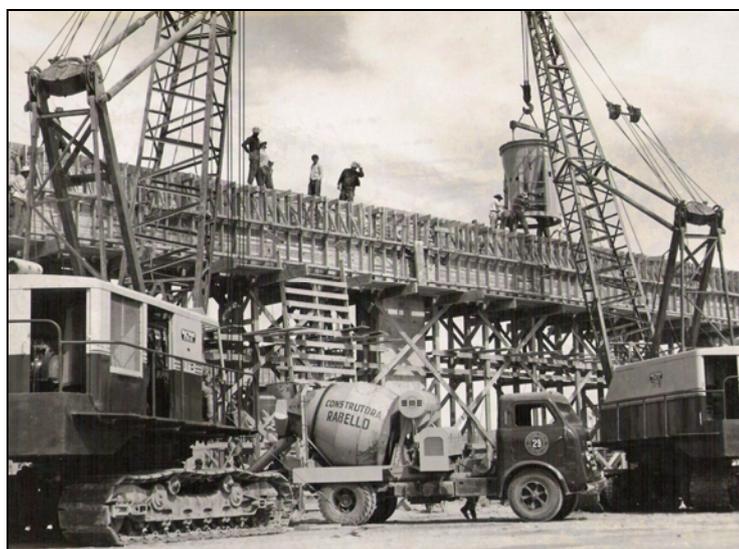


Figura 2.5 – Concretagem de uma viga do quadro, mostrando os equipamentos utilizados e os trabalhadores em ação<sup>3</sup> (Arquivo Público DF).

<sup>3</sup> Como a legislação em Segurança no Trabalho é assunto relativamente recente no âmbito da Construção Civil, ao ser analisada a figura, constata-se que, naquela época, como era de se esperar, não havia grandes preocupações com a segurança dos trabalhadores no canteiro de obra (cultura da época).



Figura 2.6 – Canteiro de obra em 10 de novembro de 1959 (Arquivo Público DF).



Figura 2.7 – Eixo Rodoviário norte sul em novembro de 1960, com a passagem inferior ao centro, (Arquivo Público DF).

A Estação foi projetada para funcionar como terminal rodoviário interestadual e urbano. No entanto, o crescimento populacional além do previsto fez com que a frota de veículos aumentasse e, como consequência, em 1980 ela passou a atender apenas o transporte urbano de Brasília e da região do entorno do Distrito Federal. Hoje, além do transporte urbano, funciona também a Estação de Metrô com acesso pelo subsolo da Plataforma Inferior da Estação.

“Inicialmente, a Estação Rodoviária de Brasília foi administrada pelo Touring Club do Brasil, no entanto, constatou-se a necessidade de criação de uma estrutura administrativa condizente com o porte e a operação do terminal, sendo criada a AERB (Administração da Estação

Rodoviária de Brasília), por intervenção federal através do decreto 4.545 de 10/12/64” (Alves *et al*, 1989).

Em entrevista realizada em julho de 2008 com o Sr. Ivaldo Diniz<sup>4</sup>, Administrador da Estação Rodoviária de Brasília, obteve-se um conjunto de dados que reforçaram a grande importância dessa estrutura à população do DF.

Em junho de 2008, ele encomendou uma pesquisa de levantamento de dados relativos a usuários, serviços, veículos, turistas, entre outros, que de alguma forma tinham ligação direta com a Estação Rodoviária de Brasília. Esses números foram passados em primeira mão para o pesquisador do presente trabalho e está exposto conforme abaixo.

Diariamente 600.000, (seiscentas mil) pessoas, em média, transitam pela Estação. Seus usuários a utilizam, em sua grande maioria, como subsídio ao transporte. O número de viagens de ônibus que chega a ela é cerca de 3800 (três mil oitocentos) e o que sai, em torno de 3900 (três mil novecentos), lembrando-se que um mesmo ônibus pode realizar várias viagens durante um único dia. Já no Metrô o número de embarques de passageiros é de aproximadamente 17.000 (dezesete mil) e desembarques 14.000 (quatorze mil). Em média, o tempo que o usuário de transportes passa na rodoviária é cerca de 30 minutos. Os serviços oferecidos nela são os mais variados possíveis e vão desde serviços de correios a serviços autônomos de vendas de utensílios domésticos, o que atrai diversos usuários com interesses alheios ao transporte. Prova disso é que na época desta pesquisa, existiam na Estação 83 lojas, 74 quiosques, 8 bancas de fotografia e 102 bancas de revistas, porém esse número foi alterado nos dias de hoje, principalmente devido a retirada da maioria dos quiosques da Plataforma Inferior (será detalhada no próximo item). A Estação também serve de atrativo turístico, não só pelas dimensões de sua estrutura, ou por vendas de utensílios em quiosques, mas principalmente por estar em local de fácil acesso, no meio do trajeto entre os principais monumentos turísticos da cidade. Com isso, o levantamento feito mostrou que o número de turistas que passam por ela diariamente é em torno de 16 % do fluxo diário total.

---

<sup>4</sup> O Sr. Ivaldo Diniz trabalhou na Estação durante 3 períodos distintos: no primeiro, de 1977 a 1982 exerceu a função de Diretor de Administração Geral e Assessor de Superintendência; de 1985 a 1995, como Superintendente e de 2007 a 2008 exerceu a função de Administrador.

O Administrador também falou a respeito de aspectos estruturais. Informou que em todos esses anos de trabalho, jamais teve contato com o projeto estrutural da Estação, nem sequer soube notícias do real destino desse documento. Confirmou ainda que o fato de se transferir o funcionamento da Estação interestadual para a Rodo-ferroviária foi devido ao aumento do quantitativo de ônibus, pois toda frota interestadual se posicionava sobre sua Plataforma Superior (será detalhada no próximo item), com isso, faltou espaço para novas frotas. Além disso, a sobrecarga em tal estrutura crescia de maneira preocupante, fazendo com que a segurança da estrutura ficasse comprometida.

Apesar de não existirem documentos comprobatórios, o Administrador informou que em 1977, devido às infiltrações sob a Plataforma Superior, houve uma tentativa de reparar a origem de tal problema. Foi iniciada então a impermeabilização em três juntas de dilatação da Plataforma Superior utilizando-se produto importado, porém, no decorrer dos serviços, foi levantado que uma lei nacional proibia utilização de produtos estrangeiros, caso houvesse no mercado algum produto nacional similar. Com isso, devido à burocracia, os trabalhos foram cancelados e não mais retomados.

Desde a época em que chegou para trabalhar na Estação pela primeira vez, em 1977, Sr. Ivaldo já se deparou com calhas de água sob a laje inferior da Plataforma Superior, para que não houvesse goteiras sobre os usuários da Estação. Ele lembra que elas tinham sido recentemente colocadas, provavelmente em 1976.

## **2.2 – ASPECTOS ESTRUTURAIS**

### **2.2.1 - Informações gerais**

Grande parte das informações relativas à estrutura da Estação se deve às informações contidas no relatório da B. C. Engenharia, confeccionado em 1990, pelo engenheiro Bruno Contarini. Este profissional fez parte da equipe responsável pelo projeto original da estrutura da Estação Rodoviária, por isso os subsídios contidos neste documento são investidos de notória

credibilidade. Nesse relatório, ele explicou o funcionamento global da estrutura, confeccionou croquis esquemáticos e esclareceu detalhes relativos à concepção estrutural da obra. Segundo ele, o conjunto da Plataforma Rodoviária, ainda que cobrindo uma grande área, com vários níveis, possui uma estrutura simples, baseada em soluções singelas, capazes de permitir uma execução simples e rápida.

O cálculo estrutural para esta obra foi feito admitindo-se carga de caminhão de 36 toneladas, ou seja, o trem tipo classe I recomendado pela NB-6/1960 – em vigor até 1984. Até 24 de novembro de 1959, haviam sido utilizados 21.000 m<sup>3</sup> de concreto, os quais consumiram 160.000 sacos de cimento, 600 toneladas de cabos de aço duro para concreto protendido e 800 toneladas de aço CA 37. Havia sido executados, até aquela data, 27.280 m<sup>2</sup> da Plataforma, correspondentes a 2.728 m lineares de ponte rodoviária.

Para que seja dada uma noção geral da estrutura geral e também facilitar o entendimento de suas partes, a Estação foi dividida da seguinte forma:

- a. Plataforma Superior;
- b. Plataforma Inferior;
- c. Mezanino;
- d. Cobertura;
- e. Passagem inferior.

Em planta, a Plataforma Superior possui a forma de um grande “H”, chamá-la-emos simplesmente de “H” (figura 2.8 e 2.9).



Figura 2.8 – “H” principal da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília, 1957-1960 (Arquivo Público DF, autor não identificado).

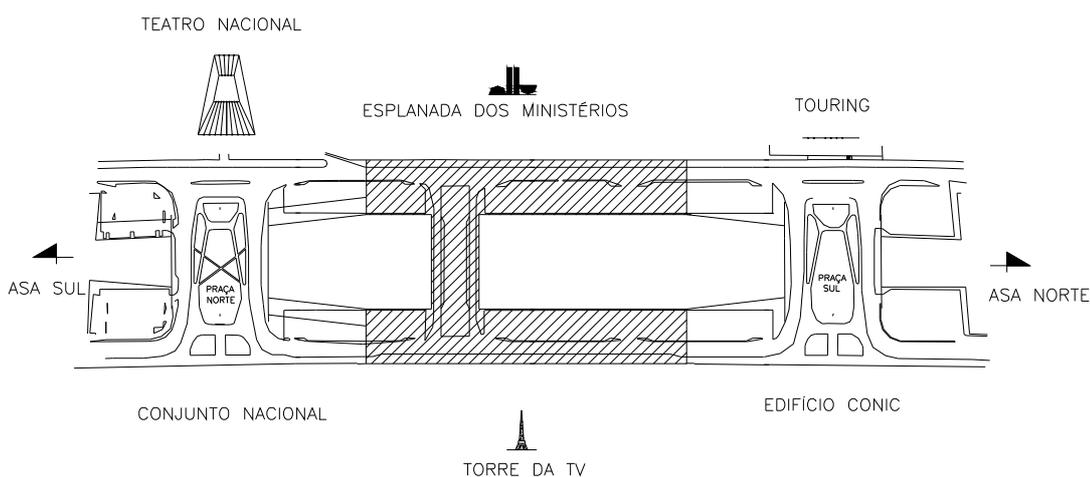


Figura 2.9 – Desenho esquemático do “H” principal da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília.

Esse “H” será dividido em três blocos: bloco A, bloco B e bloco C, conforme mostra a figura 2.10. A direção longitudinal da estrutura será coincidente com a da pista de velocidade norte/sul, já a direção transversal, coincidirá com a do eixo monumental (leste/oeste).

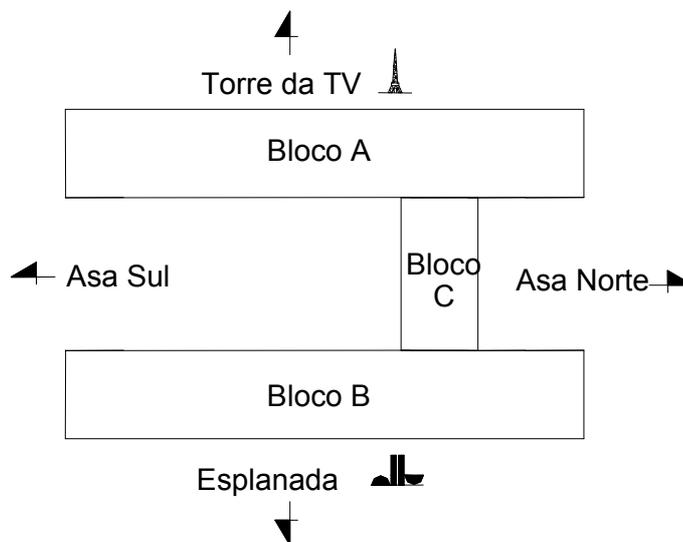


Figura 2.10 – Desenho esquemático do “H” principal da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília dividido em blocos.

A Plataforma Inferior nada mais é que toda a estrutura de piso que fica abaixo da Plataforma Superior, ao nível do solo, exceto as pistas de rolamento dos veículos. Seu formato também é de um “H”, porém não coincide com o da Plataforma Superior, é um pouco menor devido ao fato de que abaixo dos blocos A e B, em suas extremidades norte e sul, a Estação Rodoviária é cortada respectivamente pelas vias norte e sul do Eixo Monumental. Estruturalmente, não há nada representativo em sua concepção e construção, tratando-se apenas de piso em concreto acabado. Dado o exposto, pode-se dizer que a Plataforma Inferior nada mais é que o grande salão de embarque, desembarque e circulação de usuários da Estação.

Na parte central do “H”, existe um mezanino a uma altura intermediária entre a Plataforma Superior e a inferior. Ele está localizado exatamente embaixo do bloco C. Escadas simples, rolantes e elevadores vinculam essa estrutura às Plataformas Superior e Inferior. Serão dados maiores detalhes a respeito dessa estrutura mais a frente.

Sobre o bloco C, existe uma estrutura de cobertura situada a 3 m acima da Plataforma Superior (por isso foi designada simplesmente de Cobertura), porém assim como o Mezanino será particularizada mais a frente.

A passagem inferior é a pista de rolamento que atravessa longitudinalmente a Estação ligando entre si as pistas do Eixo Rodoviário norte e sul. O terreno foi escavado para que ela fosse construída abaixo do nível da Plataforma Inferior e do Eixo Monumental, evitando assim cruzamentos de vias que prejudicariam o fluxo de veículos. Entraremos em detalhes a respeito dela posteriormente.

Para demonstrar cada parte mencionada acima, foi feito um desenho esquemático (figura 2.11), com traços simples, sem utilização de escalas e com omissão de elementos estruturais e detalhes que pudessem confundir o fácil entendimento da representação tais quais pilares, muros de arrimo, estacionamentos, praças, vias de acesso, viadutos, etc.

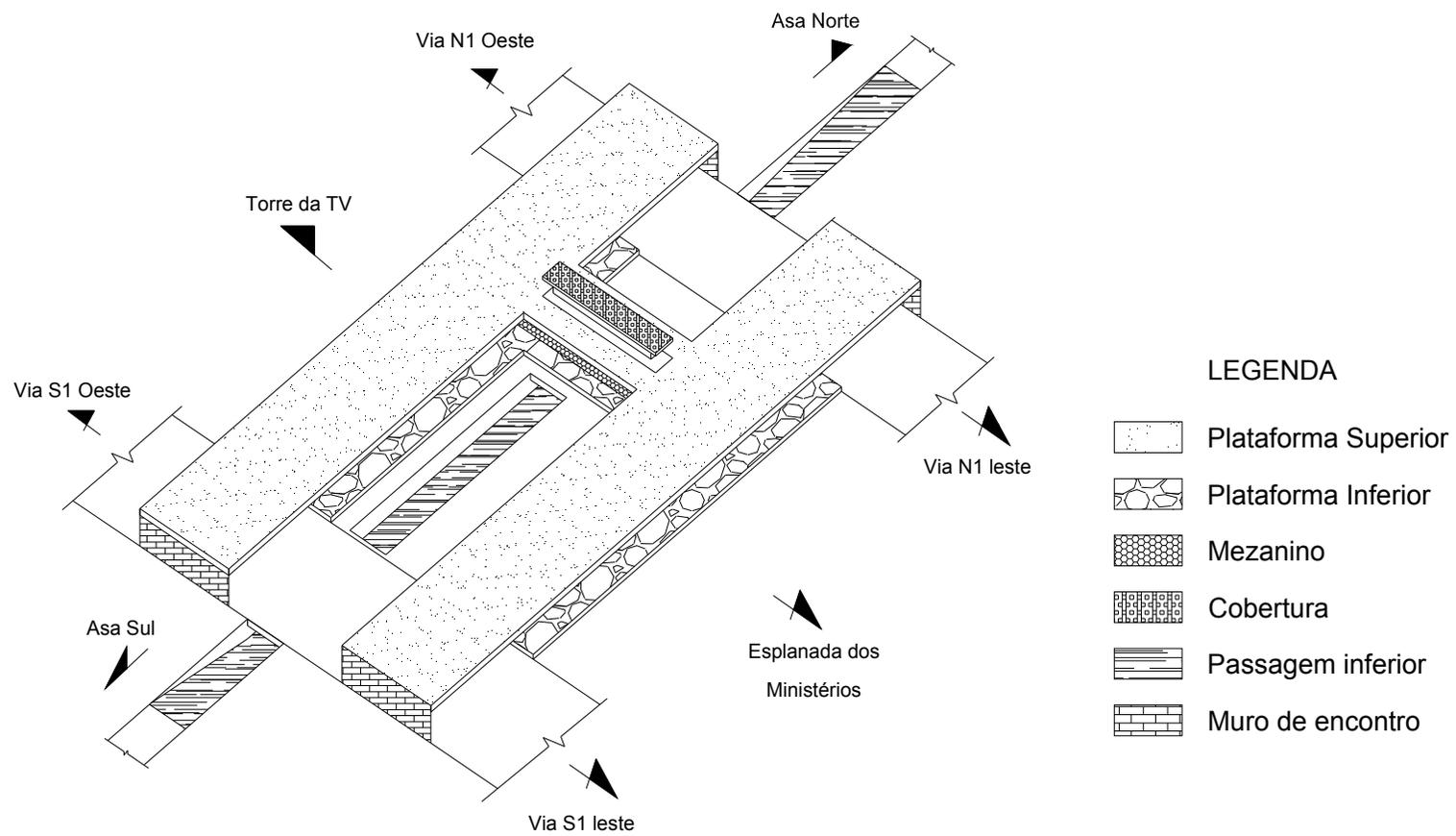


Figura 2.11 – Desenho esquemático, sem escala, da Estação Rodoviária de Brasília que mostra: Plataforma Superior, Plataforma Inferior, Mezanino, Cobertura, passagem inferior e muros de encontro.

### 2.2.2 - Estrutura da Plataforma Superior

Os blocos A e B possuem a forma de um retângulo tendo as seguintes dimensões cada: 265,50 m no sentido longitudinal por 45,54 m no transversal; já o bloco C que fica no sentido transversal, unindo os blocos A e B, possui 78,85m x 39,72 m. A Plataforma Superior está a uma altura de 9 m em relação ao solo.

Cada bloco (A e B) é composto de um conjunto de oito quadros, dispostos transversalmente, que servem de apoio para várias vigas longitudinais (longarinas). As vigas longitudinais extremas são assentes sobre muros de encontro (figura 2.12). Existe um total de nove vãos em cada bloco (A e B), sendo que os centrais distam entre si 29,49 m eixo a eixo e 29,80 m dos quadros extremos aos muros de encontro. Em toda a Plataforma Superior existem 266 vigas longitudinais.

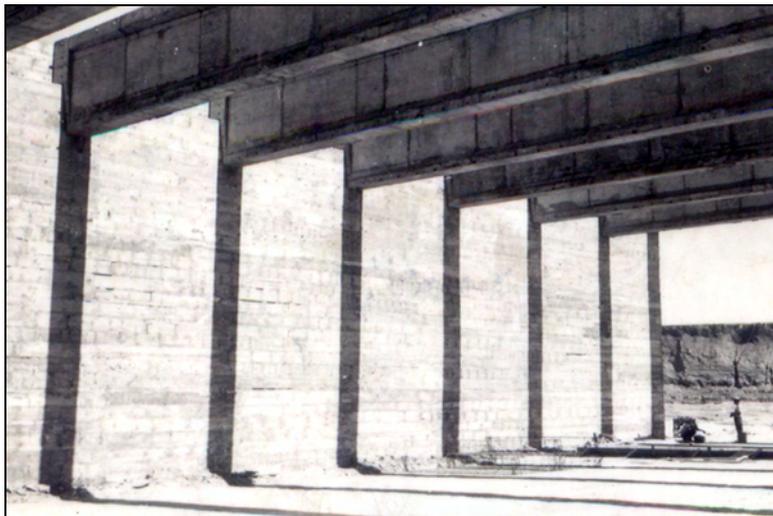


Figura 2.12 – Um dos quatro muros de encontro apoiando as vigas longitudinais em 1959 (Arquivo Público DF, autor Mário Fontana).

Os quadros compõem-se de três pilares de 0,85 m x 2,00 m, com 7,00 m de altura, espaçados em 17,77 m de eixo a eixo, nos quais fica apoiada uma viga “T” invertido em concreto protendido, e com balanço de 5,00 m nas extremidades, vencendo o vão total de 45,54 m (figura 2.13).

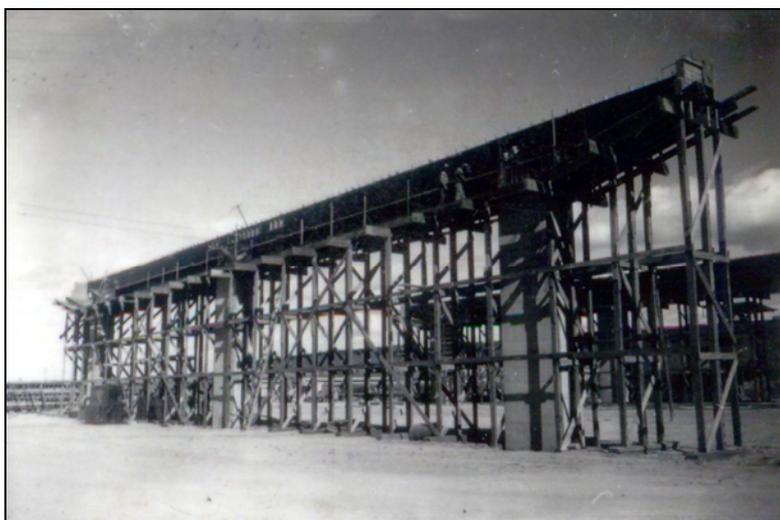


Figura 2.13 – Um dos quadros em construção (Arquivo Público DF, autor e data não identificados).

Cada vão localizado nos lados paralelos do “H”, possui 12 longarinas distribuídas paralelamente entre si e transversalmente em relação aos quadros. Essas longarinas possuem uma seção transversal em formato de “I”, comprimento igual a 29,42 m e altura de 2,00 m (figuras 2.14 A e B), com exceção das extremas de cada vão que possuem apenas 1,20 m. Todas foram pré-fabricadas no canteiro de obra, onde receberam uma protensão parcial (figuras 2.15 e 2.16). Logo após serem colocadas em seus lugares definitivos por intermédio de guindastes (figura 2.17), foi executada a protensão final em cada uma. As vigas são isostáticas e não possuem transversinas, não havendo a contribuição de grelha nesta estrutura. As lajes inferiores possuem a função idêntica às transversinas, pois dão maior rigidez à estrutura, após a execução transversal de todo o conjunto.

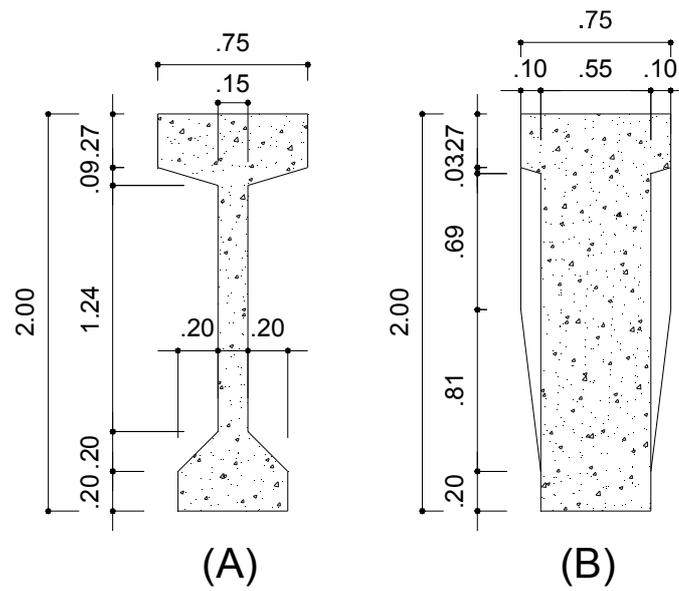


Figura 2.14 – Seção em “I” das longarinas e suas dimensões: figura A - corte no meio do vão; figura B – Corte sobre o apoio.

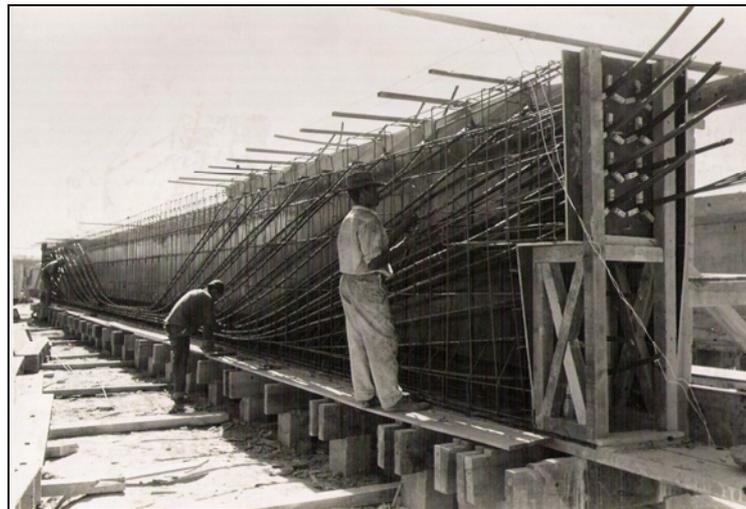


Figura 2.15 – Longarinas sendo armadas no canteiro de obra podendo ser visto a disposição das armaduras e cabos de protensão (Arquivo Público, data e autor não identificados).

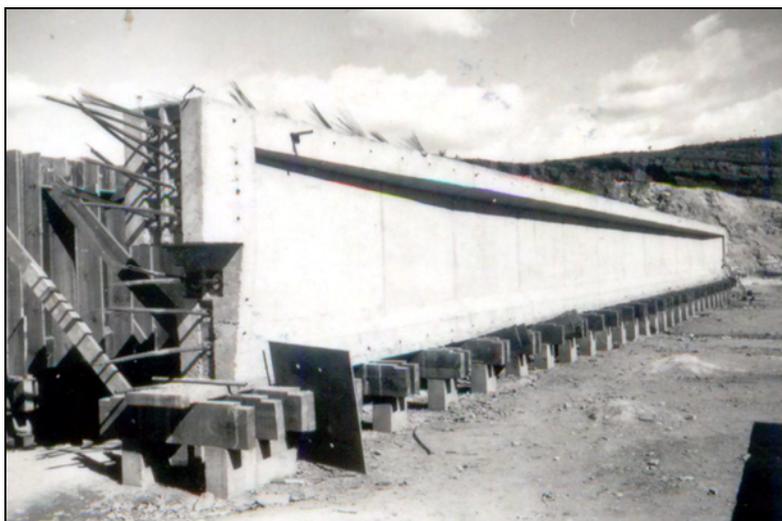


Figura 2.16 – Longarinas no canteiro de obra concretada (Arquivo Público, data e autor não identificados).



Figura 2.17 – Guindastes posicionando as longarinas sobre os quadros em 1959 (Arquivo Público, autor não identificado)

Entre duas longarinas paralelas, foram colocadas lajes, superiores e inferiores. Juntas, longarinas adjacentes, vigas “T” invertido (que servem de apoio para essas) e as lajes inferiores e superiores, formam um espaço fechado denominado de galeria (figura 2.16). A estrutura do “H” possui um total de 243 galerias.

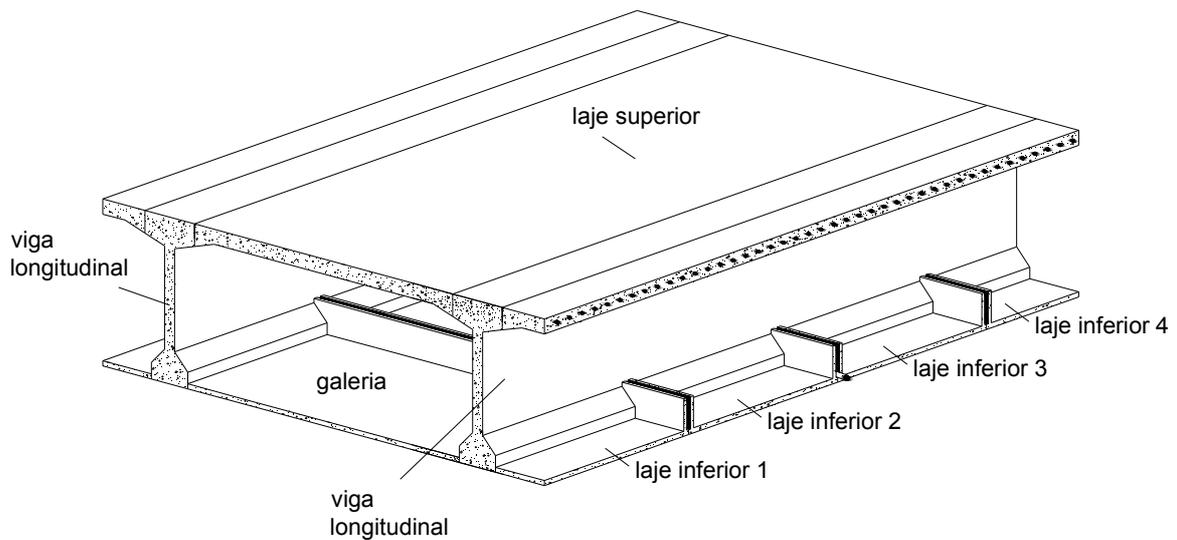


Figura 2.18 – Desenho esquemático de uma galeria típica da Plataforma Superior

As lajes inferiores foram pré-moldadas em painéis de 3,56 m x 1,80 m, com espessura no centro de 6 cm. Esses painéis foram colocados em seus lugares através de talhas elétricas, apoiando-se nos talões inferiores das vigas longitudinais como mostra a figura 2.19, sendo montados e solidarizados através de cabos inferiores que protendem as lajes contra as vigas longitudinais. Essa protensão deixa o conjunto laje/longarinas mais rígido e estável. Pela espessura, nota-se que estas lajes não foram projetadas para sobrecargas elevadas.

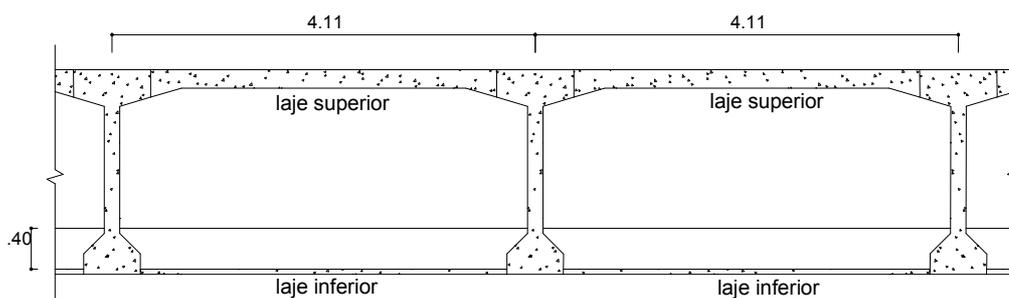


Figura 2.19 – Disposição das lajes superiores e inferiores em relação às longarinas

As lajes superiores, destinadas a pistas de rolamento e estacionamentos, foram concretadas no local, com escoramentos sobre as lajes inferiores. Posteriormente, foram protendidas com cordoalhas de 12 fios a cada 60 cm, tendo 18 cm de espessura.

Nas extremidades das galerias, as lajes superiores apóiam-se em vigas secundárias (VS), paralelas às vigas “T” invertido (VT). As funções das VS são: apoiar os bordos das lajes e enrijecimento transversal, pois possuem protensão para solidarizar o conjunto. Estas vigas foram executadas em três concepções diferentes.

Na primeira, a seção transversal da VS se estende desde a laje superior até a inferior (figura 2.20). Devido a essa concepção, existe um espaço entre a VS e a viga “T” impedido de acesso para vistoria.

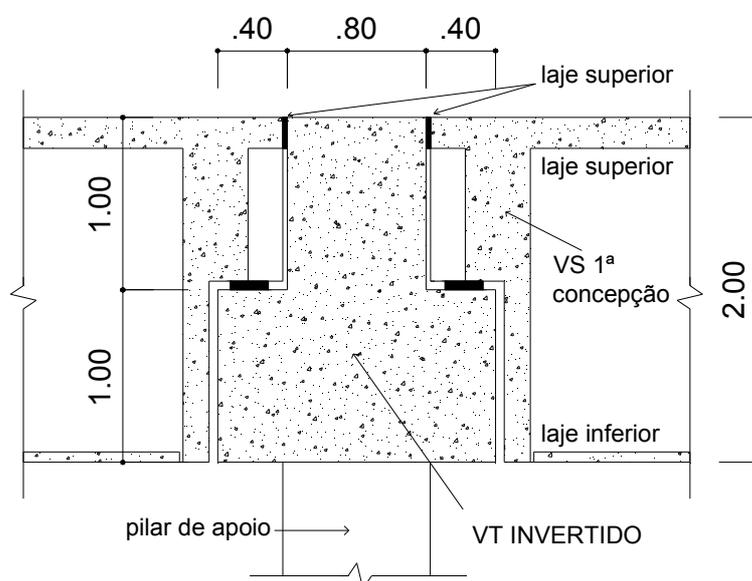


Figura 2.20 – Viga VS 1ª concepção – seção transversal da viga “T” invertido (Relatório de Assessoria UnB – 1997, com modificações)

Na segunda, a seção da VS vai da laje superior até um nível intermediário, não se prolongando até a laje inferior. Ainda nessa forma, há outra viga lateral que, paralela a viga “T” invertido e apoiada nas longarinas através de barras de grande diâmetro, tem como função apoiar a laje inferior extrema da galeria (figura 2.21).

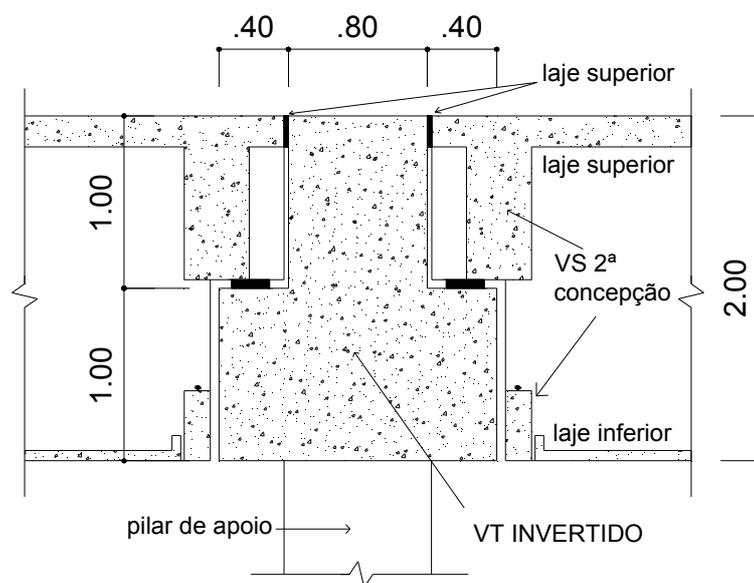


Figura 2.21 – Viga VS 2ª concepção – seção transversal da viga “T” invertido (Relatório de Assessoria UnB – 1997, com adaptações)

Na terceira concepção, a laje inferior extrema da galeria apóia-se à lateral da viga “T” invertido por intermédio de tirantes em forma de “L” invertido (figura 2.22).

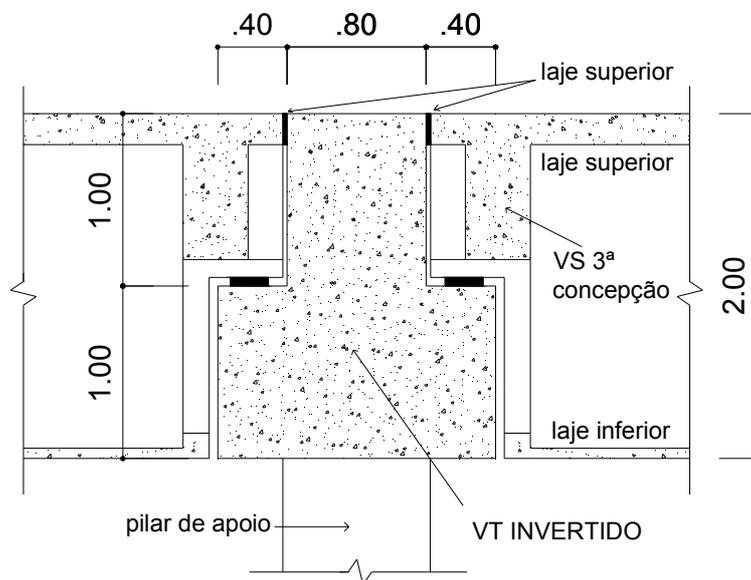


Figura 2.22 – Viga VS 3ª concepção – seção transversal da viga “T” invertido (Relatório de Assessoria UnB – 1997, com adaptações)

Como não se teve acesso aos projetos estruturais, nem a outros documentos importantes da época, o real motivo para a existência de três diferentes tipos de VS ainda é desconhecida. Cabe-se lembrar que hoje, tais VS já foram modificadas devido às intervenções realizadas na década de 90.

As juntas de dilatação da Plataforma Superior foram espaçadas a cada 30 m. Elas ficavam entre as lajes superiores e os dois lados da face superior da viga “T” invertido. Porém, atualmente, aquelas juntas encontram-se apenas em um dos lados dessas faces, devido às intervenções realizadas recentemente. Além disso, a estrutura possui juntas de construção, com espaçamento de 4 m, entre as lajes superiores e as longarinas que lhes fornecem apoio.

### **2.2.3 - Estrutura do Mezanino e da Cobertura**

Na parte central do “H” existe, a 4,50 m acima do solo, um mezanino, onde estão localizados restaurante, bar, cozinha, sanitários, guarda-volumes, lojas variadas, agências dos Correios, etc. Ele possui 23,57 m de largura por 165,93 m de comprimento. Seu sentido longitudinal coincide com o do bloco C do “H” principal, porém fica a uma altura intermediária entre a Plataforma Inferior e a Superior (figuras 2.23 e 2.24). A laje do piso do Mezanino foi construída utilizando-se vigas justapostas pré-moldadas e protendidas de seção retangular de 50 cm de altura, aliviadas por tubos circulares, possuindo 9,00 m de vão teórico, apoiadas em pilares em “T” abatido, e lajes duplas com 4 cm de espessura.

Na mesma disposição do Mezanino, porém 3 metros acima da Plataforma Superior, existe uma estrutura de cobertura. Esta área coberta foi planejada para alocar guichês de venda e abrigar passageiros a espera de condução. Hoje em dia, esta área possui, além dos guichês de vendas de passagens, casas lotéricas, bancas de revistas, lanchonetes, lojas de conveniências, entre outras. O acesso dos passageiros entre a Plataforma Superior, Mezanino e Plataforma Inferior se dá por três elevadores, com capacidade unitária para no máximo vinte pessoas, oito escadas rolantes e quatro escadas convencionais.

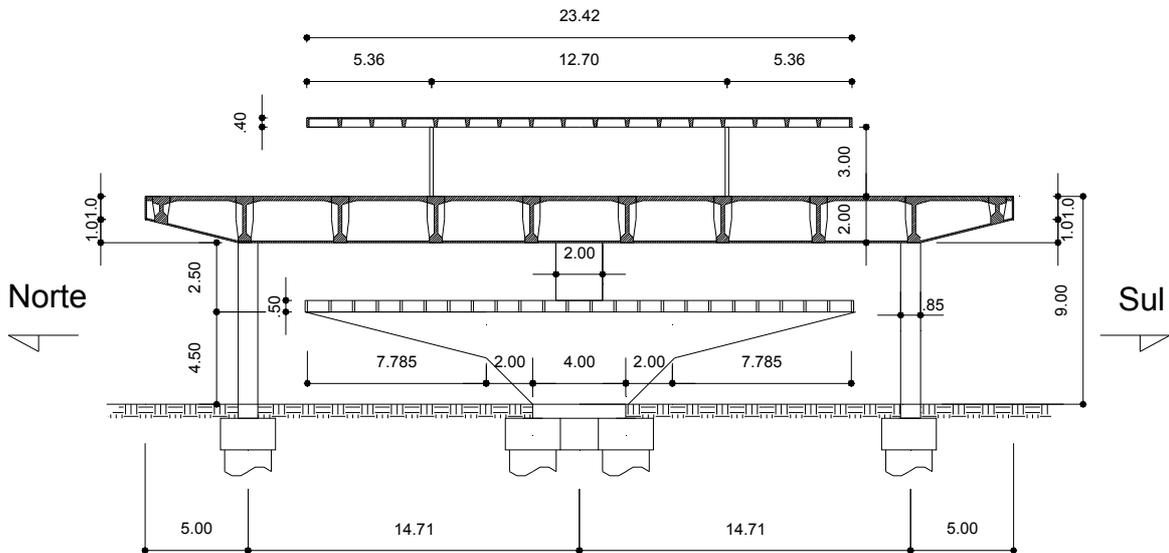


Figura 2.23 – Corte do Mezanino, estrutura central e Cobertura (Relatório de Assessoria UnB – 1997, com adaptações)



Figura 2.24 – Estrutura do Mezanino e da Cobertura (Arquivo Público DF, autor e data não identificados).

A estrutura da Cobertura da parte central do “H” é formada por vigas tipo “pi” pré-moldadas, colocadas uma ao lado da outra, apoiadas sobre quadros de vigas em concreto protendido e pilares metálicos. O último quadro é formado por pedaços de vigas “pi” que se interligam por protensão (figura 3.12). Estas duas estruturas não serão alvos de aprofundamento no presente trabalho.

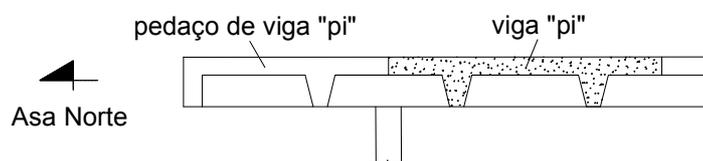


Figura 2.25 – Seção transversal da estrutura da Cobertura mostrando vigas “pi” (Contarini, 1990, com adaptações)

#### 2.2.4 - Passagem inferior

A passagem inferior foi construída após 24 de novembro de 1959, tem a mesma direção do Eixo Rodoviário e tem 15,20 m de largura por 5,50 m de altura. Atravessa toda a parte central da Estação Rodoviária e liga as pistas de velocidade norte e sul daquele eixo. Possui aproximadamente 450 m de comprimento total, tendo três trechos a céu aberto e dois trechos cobertos, com 120 m e 60 m de comprimento cada. Primeiramente foi escavado o terreno original para que a passagem atravessasse todo o sentido longitudinal da Estação em um nível abaixo da Plataforma Inferior. Logo após foram executadas cortinas estruturais de concreto armado nas paredes laterais, engastadas em laje horizontal na base, que constitui a fundação do conjunto (figuras 2.26). Nos trechos cobertos, as cortinas são ligadas por viga de concreto protendido de seção retangular vazada, largura 200 cm e altura 100 cm, com 15 m de vão ligadas lateralmente por lajes com 200 cm de vão. A laje superior é pré-moldada e a inferior moldada *in loco* (figuras 2.27 e 2.28). Assim como a estrutura do Mezanino e da Cobertura, a passagem inferior não terá seus estudos aprofundados no presente trabalho.

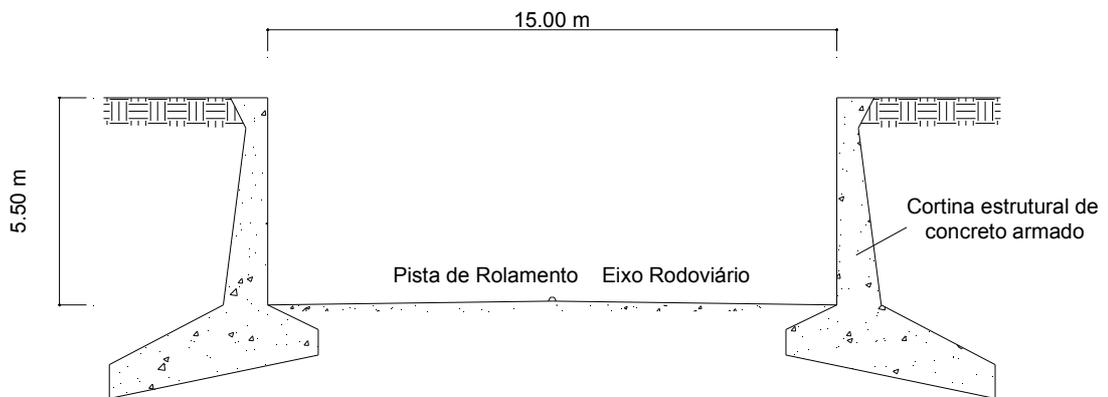


Figura 2.26 – Seção transversal da passagem inferior, parte descoberta (Contarini, 1990, com adaptações)

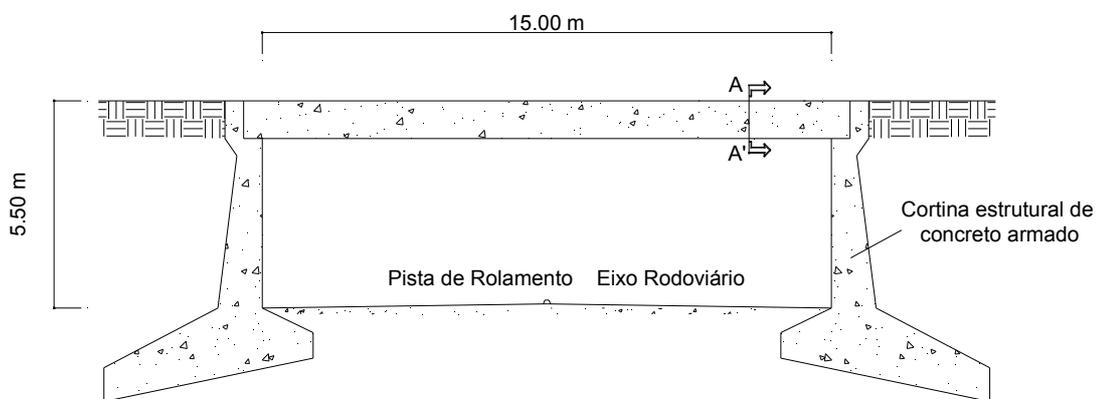


Figura 2.27 – Seção transversal da passagem inferior, parte coberta (Contarini, 1990, com adaptações)

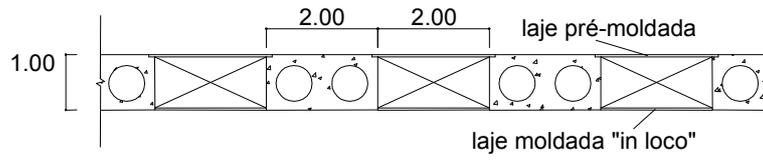


Figura 2.28 – Corte A-A da figura 2.27 mostrando as seções das vigas e das lajes (Contarini, 1990, com adaptações)

## **3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS**

### **3.1 - CONCEITOS IMPORTANTES**

A fim de facilitar a compreensão do presente trabalho, serão dados a seguir alguns conceitos importantes de termos rotineiramente utilizados na engenharia civil, porém nem sempre empregados de forma correta.

#### **3.1.1 - Desempenho em serviço**

Segundo a NBR 6118 (2003), o desempenho em serviço de uma estrutura consiste na capacidade que ela possui de manter-se em condições plenas de utilização, não devendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada.

#### **3.1.2 - Diagnóstico**

A palavra diagnóstico vem da medicina, onde significa o conhecimento ou determinação de uma doença pela observação e descrição de seus sintomas, ou mediante exames diversos. Já na engenharia civil, essa palavra possui significado semelhante, porém com adaptações.

Segundo ARANHA (1994), o diagnóstico consiste na análise do estado atual da estrutura, a partir de uma inspeção prévia, com levantamentos de dados e estudo dos mesmos. Ele alega ainda que a existência de danos implica na necessidade de identificar a natureza, o alcance, a origem e a causa mais provável do mesmo.

#### **3.1.3 - Durabilidade**

De acordo com a NBR 6118 (2003), a durabilidade de uma estrutura de concreto armado ou protendido consiste na sua capacidade de resistir às influências ambientais previstas e

definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

Ainda na NBR 6118 (2003), prevista a exigência de durabilidade para as estruturas que consiste na obrigação das mesmas serem projetadas e construídas de modo que sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período da sua vida útil.

### **3.1.4 - Manutenção**

Segundo ARANHA (1994), existem dois tipos de manutenção: a manutenção preventiva que é o conjunto de ações de reduzido alcance, como forma de prevenir ou identificar o surgimento de danos, e a manutenção corretiva que é realizada quando a estrutura apresentar perda significativa em suas capacidades e qualidades originais, como forma de se evitar o comprometimento da segurança da estrutura.

Manutenção é, segundo a definição da NBR 5674 (1999), o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes, a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários. Ainda, segundo a mesma norma, a manutenção não inclui serviços realizados para alterar o uso da edificação.

“O conjunto de projetos relativos a uma obra deve orientar-se sob uma estratégia explícita que facilite procedimentos de inspeção e manutenção preventiva da construção”, NBR 6118 (2003).

A NBR 6118 (2003) prevê ainda que, dependendo do porte da construção e da agressividade e de posse das informações do projeto, dos materiais e produtos utilizados e da execução da obra, deve ser executado por profissional habilitado, devidamente contratado pelo contratante, um manual de utilização, inspeção e manutenção. Este manual deve especificar de forma clara

e sucinta, os requisitos básicos para a utilização e a manutenção preventiva, necessárias para garantir a vida útil prevista para a estrutura.

A NBR 5674 (1999) informa que a manutenção é economicamente relevante no custo global das edificações e que não pode ser executada de forma improvisada ou casual. Ela deve ser entendida como um serviço técnico, cuja responsabilidade exige capacitação apurada. Afirma também que os custos anuais envolvidos nas operações de manutenção das edificações em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial, porém se acumulado durante o decorrer de sua vida útil, esse valor pode ser equivalente ou superior ao seu custo de construção.

A Federação Internacional de Protensão (FIP, 1988), por meio da Tabela 3.1, apresenta uma metodologia para se obter os intervalos de inspeção e manutenção em função da classe da estrutura, condição ambiental de exposição e de carregamento da estrutura. Tais classes são distinguidas da seguinte forma:

Classe 1 – estrutura em que a ocorrência de ruptura possa ter conseqüências catastróficas e/ou quando a funcionalidade da estrutura é de vital importância à comunidade;

Classe 2 – estruturas em que a ocorrência de ruptura possa gerar perda de vidas e/ou quando a funcionalidade da estrutura é de considerável importância;

Classe 3 – onde a perda de vidas devido à ocorrência de ruptura é improvável e/ou a funcionalidade da estrutura não tem importância considerável para a comunidade sendo possível a realização de intervenções na estrutura, para execução de reparos, sem grandes perdas à comunidade.

A Federação Internacional de Protensão (FIP, 1988) estabelece ainda uma classificação das estruturas de acordo com tipo de ambiente em que a mesma está inserida e o tipo de solicitação:

Muito severa – estrutura em ambiente agressivo submetida a carregamento cíclico e possibilidade de fadiga;

Severa – estrutura em ambiente agressivo, porém com carregamento estático, ou quando o tipo de ambiente é normal, com carregamento cíclico existindo a possibilidade de fadiga;

Normal – quando em ambiente não agressivo (normal) e carregamento estático.

Além disso, a FIP classifica os tipos de inspeções em:

Rotineiras – as que são realizadas em intervalos regulares, com planilhas específicas da estrutura, elaborada em conjunto pelos técnicos responsáveis pelo projeto e pela manutenção;

Extensiva – as que são realizadas em intervalos regulares, alternadas com as inspeções de rotina consistindo de uma investigação minuciosa dos elementos e das características dos materiais componentes da estrutura;

Especial – são aquelas realizadas, excepcionalmente, quando indicadas por inspeções de rotina ou extensiva, ou a qualquer momento face à ocorrência de acidentes que comprometam a segurança da estrutura ou sua funcionalidade.

Tabela 3.1 – Proposta de periodicidade (em anos) para inspeções de rotina e extensiva

Condições ambientais e de carregamento	Classe das estruturas					
	1		2		3	
	Inspeção Rotineira	Inspeção Extensiva	Inspeção Rotineira	Inspeção Extensiva	Inspeção Rotineira	Inspeção Extensiva
Muito severa	2*	2	6*	6	10*	10
Severa	6*	6	10*	10	10*	-
Normal	10*	10	10*	-	**	**

FONTE: Federação Internacional de Protensão (FIP, 1988)<sup>5</sup>

\* intercaladas entre inspeções extensivas

<sup>5</sup> As recomendações da Federação Internacional de Protensão não possuem força de norma, apenas servem como importante orientação.

\*\* apenas inspeções superficiais

A NBR 9452 (1986) classifica os tipos de vistorias da seguinte forma:

Cadastral – vistoria de referência na qual são adotados os principais elementos para segurança e durabilidade da obra. A vistoria cadastral é completa com o levantamento dos principais documentos e informes construtivos.

Rotineira – vistoria destinada a manter o cadastro da obra atualizado devendo ser realizada a intervalos de tempos regulares, não superiores a um ano, e também aquela motivada por ocorrências excepcionais, usando-se um roteiro básico. Na vistoria rotineira, periódica, deve ser verificada visualmente a evolução de falhas já observadas nas vistorias anteriores, bem como novas ocorrências, reparos, reforços, recuperação e qualquer modificação de projeto efetuados no período. A vistoria rotineira pode ser realizada sem instrumento de precisão

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. Devem ser vistoriadas, periodicamente, com frequência determinada pela entidade responsável e não superior a cinco anos, em substituição parcial às vistorias rotineiras.

A NBR 9452 (1986) ainda mostra em seu anexo um fluxograma de vistoria especial conforme mostra a figura 3.1.

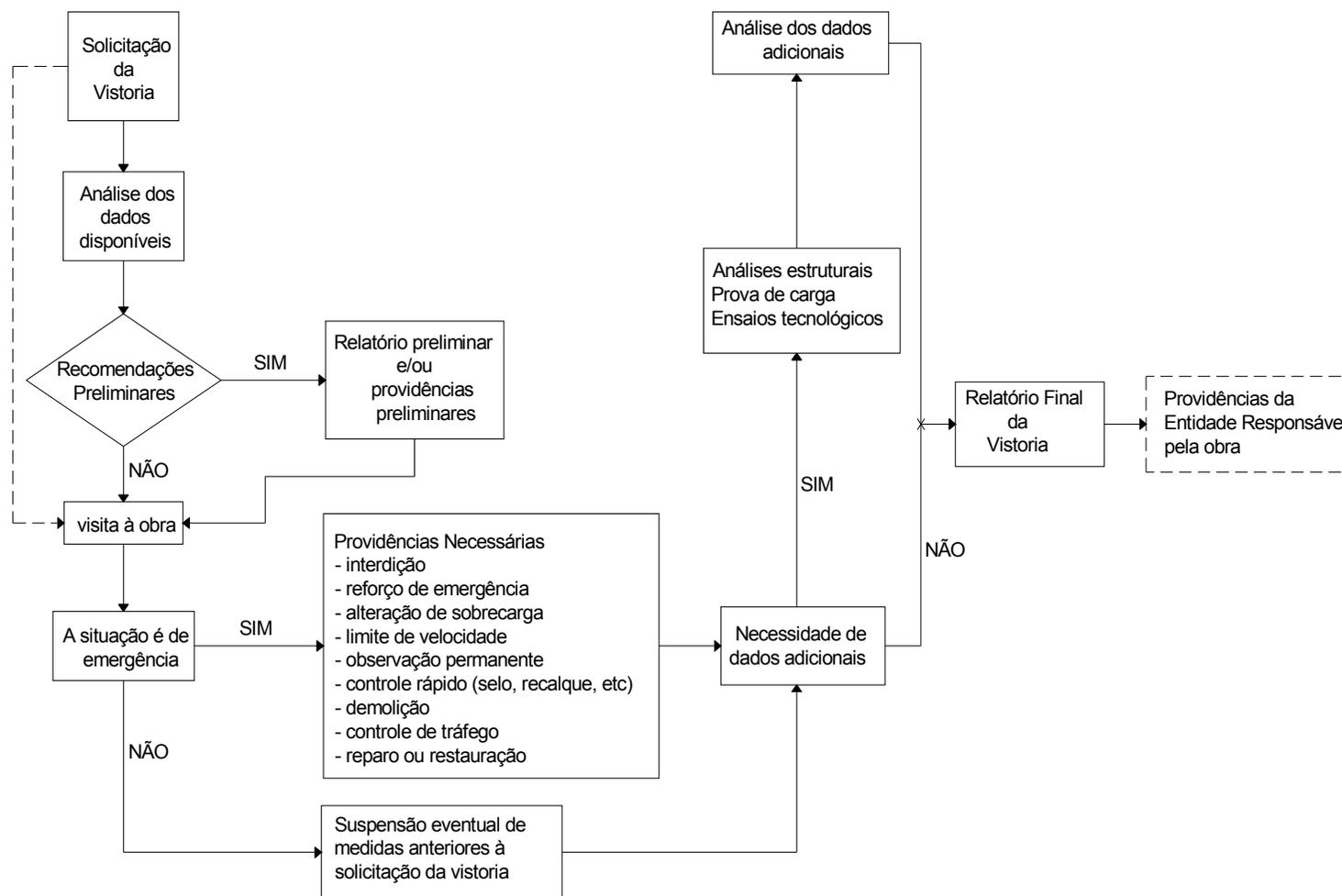


Figura 3.1 – Fluxograma de vistoria especial (NBR 9452, 1986, com adaptações)

### **3.1.5 - Patologia**

O termo patologia na engenharia civil foi inspirado na medicina, porém de forma adaptada para as estruturas podendo ser conceituado como: qualquer alteração, estética ou não, que cause perda de desempenho de um elemento, componente ou construção, ao longo do tempo, diminuindo sua vida útil, devido a erros de planejamento, projeto e execução; falhas na fabricação de materiais componentes, má utilização e deterioração proveniente de sua interação com o meio ambiente.

Pode-se entender como Patologia das Construções como sendo a parte da engenharia que estuda os sintomas, a forma como ocorrem, as causas e as origens dos defeitos das construções.

### **3.1.6 - Prognóstico**

O prognóstico pode ser conceituado, na engenharia civil, como o juízo de um profissional, habilitado para tal, a respeito da evolução de uma patologia existente em determinada estrutura ou elemento estrutural.

### **3.1.7 - Serviço de manutenção**

Segundo a NBR 5674, o serviço de manutenção é a intervenção realizada sobre a edificação e suas partes constituintes, com a finalidade de conservar ou recuperar a sua capacidade funcional.

### **3.1.8 - Vida Útil**

Segundo a NBR 6118 (2003), a vida útil é o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

O Código Modelo MC-90 do CEB-FIP (1991) estabelece que as estruturas de concreto devem ser projetadas, construídas e operadas de forma tal que, sob condições ambientais esperadas, elas mantenham sua segurança, funcionalidade e a aparência aceitável durante um período de tempo, implícito ou explícito, sem querer altos custos imprevistos para manutenção e reparo. Ainda segundo o MC-90, o tempo de vida útil das estruturas deve atingir período mínimo de 50 anos desde que as estruturas sejam projetadas, executadas e mantidas conforme os requisitos preconizados no código. No caso das estruturas especiais pode-se requerer um período de vida útil mais longo, em torno de 100 anos, ou mais curto como 25 anos ou menos, em função do tipo da importância da edificação ou do tipo de exposição a que está submetida.

## **4 - INSPEÇÕES E INTERVENÇÕES ANTERIORES NA ESTRUTURA DA PLATAFORMA SUPERIOR**

### **4.1 - HISTÓRICOS DE INSPEÇÕES REALIZADAS**

Após a construção da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília, passaram-se 21 anos sem vistorias em sua estrutura. Este fato certamente contribuiu para o agravamento dos problemas encontrados. A primeira inspeção foi realizada em 1981. A partir desta, várias outras aconteceram até o ano de 1995. Cabe ressaltar que a maioria das intervenções recomendadas em tais documentos, não foi imediatamente atendida. A seguir, será mostrada, de forma resumida, a seqüência cronológica dos trabalhos, mostrando suas principais características.

#### **4.1.1 - Relatório do Professor Aderson Moreira da Rocha (Rocha, 1981)**

Em 1981, o Professor Aderson Moreira da Rocha realizou uma vistoria na estrutura da Plataforma Superior encomendada pela Novacap com objetivo de levantar problemas existentes, indicando o diagnóstico e as providências recomendadas. Estiveram presentes nesta vistoria, além do autor do relatório, os engenheiros Aluizio Souza de Carvalho e Valdir Miotto da Novacap.

“Foram examinados os aspectos externos e, com o auxílio de plataforma elevatória fornecida pelo Corpo de Bombeiros, foram verificadas as diversas peças da estrutura situadas entre a laje inferior do forro e a laje superior do piso”

O professor examinou o grande “H” e as plataformas norte e sul, que ficam respectivamente sob as praças norte e sul, porém estas duas últimas não são objetos do presente estudo. No relatório foi registrado que foram confeccionadas plantas gerais do local das vistorias, porém estes documentos não estavam apensos ao relatório.

Tal trabalho foi concluído com um relatório que apresentava uma análise de caráter genérico da estrutura, não entrando em detalhes sobre o seu comportamento e origem de vários danos. O autor registrou defeitos generalizados por toda a estrutura examinada, tais quais fissuras, trincas, armaduras aparentes, cabos expostos, oxidação da armadura, ninhos de concretagem, vazamentos e infiltrações, água acumulada, juntas de dilatação danificada, deformações, além de outros defeitos de construção, como concreto de mau aspecto, armadura sem protensão, entulhos não retirados, vigas sem concreto e juntas mal construídas. Porém, o autor destacou alguns problemas:

a) Infiltrações por causa de defeitos generalizados nas instalações de água pluvial, que poderiam, em médio prazo, causar sérios danos, como rompimento da armadura protendida por perda de seção e corrosão da armadura não passiva;

b) Falta de impermeabilização da estrutura facilitando infiltrações;

c) Fissuras em algumas vigas principais (vigas “T” invertido) que foram consideradas pelo autor como graves, sendo objetos de exame especial;

d) Esmagamento<sup>6</sup> do concreto em alguns pontos, sendo os principais localizados em pilares do bloco “H”. Estes fenômenos foram considerados de extrema gravidade;

e) Armaduras aparentes e cabos expostos espalhados por toda a estrutura examinada. “Tais fatos de natureza grave não são perigosos no estado atual, pois podem ser corrigidos em tempo.”

f) Junta de dilatação, de um modo geral, funcionando precariamente, do que resultam infiltrações com grande perigo para conservação das estruturas.

O autor diagnosticou que a origem do problema foi a má execução da obra, além de defeitos na instalação de águas pluviais, falta de conservação das instalações existentes, falta de

---

<sup>6</sup> O diagnóstico de esmagamento pode ter sido usado equivocadamente pelo autor do relatório, podendo se tratar de ataque químico ao concreto da base dos pilares, provocada por urina humana, conforme será explicado posteriormente.

conservação das juntas de dilatação e fenômenos estruturais decorrentes do mau funcionamento da estrutura devido aos defeitos de construção e outros, como as infiltrações de água e deformações provenientes da variação de temperatura.

Como conclusão, o professor sugeriu definir, classificar e especificar os serviços acompanhados de orçamento unitário, deixando que as quantidades de cada tipo de serviço fossem determinadas pela supervisão da obra. Durante a execução dos reparos, seria examinado cada local e seu respectivo problema gradativamente e profundamente. Foi dado ênfase à revisão completa das instalações pluviais por empresa especializada, tratando-a como indispensável e urgente. Estruturalmente, o autor sugeriu a reconcretagem de locais onde fosse verificada a falta de concreto, para isso, o  $f_{ckmin}$  seria de 20 MPa. Também indicou cobrir as armaduras expostas utilizando massa de epóxi, após prévia limpeza da superfície com jato de areia. Outra intervenção recomendada, sem a apresentação de maiores detalhes, foi a pintura de fissuras com epóxi, que segundo o autor serviria como impermeabilização do concreto. No caso de trincas, foi recomendada a injeção de resina epóxi utilizando tubos plásticos espaçados de 15 cm ao longo das trincas, calafetando-se com massa de epóxi os intervalos entre os tubos. Nas vigas “T” invertido, onde fossem encontradas trincas de grande abertura e em pontos importantes, foi recomendada a execução de armadura complementar colada e coberta com resina epóxi. Para o reforço dos pilares do item “d” acima mencionado foi indicado o encamisamento dos mesmos, porém sem maiores detalhes da execução. Lembrou que o reparo das juntas de dilatação constitui um serviço de grande responsabilidade, no entanto não se aprofundou em técnicas a serem utilizadas.

“Alguns dos danos relatados foram posteriormente reparados, pela filial do DF da empresa Tecnosolo. No entanto, não há registros detalhados das intervenções efetuadas. Os principais reparos efetuados foram: cobrimento de armaduras aparentes com argamassa à base de resina epóxi; reparos de pilares de apoio da estrutura do viaduto da Plataforma Superior (denominado bloco H), parte inferior, junto às bases, com acréscimo da seção original de concreto por encamisamento, para proteção das armaduras expostas e substituição do concreto deteriorado.” (Clímaco, 1996).

#### **4.1.2 - Carta da Soltec Engenharia<sup>7</sup>**

Devido à fissuração e deformação excessiva em uma viga da Cobertura da parte central do “H”, a empresa Soltec Engenharia Ltda. foi chamada para realizar serviços de recuperação. Após concluir o reparo, a empresa enviou uma carta a Novacap sugerindo a realização de Vistoria Técnica nas demais vigas da estrutura da Cobertura, para que fossem adotadas medidas corretivas que por ventura fossem necessárias, em tempo hábil, não colocando vidas de pessoas em risco, tendo em vista a possibilidade de outras vigas apresentarem o problema ocorrido na viga reforçada.

Foi relatado: “durante a execução dos serviços, oportunidade em que tivemos que remover parte da impermeabilização e argamassa de nivelamento existentes e parcialmente deterioradas, verificamos a existência de cabos protendidos completamente desativados, em função da perda de seção provocada pela corrosão.”

#### **4.1.3 - Relatório de Grupo de Trabalho (Alves, Barbosa, Lassance *et al*, 1989)**

Em 1989, foi formado um Grupo de Trabalho constituído de sete profissionais, de sete instituições distintas, com o intuito de análise e apresentação de propostas para a solução dos problemas nos diversos terminais de transporte urbano do Plano Piloto e cidades satélite. “Pensa o grupo, que ao apresentar o presente relatório, viabiliza meios de se iniciar a partir dele articulações a nível administrativo para a solução de um dos problemas que mais diretamente atinge a população como um todo, uma vez que transporte de massa eficiente, assume em Brasília, importância visceral visto a peculiaridade do traçado urbano, as grandes distâncias e o contingente elevado de usuários.”

O relatório é introduzido por um breve histórico da Estação, mostrando alguns dados relativos a ela na época. Logo em seguida, os autores listaram uma série de problemas encontrados dividindo-os nos seguintes tópicos: condições físicas; condições operacionais; condições

---

<sup>7</sup> Esta carta da Soltec Engenharia Ltda. é parte integrante do processo da Novacap nº 112009360/90, folhas 133 e 134.

funcionais e condições administrativas. Como o presente trabalho busca estudar aspectos estruturais referentes à Estação, se irá ater somente às condições físicas observadas.

O Grupo reforçou as recomendações dadas na carta da Soltec (subitem 4.1.2) descrevendo-a quase que por completo e constatou agravamentos dos problemas descritos no relatório do Professor Aderson (subitem 4.1.1), recomendando atenção ao seu conteúdo: “por serem ainda oportunos e absolutamente atuais após oito anos de sua apresentação, recomendamos a leitura e o exame detalhado do referido relatório, bem como a tomada de providências com a urgência que o assunto requer”. Além disso, cabe ressaltar as seguintes observações:

- a) Infiltrações nas juntas de dilatação, provocando a oxidação das armaduras;
- b) A rede de esgotos que serve a rodoviária se encontra sub-dimensionada com tubulações de bitolas insuficientes para a demanda de despejo;
- c) Presença de calhas e bicas na região sob as juntas da estrutura da Plataforma Superior, destinadas à coleta de águas advindas de infiltrações (figura 4.1).
- d) “O piso da área de circulação de pedestre da Plataforma Inferior, encontra-se em estado crítico devido o elevado volume do tráfego de pessoas no local e a constante necessidade de quebra do mesmo devido ao problema de ampliação de rede de esgotos e instalações, o que causa dificuldade na conservação;”
- e) O pavimento do pátio de manobras e baias requer substituição.

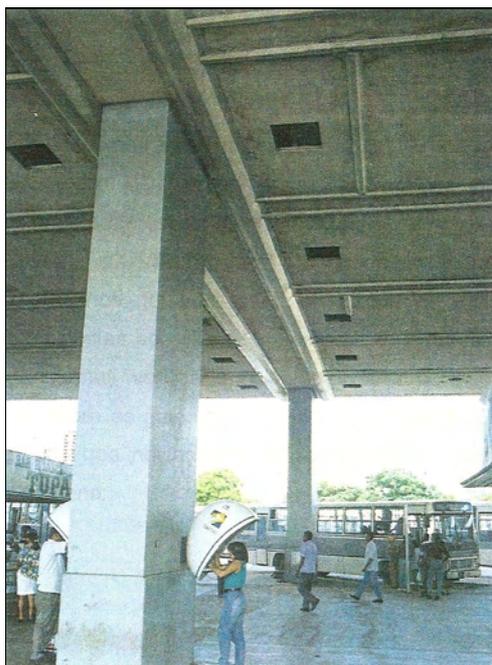


Figura 4.1 – Calhas para a coleta de águas provenientes de infiltrações (Relatório de Assessoria UnB – 1997)

Principais providências recomendadas:

- a) Correção das infiltrações nas juntas de dilatação e verificação e reparo de danos causados por elas. Recomendou-se a retirada das calhas após as referidas correções;
- b) Revisão da rede de captação de águas pluviais, para adequar o sistema à demanda;
- c) Revisão da rede de esgoto, para adequar o sistema às condições de descargas existentes.

O grupo anexou algumas fotos retiradas durante os trabalhos e concluiu da seguinte forma: “a Estação Rodoviária de Brasília é uma estrutura que carece da atenção urgente do governo, uma vez que se trata de um ponto vital do traçado da cidade. É um espaço que abriga uma atividade essencial e se transformou em um ponto crítico de confluência de grande parte do fluxo de pessoas que utilizam o transporte urbano. Do ponto de vista estético, a Estação rodoviária se localiza num ponto estratégico e a sua modernização e reformulação se fazem necessárias pelo comprometimento com o entorno planejado e coerente. A curto prazo,

entretanto, reformas se fazem inadiáveis, visto que nem as atividades básicas a que o espaço propõe são realizadas com um mínimo de conforto e funcionalidade. A própria estrutura física encontra-se comprometida e carece de cuidados básicos ainda bastante precários, em detrimento mesmo da segurança dos milhares de usuários que trafegam no local.”

#### **4.1.4 - Relatório dos Engenheiros Valdir Moysés Miotto e Adail Dalla Bernardina (Bernardina & Miotto, 1990)**

Em 1990, foi realizada outra vistoria, desta vez por determinação do Secretário de Desenvolvimento Urbano. Os responsáveis pelos trabalhos foram os Engenheiros Valdir Moysés Mitto e Adail Dalla Bernadina. Segundo estes, durante a vistoria foram realizados exames visuais de forma mais detalhada possível nas diversas partes da Estação. Por eles foram estudadas fundações, blocos de transição e viga de equilíbrio, pilares, as plataformas, a estrutura da Cobertura da Plataforma Superior, instalações, proteção aos usuários e revestimentos. Depois de concluídas as inspeções, as principais observações, entre outras presentes no relatório, realizadas foram as seguintes:

- a) Não foram detectados indícios graves nas peças de sustentação, porém foram ressaltadas trincas na cortina norte - leste (muro de encontro próximo ao Teatro Nacional). Os autores sugeriram, para uma melhor análise, que fosse retirada a capa asfáltica e de terra até a exposição ao exame visual de todo o embasamento da cortina afetada. Porém, mais à frente, no relatório do engenheiro Bruno Contatini, essa patologia foi considerada de menor importância por se tratar de uma parede de alvenaria;
- b) Todos os pilares vistoriados haviam sido recuperados através de encamisamento de suas partes inferiores, com isso não apresentavam defeitos que pudessem ser detectados visualmente;
- c) Na estrutura da Plataforma Superior, foi verificada a existência de vigas e lajes com as armaduras expostas e em estágio avançado de oxidação;

d) Várias vigas pré-moldadas apresentam afastamentos acentuados nos apoios, que merecem acompanhamento, porém os autores não explicam em nenhum momento quais os parâmetros utilizados para se chegar a essa conclusão. Há de se registrar que tal observação só foi citada neste relatório;

e) As fissuras na pavimentação da Plataforma Superior permitiam infiltrações e penetração de águas pluviais, carregando resíduos de combustíveis, detergentes de lavagem de veículos e rejeitos orgânicos, os quais poderiam agredir as armaduras e provocar o colapso conjunto devido à corrosão sob tensão. Os autores diagnosticaram a dilatação proveniente das variações climáticas como o responsável pelas fissuras da pavimentação superior;

f) Os cones de ancoragens das armaduras de protensão em sua grande maioria estão expostos, com ninhos de abrigo danificados e sujeitos a ação de intempéries;

g) As instalações hidráulicas e elétricas encontravam-se em péssimo estado de conservação, possuindo derivações acrescentadas sem a observação de normas técnicas;

h) As calhas e bicas para coletas de águas pluviais sob as juntas ainda existiam devido aos problemas de infiltrações não sanados.

Principais providências recomendadas:

a) Os autores entenderam que na Plataforma Superior eram necessários trabalhos de impermeabilização, já que lajes e vigas foram feitas isoladamente;

b) Informaram que as juntas de dilatação eram sensíveis a vazamentos, vibrações devido a fluxos intensos de veículos, além de constantes contrações e dilatações impostas por condições térmicas;

c) Correção dos ninhos de abrigo nos cones de ancoragens para proteção contra a ação de intempéries;

d) Colocação de redutores de velocidade sobre a Plataforma Superior que possibilitem a diminuição dos esforços de frenagem e trepidações acentuadas, evitando-se a fadiga da estrutura;

e) Substituição dos concretos e revestimentos danificados das vigas e lajes da Plataforma Superior;

f) Avaliação dos afastamentos nos apoios das vigas pré-moldadas da Plataforma Superior;

g) Substituição das juntas de dilatação da Plataforma Superior por material de alta elasticidade e impermeabilização diretamente sobre o concreto;

h) Revisão total das instalações hidráulicas e elétricas, substituindo todos os componentes defeituosos;

i) Remoção das calhas e bicas após o reparo e impermeabilização das juntas;

j) Foi sugerida a execução de vistoria detalhada em toda área da estrutura da Cobertura através de empresa especializada em reforços estruturais para avaliação da “condição atual” de estabilidade da estrutura, indicando o grau de comportamento e as soluções corretivas que se fizerem necessárias;

Nota-se que desde a vistoria anterior, nenhuma providência havia sido tomada e que todas as observações somente reforçaram as antigas, acrescentando detalhes novos. Os engenheiros salientaram que não havia risco de instabilidade estrutural, porém a médio e longo prazo era necessário se ter cuidado quanto a esse aspecto.

#### **4.1.5 - Relatório do Engenheiro Bruno Contarini (Contarini, 1990)**

Nota-se que entre 1989 e 1990 houve uma maior preocupação em vistoriar as estruturas da Estação desde que ela havia sido inaugurada, prova disso é que em 1990, Bruno Contarini, um dos engenheiros que fez parte da equipe responsável pelo projeto original da estrutura da Estação Rodoviária de Brasília, realizou uma vistoria nesta e relatou detalhes importantes a respeito do funcionamento global da estrutura. Suas observações e desenhos esquemáticos da estrutura são de grande valia, pois de certa forma supre em parte a falta de informações devido à ausência dos projetos originais.

Na primeira parte de seu relatório o autor dá ênfase à explicação sobre características estruturais da passagem inferior, do Mezanino, da Plataforma Superior e da Cobertura. Ao comentar a respeito da Plataforma Superior, o autor informou que as longarinas não apresentam grandes problemas, pois as armações são protegidas não sendo suscetíveis de serem atacadas pela oxidação. Porém, informou que as armações das lajes superiores são críticas, pois o tipo de solução adotada para a construção exige uma manutenção mais apurada para protegê-las de corrosão. É necessária uma impermeabilização perfeita, pois infiltrações podem condenar os cabos. Já a armação da laje inferior não possui grandes responsabilidades e sua proteção é fácil.

Com relação à estrutura da Cobertura, Contarini informa que sua manutenção é simples e que apenas o estado da armação é importante, principalmente a do último quadro.

Os principais problemas detectados por ele foram os seguintes:

a) Muitos cabos com os cones totalmente desprotegidos demonstrando a existência de cabos não protegidos e, por lógica, oxidados. A grande maioria dos cabos inferiores se apresentava dessa maneira;

b) Infiltrações nas lajes superiores com conseqüente contaminação dos cabos superiores. Era bem provável a existência de cabos de protensão rompidos e lajes enfraquecidas;

c) Juntas mal executadas, sem suas características de impermeabilidade e de mobilidade;

d) As placas de mármore nas laterais da Plataforma Superior apresentavam perigo permanente de queda, inteiras ou em pedaços.

Principais providências recomendadas:

a) Análise do estado de corrosão dos cabos de protensão da laje superior por ser um grave problema estrutural;

b) Substituição dos cabos oxidados nas lajes inferiores. Segundo o autor a solução seria a simples troca do cabo corroído por uma cordoalha de 5/8 auto protegida, com bainha de polietileno e injeção de graxa;

c) Necessidade de análise do estado da corrosão da estrutura da Cobertura;

d) Proteção dos cabos de protensão e dos cones de ancoragens que solidarizam as lajes inferiores às longarinas;

e) Verificação do estado de funcionamento de alguns aparelhos de apoio de *neoprene* das longarinas sobre as vigas “T” invertido para comprovar o estado de funcionamento.

f) Tratamento das juntas de dilatação de forma a impedir a entrada de água e ao mesmo tempo permitindo o livre movimento da estrutura;

g) As trincas presentes nos muros laterais nas paredes de alvenaria não são problemas estruturais, sendo de recuperação fácil.

#### **4.1.6 - Relatório dos engenheiros Gaspar F. Duarte, Antônio Victor e Ailton M. de Carvalho**

Em 1991, engenheiros da Novacap realizaram um relatório baseado em visitas feitas a aproximadamente 50% das galerias da Plataforma Superior. Todas as galerias visitadas se encontravam nas pernas do “H” (blocos A e B) que constituem a estrutura do piso da pista de rolamento e estacionamentos superiores. As galerias sobre as pistas do Eixo monumental e aquelas da parte central do “H”, bloco C, não foram vistoriadas pela dificuldade de acesso. As principais observações foram:

- a) 30% das galerias vistoriadas foram consideradas sem problemas;
- b) 15% das galerias vistoriadas apresentavam VS<sup>8</sup> com a primeira concepção;
- c) 25% das galerias vistoriadas apresentavam danos em estado avançado, sendo que em 10 unidades dessas eram consideradas em estado crítico (cones de ancoragem expostos, oxidação de armaduras, infiltração generalizada e desagregação do concreto);
- d) 35% das galerias vistoriadas apresentaram infiltrações pelas juntas de dilatação e juntas de concretagem entre as lajes superiores e as vigas “T” invertido e longarinas, respectivamente;
- e) Os reparos realizados na década de oitenta, motivados pelo relatório do professor Aderson, à base de resina epóxi, estavam se soltando por falta de aderência;
- f) Os cones de ancoragem e os cabos de solidarização da laje inferior com as longarinas encontravam-se, em várias galerias, expostos e oxidados.
- g) Apesar de em algumas galerias terem sido observadas infiltrações entre as lajes superiores e as longarinas, tais patologias não apresentavam danos significativos que indicassem comprometimento da capacidade portante das lajes superiores, conforme suspeitou o engenheiro Bruno Contatini em seu relatório.

Principais providências recomendadas:

---

<sup>8</sup> Vigas Secundárias explicadas no Capítulo 2.

- a) Adição de ferragem para substituição dos cabos de protensão oxidados;
- b) Eliminação das infiltrações;
- c) Avaliação dos cabos de protensão oxidados por equipe especializada;
- d) Avaliação apurada em todas as galerias da Estação Rodoviária para se ter uma idéia real do problema.

#### **4.1.7 - Inspeção feita pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília**

Em 1995, foi realizado um Parecer Técnico de consultoria prestada à Novacap (CLÍMACO & MORAES, 1995), referente à Estação Rodoviária de Brasília. O principal objetivo era oferecer subsídios à Novacap para a realização de licitação tendo em vista trabalhos de recuperação da estrutura da Rodoviária com intuito de mantê-la em funcionamento seguro. O supracitado parecer tinha como parte integrante os relatórios parciais 1, 2 e 3. O primeiro reúne e analisa as vistorias anteriormente realizadas na Estação, com dados obtidos junto de profissionais e firmas envolvidos com trabalhos de reparo executados na estrutura. Esse relatório teve como objetivo fornecer subsídios para serviços emergenciais de recuperação da estrutura. O segundo relatório analisava o problema do revestimento das paredes laterais da passagem inferior com recomendações sobre intervenções imediatas, porém, não será alvo de análise do presente trabalho. Já o terceiro relatório, mostra o resultado da investigação experimental indireta da dureza superficial do concreto e de ensaios para a determinação da resistência à tração de amostras de barras de aço extraídas de elementos da estrutura.

Na análise física foram vistoriadas 121 galerias, não coincidentes com as vistoriadas em 1991 pelos engenheiros da Novacap, no qual juntas, somam 70% do total de galerias. O trabalho começou com o estudo das inspeções anteriores, para que pudesse reunir todas as orientações de correção não atendidas. Durante a realização das inspeções, notou-se que os aparelhos de

apoio em *Neoprene*, que apóiam as longarinas nas vigas “T” invertido, estavam funcionando corretamente. Verificou-se também, por inspeção visual, que os cabos de protensão das longarinas e vigas de seção “T” invertido nas regiões de ancoragem não indicaram comprometimento (segundo o relatório de Bruno Contarini em 1990, as armações são protegidas e não são suscetíveis de serem atacadas pela oxidação).

Os principais problemas encontrados na Plataforma Superior foram os seguintes:

a) Fissuras longitudinais sistemáticas em algumas longarinas extremas (altura de 1,20 m) com aberturas de até 0,50 mm e tipologia bastante regular. Não apresentavam comprometimento estrutural;

b) Infiltração nas juntas de dilatação, devido à má execução das mesmas, aliadas às deficiências de impermeabilização e pavimentação do piso superior. As calhas sob as juntas de dilatação ainda estavam presentes, contribuindo para a ocultação do processo de corrosão das armaduras das peças vizinhas;

c) Devido às infiltrações, grande número de peças apresentou fissuração, lixiviação intensa e deslocamento do concreto por ação da corrosão do aço e armaduras expostas, algumas com perda acentuada de seção;

d) Reparos feitos com argamassa à base de resina epóxi, em 1981, estavam em péssimo estado. Elas haviam perdido completamente a aderência e muitas podiam até ser retiradas com a mão;

e) Infiltrações nas junções das lajes superiores com as longarinas, observando vários registros de eflorescência no concreto e formação de estalactites. Este tipo de patologia foi considerado grave, pois poderia provocar corrosão dos cabos de protensão das lajes contra as longarinas o que causaria danos graves à estrutura;

f) Estado avançado de corrosão das armaduras das lajes inferiores e, em alguns pontos, visíveis até pela parte inferior das mesmas, além de cabos de protensão expostos devido à má execução, com sinais de corrosão junto aos apoios nas longarinas;

Principais providências recomendadas:

a) Monitoramento das fissuras longitudinais sistemáticas nas longarinas extremas, durante o período de execução dos reparos, para que pudesse ser escolhido o tratamento mais adequado;

b) Que fosse feito um exame mais apurado dos cabos de protensão das lajes superiores, dada a sua relevância estrutural, durante a execução dos reparos, apesar de ter sido encontrada em vistoria, somente uma evidência de corrosão nos cabos protendidos;

c) Sugeriu a execução do pavimento rígido de concreto em todo o piso da Plataforma Superior, no qual o projeto seria viabilizado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

A consultoria também avaliou a estrutura do Mezanino, da Cobertura e da Passagem Inferior, onde se verificou existência de patologias, porém não são focos do presente trabalho.

Conforme explicado anteriormente, alguns ensaios foram realizados para a obtenção de dados que pudessem somar com as investigações a respeito da estrutura. Foram executados ensaios de esclerometria no concreto da Plataforma Superior, obtendo-se resultados satisfatórios, condizentes com a resistência apresentada no relatório do Bruno Contarini, 24 MPa. Além desse, ensaios com pacômetro para estimar o posicionamento das armaduras no interior da estrutura, devido à ausência de projetos estruturais, também foram realizados. Houve extração de barras de aço para ensaios de laboratório. Tais aços apresentaram características mecânicas e resistência de escoamento das classes CA-50B, para as armaduras passivas das vigas e CA-24, para as armaduras passivas das lajes superiores. Já os ensaios com os fios de armadura de protensão de solidarização das lajes inferiores indicaram uma resistência de escoamento de 1143 MPa. Foram também retirados testemunhos de corpos de prova de concreto para o teste de resistência à compressão, porém, devido a problemas operacionais, só foi possível retirar

três testemunhos. Como a quantidade ensaiada foi inferior ao que a norma NBR - 7680<sup>9</sup> estabelece, não pôde ser levado em consideração, apesar dos valores terem sido satisfatórios (em torno de 31,3 MPa). Ensaio de medidas eletroquímicas com eletrodo de calomelano também foram executados, porém indicaram pouca probabilidade de corrosão de acordo com a norma ASTM - C - 876-87, apesar de haverem sido efetuadas medidas em locais que visualmente apresentavam sinais de corrosão.

Como conclusão do Parecer Técnico (1995), o Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília sugeriu várias metodologias para intervenções, acompanhadas dos respectivos procedimentos de reparo. Sugeriu, por fase, quais etapas a serem executadas para minimizar os transtornos nos fluxos dos veículos que transitavam sobre a Plataforma Superior. Recomendou de forma geral como deveriam ser executadas as juntas de dilatação e os resultados a se esperar. Explicou como proceder no reparo das peças danificadas por corrosão (preparação do substrato, substituição de armaduras e recomposição do concreto) e no reparo de fissuras de acordo com sua espessura. Foi recomendada a remoção do concreto das VS para permitir o acesso e se poderem visualizar as vigas “T” invertido. Também foi orientado o estudo da viabilidade econômica de remoção das vigas extremas, apoiadas através de barras chumbadas nas longarinas, pois o estado de corrosão dessas vigas era, em geral, crítico e sua recuperação poderia resultar mais cara e demorada que sua eliminação. Deu informações a respeito de formas especiais a serem utilizadas, cura adequada do reparo, permeabilidade do reparo, propriedades do concreto de remoldagem ( $slump \geq 10$  cm, relação água/cimento  $\leq 0,5$ ,  $f_{cknovo} \geq f_{ckantigo} + 5$  MPa e uso de aditivos plastificantes) e utilização de concreto projetado. Foi dada ênfase ao reparo das lajes pré-moldadas inferiores, apesar de não terem sido constatados casos críticos de corrosão de cabo de protensão.

## **4.2 – HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES REALIZADAS**

### **4.2.1 - Reparos de 1981**

---

<sup>9</sup> “Uma amostra deve ser composta no mínimo de seis testemunhos, com diâmetro igual ou superior a 10 cm, e no mínimo de dez testemunhos com diâmetro inferior.” (NBR 7680, 1983).

Em todos esses anos e como se pode observar no presente documentos, apesar de inspeções terem sido realizadas, os trabalhos de recuperação foram poucos. Talvez por motivos financeiros ou até mesmo descaso das autoridades responsáveis da época. O certo é que quanto mais tempo se levava para começar tais intervenções, o custo final de recuperação aumentava e os problemas se agravavam. A primeira intervenção executada foi realizada em 1981, motivada pelas recomendações do relatório do professor Aderson (vinte e um anos após a inauguração da estrutura), porém não houve preocupações em sanar a origem dos problemas e sim em reparar as suas conseqüências, por isso, de nada adiantou, salvo a execução do encamisamento dos pilares de sustentação da Plataforma Superior, que cumpriu bem sua função até os dias atuais. Como foi observado no item 4.1.6 acima, em 1991, os reparos à base de resina epóxi realizados dez anos antes estavam se soltando e não cumpriam o seu objetivo, principalmente por não ter sido eliminada a fonte de umidade no elemento estrutural o que fez com que as condições propícias à oxidação continuassem.

#### **4.2.2 - Reparos de 1996 a 1998**

Em 1996, quinze anos após serem realizadas as primeiras vistorias na Plataforma Superior, baseado no serviço de Consultoria do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília (item 4.1.7 acima), foram iniciados os trabalhos de recuperação geral das estruturas da Estação Rodoviária. A seguir, será dada ênfase somente aos principais trabalhos realizados que foram:

- **Reparo das juntas de dilatação.**

Dentre todas as intervenções executadas nesse período, o reparo das juntas de dilatação foi o trabalho de maior importância realizado, pois seria o primeiro passo para sanar um dos problemas causadores de infiltrações nas galerias da Plataforma Superior da Estação. Foram

executadas novas juntas de dilatação (marca Jeene, modelo JJ 2540 VV<sup>10</sup>), existentes no mercado até os dias atuais, somente em um dos lados das nervuras da viga “T” invertido (o que diminuiu a quantidade de juntas da plataforma pela metade), sendo que no lado oposto foi executada uma laje de solidarização em concreto armado com resistência em torno de 25 MPa, entre a referida viga e a laje superior (figuras 4.2 a 4.4). Metodologia semelhante foi adotada para as juntas próximas aos muros de encontro. Não houve testes de estanqueidade.

Após esses reparos, sobre cada viga “T” invertido, foi originado um ressalto (idêntico a quebra-molas) nas regiões das juntas para que, ao ser executado o pavimento rígido de concreto (previstos como etapa final e complementar dos atuais serviços), fosse possível nivelá-lo com os ressaltos.

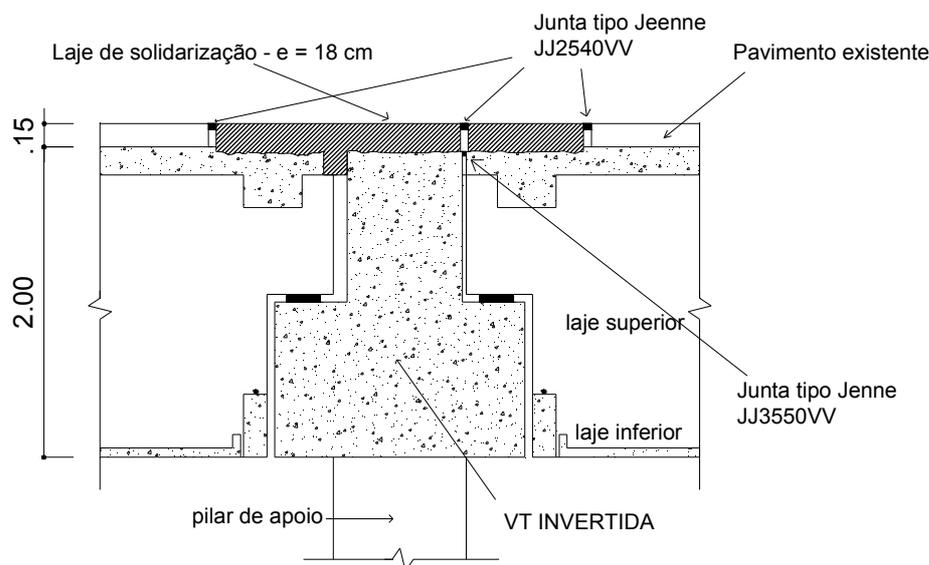


Figura 4.2 – Detalhe das juntas de dilatação e laje de solidarização (Relatório de Assessoria UnB com adaptações – 1997)

<sup>10</sup> Segundo o catálogo do fabricante Jenne, o modelo de junta JJ2540VV possui as seguintes dimensões: 25 mm de largura e 50 mm de profundidade permitindo movimentações máximas de + 15 mm e – 10 mm. Já o modelo JJ3550 possui 35 mm de largura e 60 mm de profundidade, permitindo movimentações máximas de + 20 mm e – 15 mm. Esses tipos de juntas são indicadas para pontes, viadutos, passarelas, túneis, garagens, obras de arte especiais, esgoto, barragens, estruturas com grande movimentações e pressões hidrostáticas até 0,8 MPa.

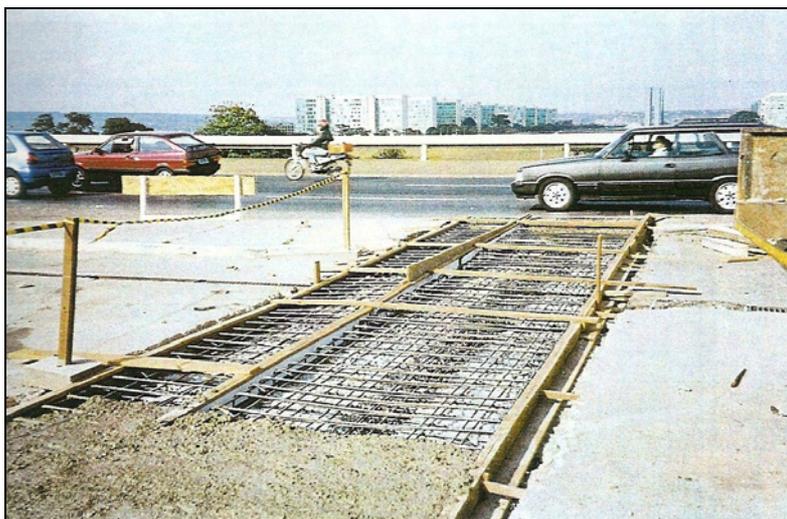


Figura 4.3 – Detalhe da execução da laje de solidarização (Relatório de Assessoria UnB – 1997)

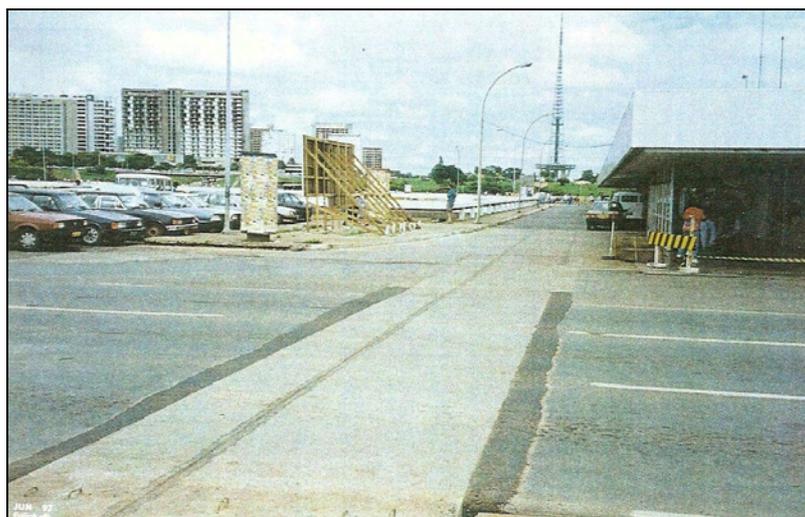


Figura 4.4 – Juntas de dilatação após a execução (Relatório de Assessoria UnB – 1997)

■ Demolição e recomposição das vigas VS.

Como muitas vigas VS impediam o acesso por dentro das galerias às vigas “T” invertido, achou-se oportuno, para que o trabalho de inspeção e manutenção fosse facilitado, a demolição da parte inferior dessas VS até uma altura de 40 cm da parte inferior da laje superior (figura 4.5), com posterior recomposição de sua parte inferior com concreto de  $f_{ck}$  21 MPa, utilizando pedrisco como agregado graúdo, tratamento dos cabos de protensão

existentes, com limpeza e aplicação de revestimento polimérico inibidor de corrosão do tipo *Sikatop 108 Armatec*<sup>11</sup> e adição de ferragens passivas (aço CA 50, 16mm) apoiadas nos estribos existentes e ancorando-as na própria extremidade das VS<sup>12</sup>, através de um furo de 20 mm preenchidos com argamassa à base de resina epóxi.. Os cabos de protensão da parte superior das VS permaneceram intactos. Somente foram tratados com revestimento polimérico inibidor de corrosão aqueles que necessitavam.

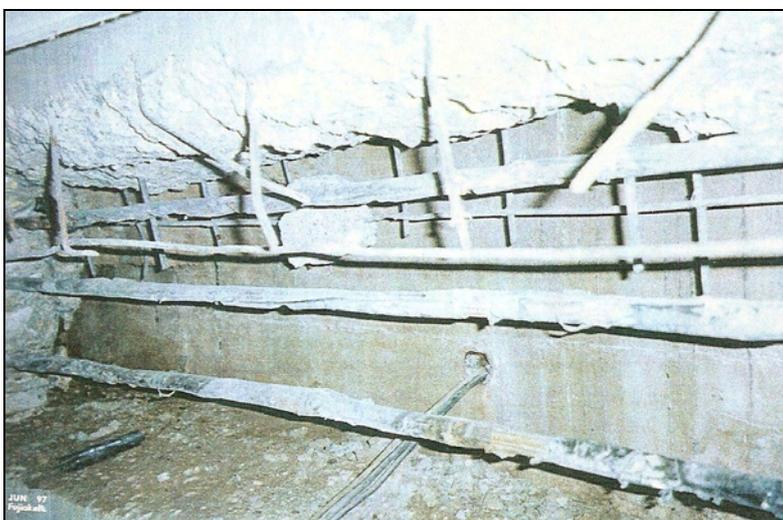


Figura 4.5 – Detalhe da remoção do concreto da parte inferior da VS (Relatório de Assessoria UnB – 1997)

- reparo das armaduras das vigas “T” invertido danificadas por corrosão.

No Parecer Técnico de consultoria Clímaco & Moraes (1995), além de outras informações, é indicada a metodologia para o reparo das peças danificadas por corrosão da seguinte forma: no preparo do substrato, deve ser garantida a remoção completa do concreto deteriorado; recomendou-se que a área a ser removida seja delineada por bordos bem definidos, obtidos com cortes à disco e uma profundidade suficiente, removendo-se o material restante com

---

<sup>11</sup> Produto existente no mercado, segundo o catálogo da fabricante é fornecido pronto para o uso, bastando-se misturar o componente A(líquido) ao componente B (pó) por um período aproximado de três minutos.

<sup>12</sup> O aço foi dobrado a 90° em suas extremidades e fixadas na VS através de furos de 20 mm preenchidos com argamassa a base de resina epóxi.

ferramenta de escarificação; a superfície deverá ser áspera e de concreto sadio com o agregado graúdo exposto; deve-se remover todo o concreto atrás das barras da armadura a uma profundidade equivalente a, pelo menos, um diâmetro das barras, sendo indispensáveis principalmente em caso de corrosão acentuada.

Para a recomposição do concreto foi recomendada as seguintes técnicas:

- Para reparos extensivos, dependendo da espessura do reparo, pode-se usar concreto novo ou argamassa de cimento e areia com adição de micro-sílica, ou argamassas com polímeros modificados;
- Em reparos de pequeno volume pode-se utilizar argamassa à base de resina epóxi;
- Para espessuras de reparo maiores que 100 mm: remoldagem com concreto novo;
- Para espessuras de reparo de 30 a 100 mm: remoldagem com argamassa de cimento e areia com adição de micro-sílica;
- Para espessuras de reparo de 12 mm a 30 mm: argamassas com polímero modificados;
- Para espessuras de reparo menores que 12 mm: argamassa à base de resina epóxi.

Para a cura adequada do reparo, recomendou-se molhar ou manter cobertura úmida das superfícies expostas por, no mínimo, cinco dias.

Para reparo das armaduras, após ter sido feita a limpeza com escova de aço ou jateamento de areia foi aplicado o inibidor de corrosão *Sikatop 108 Armatec* e posteriormente foi feita a recomposição com argamassa tixotrópica, bicomponente tipo *Sikatop 122*<sup>13</sup>, aplicada com colher de pedreiro e aplicação sobre a superfície acabada de pintura acrílica branca<sup>14</sup>.

■ reparo no topo das vigas “T” invertido.

O reparo dos topos das vigas “T” invertido se deu da seguinte forma: limpeza dos fios de aço dos cones com jateamento de areia e escova de aço; aplicação em toda superfície de

---

<sup>13</sup> Segundo o manual da fabricante este produto é uma argamassa cimentícia, poliméricas com fibras sintéticas, pré-dosada com areia de quartzo e bicomponente de resistência tixotrópica, ideal para reparos superficiais em estruturas de concreto em camadas de até 2,5 cm de espessura. É fornecido pronto para o uso, bastando misturar os componentes A(líquido) e B(pó) durante um tempo aproximado de três minutos.

<sup>14</sup> Não se tem as especificações do produto.

revestimento polimérico inibidor de corrosão (*Sika Top 108 Armatec*); recomposição do revestimento com espessura de 3 cm sobre os cones de ancoragem utilizando argamassa tixotrópica, bicomponente (*Sika Top 122*) e preparação da base para aplicação das placas de mármore.

- fixação das lajes inferiores e das tubulações das galerias utilizando-se tirantes.

Para aumentar a segurança das lajes inferiores das galerias, foram colocados tirantes de Ø5/16” que as unem às lajes superiores e/ou às longarinas. Foi feito um orifício nas vigas das lajes inferiores para passagem do cabo de aço, formando uma alça. Para a fixação na laje superior (e também na mesa superior da longarina) foi utilizado *parabolts* Ø 3/8” e nas longarinas foram executados furos de Ø 1/2” em torno de 50 cm de altura por onde os tirantes atravessam até a outra galeria, sustentando outras lajes inferiores. A idéia é que as lajes superiores/longarinas ajudem a sustentar parte do peso próprio das lajes inferiores, diminuindo as cargas permanentes atuantes sobre estas e até mesmo sustentando-as em caso de ruína por enfraquecimento estrutural das lajes inferiores ou acidentes. Todas as lajes próximas às vigas “T” invertido foram atirantadas em seus dois lados, já as demais, receberam tirantes alternados. Tirantes também foram utilizados para sustentar as tubulações de águas pluviais, porém não serão alvo de estudo do presente trabalho.

As tubulações de águas pluviais eram sustentadas por blocos (em alvenaria) apoiados sobre as lajes inferiores, e se estas por ventura viessem a sofrer deformações excessivas, fatalmente, movimentariam também esses blocos, tracionando tais tubulações. Para solucionar esse problema, resolveu-se apoiar essas tubulações na laje superior, por intermédio de tirantes e *parabolts*, liberando-as dos blocos de apoio podendo ser demolidos.

- execução do fechamento da laje inferior com a viga seção “T” invertido;

Devido à demolição das VS, foi necessário se fazer a recomposição do fechamento entre as lajes inferiores e as vigas “T” invertido. Foi executada em duas concepções, a primeira

executou-se apenas a recomposição da laje inferior com colocação de barras chumbadas nas longarinas, já na segunda, foi executada a remoção da viga extrema com posterior recomposição da laje e das novas vigas extremas.

#### ■ reparo de longarina fissurada

Em uma longarina fissurada, foi executada a injeção de resina epóxi no interior da fissura. Após tal procedimento, foram executados furos para passagem de armadura de Ø16 mm a cada sete centímetros; colocação na face inferior da longarina, em seu sentido longitudinal, de quatro barras de aço Ø 16 mm, tratadas com argamassa *Sikatop 122* e aplicação de adesivo estrutural fluido, do tipo *Sikadur 32*<sup>15</sup>; apicoamento da face lateral da longarina e colocação da armadura de pele de Ø 16 mm a cada sete centímetros distribuídas em um com comprimento 50 cm maior que a fissura (sentido longitudinal da longarina); colocação na face superior da viga, chapa de #1/2” com o mesmo comprimento da armadura de pele; preenchimento da face da longarina com graute  $f_{cK}=30$  MPa e aperto da chapa utilizando porcas e contra porcas.

Para a proteção dos cabos de protensão localizados nas canaletas das lajes inferiores não foi recomendada qualquer ação corretiva, apenas informou que a não houve casos críticos de corrosão com probabilidade de que a maioria esteja em bom estado, sendo o exame extremamente dificultado pelas condições de acesso.

Além dos reparos estruturais destacados acima, foi executada a manutenção da rede de captação de águas pluviais, com substituição ou recuperação de tubulações para sanar infiltrações existentes. Contudo, somente a recuperação das juntas de dilatação não seria por si só suficientes para sanar os problemas de infiltrações, pois para isso seria necessário que fosse substituído o pavimento flexível de toda a Plataforma Superior por pavimento rígido de concreto armado, conforme indicado na orientação “c” do item 4.1.7 do presente trabalho. Esta informação foi confirmada em entrevista executada a usuários da Estação rodoviária onde, por unanimidade, todos informaram que os problemas de infiltrações nas lajes do forro não pararam após estes reparos e que depois que a chuva passava, as goteiras continuavam por

---

<sup>15</sup> Segundo informações do catálogo da fabricante o produto é um adesivo estrutural à base de resina epóxi, de baixa viscosidade (autonivelante), bicomponente e pega normal especialmente formulado para ancoragens em geral e colagem de concreto velho com concreto novo.

um longo período, incomodando-os freqüentemente. No entanto, este trabalho de reparo sanou várias patologias detectadas em vistorias anteriores e certamente, se tivesse sido realizado há duas décadas, o volume de serviços provavelmente teria sido menor, assim como seu custo.

#### **4.2.3 - Reparos de 2005 a 2008**

Acatando orientações feitas pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília, no serviço de Assessoria realizado em 1995, a Novacap, no ano de 2000, contratou a empresa Concremat Engenharia e Tecnologia S.A. (de São Paulo – SP) para a execução do Projeto Básico<sup>16</sup> dos trabalhos a serem realizados nas praças norte e sul contíguas à rodoviária; destarte, aproximadamente dez anos depois dos últimos reparos na estrutura da Estação, foi realizada uma licitação para dar início a novos trabalhos de recuperação da estrutura. De acordo com o edital de licitação,<sup>17</sup> o objeto detalhado consistia na “execução de serviços de reforma estrutural da Estação Rodoviária de Brasília, compreendendo a Praça Norte e Plataforma Central...”. Para tal foi estimado um valor de R\$ 19.552.702,29 (dezenove milhões, quinhentos e cinquenta e dois mil, setecentos e dois reais e vinte e nove centavos) com o prazo de execução de 18 meses. A empresa vencedora da licitação foi a Soltec Engenharia. Dos serviços executados nesse período, o que apresentou maior importância e afinidade com o presente trabalho foi o de execução do pavimento rígido na Plataforma Superior. Para um maior embasamento técnico, a empresa Soltec Engenharia solicitou consultoria à empresa Cimenta Engenharia LTDA. (de Belo Horizonte – MG) a qual detalhou todos os procedimentos a serem executados para a confecção daquele pavimento<sup>18</sup>. Com base em informações concedidas por profissionais da Novacap e da empresa Soltec Engenharia, assim como em documentos fornecidos por estes, pôde-se levantar os principais trabalhos realizados na Plataforma Superior, tais quais:

- Demolição e retirada do pavimento flexível e rígido (figura 4.6);

---

<sup>16</sup> A Concremat Engenharia realizou os serviços no período de Set/2000 à Abr/2001, fornecendo ao final o Relatório Técnico de Serviço (RTS 9.3.8.060/00) em 08 volumes.

<sup>17</sup> O edital de licitação está presente no processo nº 112003263-2004 da Novacap.

<sup>18</sup> Profissionais da Cimenta Engenharia LTDA confeccionaram o documento intitulado: “projeto do pavimento superposto e do pavimento tradicional de concreto da Rodoviária de Brasília-DF.” Nesse documento foram detalhados os parâmetros para se calcular as características do pavimento a ser executado sobre a estrutura da Estação, substituindo o pavimento flexível existente.



Figura 4.6 – Serviços de demolição do pavimento existente (Soltec Engenharia, 2007)

- Limpeza do substrato com hidrojateamento em alta pressão com 10.000 *Psi*;
- Apicoamento do substrato de concreto da laje da plataforma (figura 4.7);



Figura 4.7 – Serviços de apicoamento da superfície do concreto da laje da plataforma (Soltec Engenharia, 2007)

- Tratamento e injeção de resina epoxídea nas fissuras e trincas da laje;
- Tratamento dos lábios poliméricos das juntas de dilatação;
- Aplicação de perfil elastomérico pré-moldado com adesivo epoxídico bi-componente e pressurização nas juntas de dilatação da estrutura tipo JEENE.

Para a execução das juntas (figura 4.8) de dilatação foram seguidas as seguintes etapas:

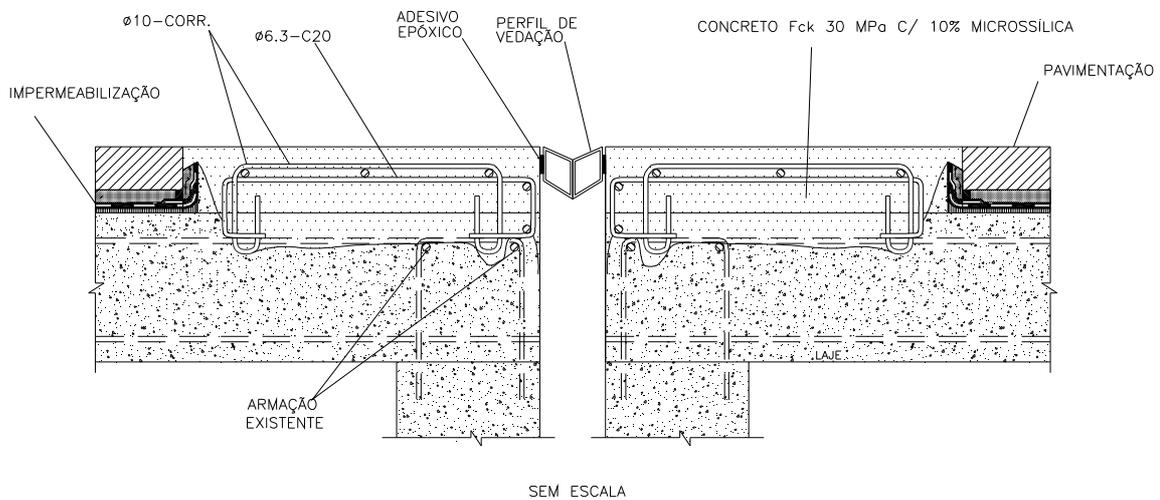


Figura 4.8 – Detalhe da junta de dilatação da pista de rolamento (Zúniga & Costa, 2001, com adaptações)

- apicoamento da superfície deixando-a uniforme;
- colocação de barras de reforço fixadas com epóxi;
- remoção de todos os detritos e saturação do concreto;
- instalação de formas e gabaritos;
- lançamento do concreto ( $f_{ck}$  30 MPa) com 10% microssílica;
- procedimento de cura e, após 24 horas, retirada das formas e gabaritos;
- preparação das superfícies dos berços onde serão aplicados os lábios poliméricos;
- aplicação do *primer* e lançamento, compactação e nivelamento da argamassa polimérica;
- vinte e quatro horas depois, procedimento de colocação do perfilado na seguinte seqüência: limpeza de perfilado com solução apropriada; aplicação de adesivo epoxílico nas paredes das

juntas (na região onde será aplicado o perfilado), inserção do perfil, pressurização e retirada do excesso de adesivo. Após seis horas, remoção da válvula de pressurização.

- Regularização do piso com micro-concreto e armado, sendo as armaduras ancoradas na laje existente;
- Recuperação das redes de captação de águas pluviais;
- Sistema de impermeabilização da laje, utilização de manta asfáltica *Torodin* aplicada com asfalto derretido, em três situações:

a) Via de rolamento: manta de 5 mm;

b) Estacionamento: manta dupla de 3 e 4 mm;

c) Passeio: manta de 4 mm;

Em termos gerais, nas vias de rolamento (letra “a” acima), para a colocação das mantas de impermeabilização (figura 4.9) foi aplicada uma demão de *Primer* de solução asfáltica, deixando secar por mais de duas horas. A próxima etapa foi desenrolar as bobinas para alinhá-las, rebobinando-as em seguida. Logo em seguida, foi aplicada uma demão de asfalto polimérico com aproximadamente 2 mm de espessura. Em seqüência, foi desenrolada a primeira manta sobre a superfície, tomando-se o cuidado de expulsar as bolhas presas entre a manta e a superfície. A segunda manta foi sobreposta em 10 cm (procedimento igual para as demais), aplicando-se nas sobreposições asfalto em excesso para que houvesse uma perfeita fusão entre as mantas. Finalizando o processo, foi aplicada sobre as emendas mais uma demão de asfalto para a correção de possíveis falhas. No final, para se ter certeza da eficiência dos trabalhos de impermeabilização, foi feito o teste de estanqueidade (figura 4.10), que consiste em colocar uma lâmina d’água de no mínimo 10 cm, mantendo-se o nível por 72 horas. A importância dessa fase dos trabalhos é crucial, pois a origem de muitos problemas na estrutura da Plataforma Superior, relatados durante décadas por diversos profissionais, pode ser sanada com tal atividade. Para isso, ampla importância foi dada aos detalhes de aplicação das mantas

de impermeabilização nas regiões de grelhas, ralos, juntas de dilatação, juntas de alívio, rodapés, soleiras, assim como qualquer elemento estrutural que possa dificultar a perfeita estanqueidade do sistema.



Figura 4.9 – Serviços de colocação de mantas asfálticas de impermeabilização (Soltec Engenharia, 2007)



Figura 4.10 – Teste de estanqueidade da impermeabilização (Soltec Engenharia, 2007)

- Execução de camada separadora com aplicação de manta *geotextil*;

Sobre a manta asfáltica uma demão de emulsão catiônica de cura rápida aderindo sobre este o *geotextil* de poliéster de filamentos contínuos. Em seguida, sobre o *geotextil* foi passado três vezes o compactador com rodas de baixa pressão (40 lb/pol<sup>2</sup>). Ao final, aplicou-se outra demão de emulsão asfáltica catiônica com consumo de 1Kg/m<sup>2</sup>.

- Execução de pavimento rígido h=13,0 cm, com concreto de  $f_{ck}$  30 MPa, brita nº 1, adição de fibra de *Polycon*.

Segundo o relatório de consultoria da empresa Cimenta Engenharia citado anteriormente, o método para dimensionamento do pavimento rígido adotado foi o *Portland Cement Association* (PCA), de 1984. O tráfego de veículos comerciais, tendo como quantidade diária o número de 6.000 ônibus, foi projetado para o ano-base de 2006 e, a partir daí, para o ano de 2026. Na indisponibilidade de dados sobre a frequência de cargas por eixo, por tipo de veículo, foi adotado em razão de segurança, o procedimento que contempla a carga máxima por eixo, para cada tipo de veículo. As armações do pavimento se diferenciavam de acordo com sua localização na estrutura conforme abaixo:

- a) Via de rolamento: armado com tela dupla Q283<sup>19</sup>, barras de transferência e de ligação (figura 4.11);
- b) Estacionamento: armado com tela Dupla Q92<sup>20</sup>, barras de transferência e de ligação;

---

<sup>19</sup> Malha soldada de Aço CA-60, Ø 6mm 10cm x 10cm.

<sup>20</sup> Malha soldada de Aço CA-60, Ø 4.2mm 15cm x 15cm.

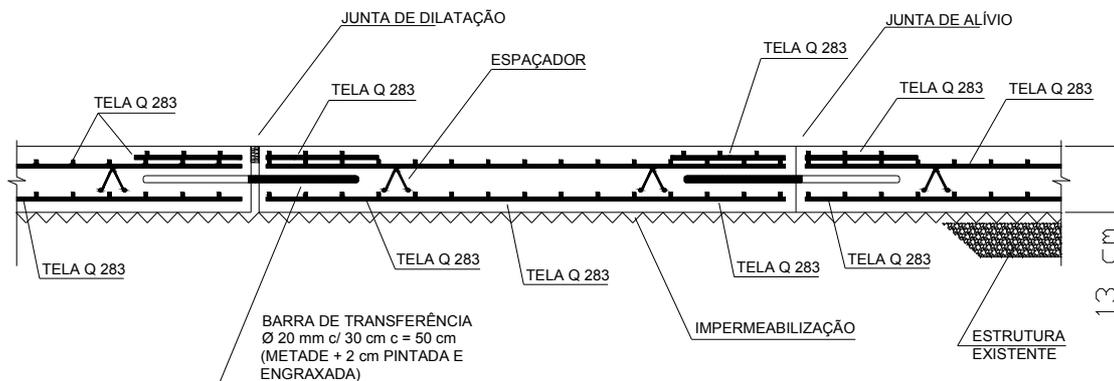


Figura 4.11 – Detalhe das armações do pavimento rígido (Zúniga & Costa, 2001f, com adaptações)

■ Aplicação de cura química na superfície concretada.

Logo após o acabamento da superfície de concreto, iniciou-se o processo de cura utilizando-se material químico líquido que formava uma película plástica contínua (taxa mínima de 600 ml/m<sup>2</sup>). Passadas vinte e quatro horas, as juntas de alívio foram serradas, limpas e seladas com material especial.

## **5 - PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO DA PRESENTE PESQUISA**

### **5.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Para se alcançar os objetivos propostos, foi iniciado um trabalho intenso de busca dos projetos originais nos órgãos públicos da cidade de Brasília, principalmente na Novacap e no Arquivo Público do DF. No primeiro, não se obtiveram informações relevantes a respeito do paradeiro dos documentos. No entanto, o engenheiro Gaspar F. Duarte, Fiscal de Obras daquela companhia, informou que há aproximadamente dois anos foi realizada árdua pesquisa com o intuito de descobrir o destino das plantas do projeto estrutural original da Plataforma Superior da Estação Rodoviária e, ao final, obteve apenas a informação de que os documentos poderiam estar na cidade de Petrópolis/RJ, para onde teriam sido levados por funcionários do escritório Sérgio Marques de Souza, responsável pelo cálculo estrutural da Plataforma Superior e que tinha residência naquela cidade. O engenheiro informou ainda que contactou algumas pessoas para ajudar a rastrear esses documentos, mas não descobriu seus verdadeiros destinos.

Além das plantas do projeto estrutural, outras fontes relevantes de informação técnica, como os Diários de Obras, não foram também encontradas, dificultando ainda mais a presente pesquisa. Conforme anteriormente comentado, apesar de estruturas brilhantes e ousadas, não houve zelo compatível com o registro e a guarda de fontes tão preciosas de informação.

No Arquivo Público do DF, foram encontradas várias fotos em preto e branco da época da construção. As fotos estavam bem organizadas e catalogadas, dando informações precisas de datas e até, em alguns casos, dos seus autores. Também foram pesquisados por volta de 100 projetos relativos à Estação Rodoviária lá encontrados. No entanto, em sua grande maioria, eram projetos arquitetônicos do Mezanino da Plataforma Superior, ou parte dele. Muitos projetos eram apenas cópias dos desenhos originais, não contendo assinaturas, carimbos ou algo que pudesse comprovar a veracidade das informações e respaldá-los tecnicamente e, por isso, foram analisados, mas não considerados como confiáveis. Com isso, também no Arquivo Público, nenhuma informação realmente relevante relativa aos aspectos estruturais foi encontrada.

Paralelamente à procura dos projetos originais, foi iniciada a leitura e organização de todos os relatórios de inspeções realizadas na estrutura de concreto da Estação, de forma a organizá-los em uma seqüência lógica, para se obter informações a respeito dos problemas patológicos ocorridos nessa estrutura e saber quais providências foram tomadas na época. Trata-se de uma seqüência cronológica de vistorias por profissionais que inspecionaram a estrutura e registraram-nas em relatórios. Cada um pôde expor sua opinião a respeito dos problemas, deixando, ao final, algumas sugestões genéricas sobre as metodologias para as intervenções consideradas necessárias, sem muitos detalhes de seu processo executivo.

Com base nos relatórios e informações de profissionais que estiveram envolvidos de alguma forma com trabalhos na Estação, foi realizado um trabalho minucioso de levantamento de patologias encontradas na estrutura da Plataforma Superior, para se tentar conceituar a evolução dos problemas e quais providências foram tomadas para solucioná-las.

Antes dos trabalhos de verificação *in loco*, foi realizada uma pesquisa de opinião com usuários da Estação para se obter informações referentes ao grau de satisfação a respeito das intervenções realizadas, sendo entrevistados cinquenta e dois usuários. Foram obtidas variadas respostas, porém foi unânime a constatação de que até recentemente (aproximadamente um ano atrás) todos sofriam com infiltrações provenientes da Plataforma Superior. Muitos diziam que imediatamente depois das chuvas as goteiras começavam a surgir. Outros eram totalmente pessimistas, dizendo que à época das entrevistas só não existiam goteiras porque o período não era chuvoso, mas que logo tudo iria voltar a ficar como antes.

Além dessa pesquisa de opinião, foi realizada uma entrevista com o senhor Ivaldo Muniz, Administrador da Estação Rodoviária do Plano Piloto<sup>21</sup>, em que foram obtidas informações, não constantes em relatórios de inspeções, que vieram reafirmar que os problemas estruturais eram antigos. Ele também confirmou, como a maioria dos usuários entrevistados, que as infiltrações nas lajes da Plataforma Superior eram inúmeras e intensas e que somente após a última intervenção, com a execução do pavimento rígido de concreto armado sobre essas

---

<sup>21</sup> A Estação Rodoviária de Brasília também é conhecida como Estação Rodoviária do Plano Piloto.

lajes, realizada entre os anos de 2005 a 2008, pela empresa Soltec Engenharia, com sede em Brasília, é que o problema aparentemente foi solucionado.

O Administrador informou também que, pelo seu conhecimento, o motivo alegado para a transferência do movimento de ônibus interestaduais da Estação Rodoviária para a Estação Rodoferroviária foi por problema estrutural, pois o fluxo de ônibus sobre a Plataforma Superior aumentou demasiadamente e, para resguardar a estrutura, a melhor solução seria transferi-la para outro lugar.

Após o levantamento preliminar de dados, foi providenciado pelo PECC/UnB um requerimento à Administração da Estação Rodoviária para que fosse autorizada a verificação *in loco* do interior das galerias<sup>22</sup> entre as vigas longitudinais pré-moldadas, que compõem a estrutura da Plataforma Superior. As vistorias contaram com o auxílio de equipamentos diversos, como: andaime, lanternas, luvas, materiais de anotação, equipamentos fotográficos, cones, fitas zebradas, etc. Também foi necessária a presença de um auxiliar para que os trabalhos fossem realizados com segurança. Foram visitadas 53 galerias de um total de 243, perfazendo aproximadamente 22% das galerias.

Terminada a coleta de dados *in loco*, foi elaborado um registro da situação atual da estrutura, catalogado com um amplo arquivo fotográfico e as observações técnicas referentes a cada galeria visitada. Após tal organização, pôde ser feita a análise dos reparos realizados na estrutura, qualificando-os quanto à sua eficiência e técnicas realizadas.

## **5.2 – PREPARATIVOS PARA A INVESTIGAÇÃO IN LOCO**

Antes de qualquer trabalho de inspeção, foi providenciada uma entrevista com o Administrador da Estação Rodoviária de Brasília, Senhor Ivaldo Diniz (conforme Capítulo 2) e com seus usuários (vendedores ambulantes, passageiros, motoristas de ônibus, trabalhadores da administração, etc.) para a identificação do problema mais notório na opinião deles. Por unanimidade, as infiltrações sob as lajes da Plataforma Superior foi o problema mais citado,

---

<sup>22</sup> Ambiente fechado localizado entre as vigas “T” invertido, longarinas adjacentes, lajes superiores e inferiores. Detalhado no Capítulo 3.

porém, segundo eles, há aproximadamente seis meses da data desta entrevista não se notou uma infiltração sequer. A grande dúvida pairava entre eles: será que o problema foi resolvido nas intervenções de 2005 a 2008 (item 4.2.3) ou recomençaria assim que o período chuvoso voltasse? Coincidentemente, no período desse levantamento de dados, ocorreu uma longa chuva que durou praticamente o dia inteiro, despejando um grande volume d'água sobre a estrutura, porém nada se notou em relação às infiltrações nesse dia e nos outros que sucederam a essa intensa chuva.

Os trabalhos de inspeção foram realizados durante a segunda quinzena do mês de agosto de 2008, teoricamente um período com baixo índice pluviométrico, o que certamente levaria a dúvidas sobre a verdadeira eficiência ou não dos reparos, por isso, optou-se por fazer, além da presente verificação *in loco*, uma visita complementar nos períodos com maior frequência de chuva ou se fosse observado visualmente qualquer sinal de infiltração sob as lajes. A equipe de inspeção foi composta pelo engenheiro Rodrigo Portal de Matos e o auxiliar Adonielton Passos da Silva. Os equipamentos utilizados por eles foram os seguintes:

Uma torre de andaime de ferro com 4 rodas, 1,5 x 1,5 m x 6 m (locado).

4 cones de 1 m;

Fita *durex*;

Fita zebrada;

Lanterna com baterias sobressalentes;

Material de anotação;

Luva de raspa individual;

Capacete com jugular;

Óculos de proteção;

Mochila;

Quite de primeiros socorros;

Trena;

Um pedaço de pano;

Calculadora e

Máquina fotográfica;

### 5.3 – PROCEDIMENTOS ADOTADOS

A equipe foi autorizada pela Administração da Estação a se deslocar por toda a Plataforma Inferior e entrar em todas as galerias necessárias, desde que não incomodasse os usuários/trabalhadores da Estação. Essa restrição fez com que fosse adotada estratégia de ação de forma a não descumprir tal acordo. Assim, os trabalhos de inspeção foram iniciados, primeiro em áreas isoladas e posteriormente, fora dos horários de pico, naquelas com um maior fluxo de pessoas (pontos de ônibus e lanchonetes). Foi dada ampla importância aos processos de deslocamento, escalada, descida, montagem e desmontagem de andaime. Foi executado um isolamento da área ao redor do andaime, com cones e fitas zebreadas, para que não fosse colocada em risco a integridade física dos usuários da Estação, assim como a da equipe de trabalho (figura 5.1). É oportuno registrar que uma das dificuldades encontradas foi quanto à retirada das tampas das janelas de inspeção<sup>23</sup> das galerias, pois as mesmas eram feitas de concreto armado, com peso aproximado de 100 kg. Para retirá-las era necessário empurrá-las e equilibrá-las com a cabeça. Levando-se em consideração que o andaime utilizado era relativamente instável, e não estava ancorado por cabos a nenhum elemento estrutural, essa tarefa se tornou extremamente árdua. O processo de reposicionamento das tampas também era dificultoso, pois as bordas laterais (dentes) de encaixe das mesmas possuíam em média apenas dois centímetros de largura e qualquer descuido ou desequilíbrio faria com que o risco de queda desta peça aumentasse (figuras 5.2 e 5.3). Dado o exposto, vale registrar que os trabalhos foram conduzidos de forma precavida, buscando eficiência em todos os procedimentos efetuados.

---

<sup>23</sup> Aberturas de formato quadrado na laje inferior que dá acesso à galeria.



Figura 5. 1 – Andaime utilizado para a visita às galerias



Figura 5. 2 – Tampa de concreto da janela de inspeção de uma galeria

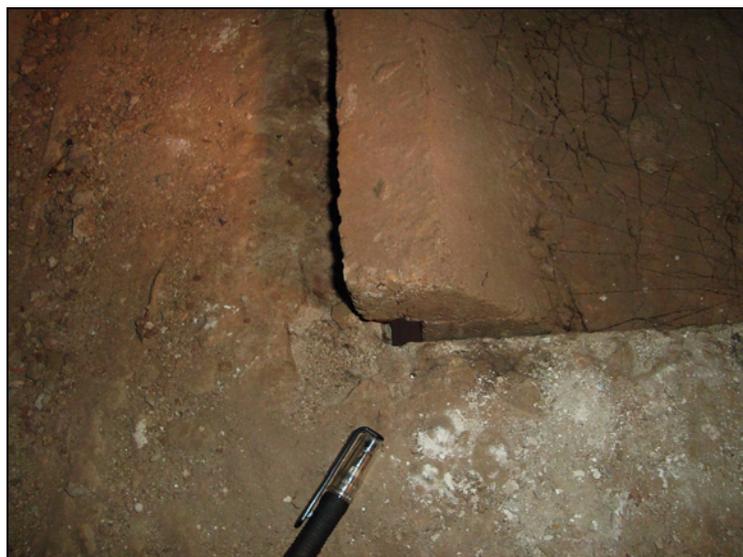


Figura 5. 3 – Detalhe da borda lateral da tampa de concreto mostrada na figura 5. 1

As inspeções tiveram como documento-base para orientação o anexo A (Roteiro básico para vistorias de pontes e viadutos de concreto) da norma NBR 9452/1986, que lista os principais aspectos a serem observados durante uma vistoria.

Foram visitadas um total de 53 galerias, todas localizadas nas pernas do “H” (blocos A e B) sendo que foram evitadas as regiões sobre as vias norte e sul do Eixo Monumental pela dificuldade de acesso devido ao trânsito de veículos.

Também não foram visitadas as galerias sobre o Mezanino (bloco C), por ser uma área de grande concentração de lojas, de intenso fluxo de pessoas e de pouco espaço para o isolamento ideal da área de trabalho, pois certamente causariam transtornos aos usuários da Estação.

Já nos blocos A e B, todas as galerias acessíveis à visita foram inspecionadas, salvo as que por sua localização provocavam dificuldades de posicionamento do andaime, como no caso das galerias sobre lojas, escadas ou pontos de embarque e desembarque de ônibus.

Os trabalhos pesquisados foram realizados utilizando métodos próprios de identificação das galerias da Plataforma Superior, porém os mesmos não possuíam uma seqüência lógica de numeração pelo fato de que as galerias foram identificadas por ordem cronológica de visita.

Neste trabalho, com o intuito de padronizar e facilitar a identificação das galerias e elementos estruturais da Plataforma Superior foram adotadas nomenclaturas conforme a figura 5.4, porém a apresentação dos resultados colhidos em cada uma será por ordem cronológica de visita, onde em sua identificação primeiramente vem o número ordinário de visita e depois sua nomenclatura<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup>Como exemplo: 1ª – Galeria GB 87. Indica que esta galeria foi a primeira a ser visitada pela equipe de inspeção e sua nomenclatura, de acordo com a figura 5.14, é GB 87.

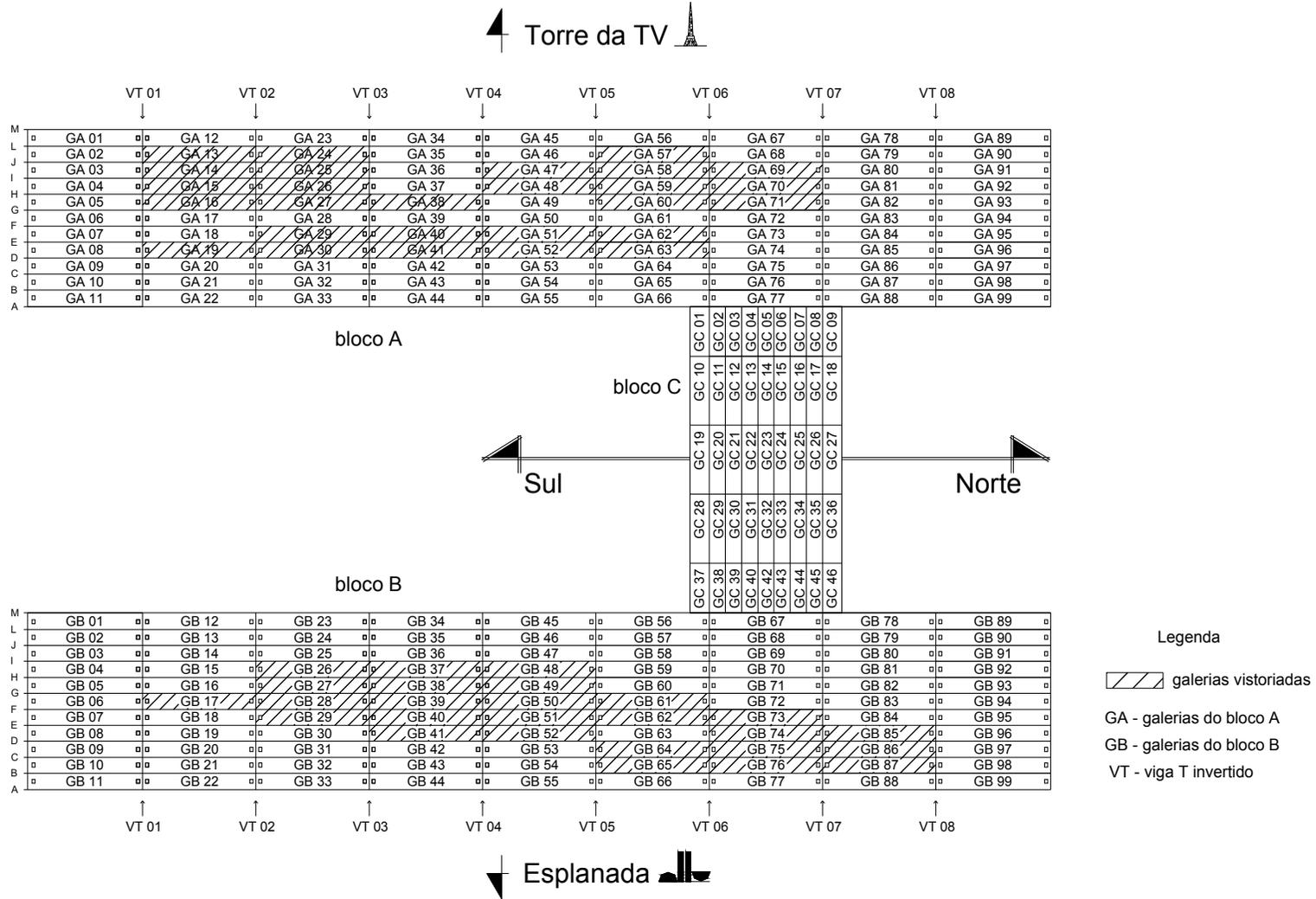


Figura 5.4 – Nomenclatura adotada para identificação das galerias, vigas “T” invertido e as longarinas da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília e galerias vistoriadas.

## 5.4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentados os registros das inspeções realizadas às galerias da Estação na ordem cronológica das vistorias realizadas<sup>25</sup>. Procurou-se aqui registrar os dados observados em cada galeria, porém como muitas delas não possuíam elementos importantes a serem registrados ou até mesmo tinham características semelhantes, algumas delas foram registradas em conjunto. As primeiras galerias visitadas foram as do bloco B (1<sup>a</sup> a 26<sup>a</sup>), e posteriormente as do bloco A (27<sup>a</sup> a 53<sup>a</sup>). A ordem seqüencial da visita às galerias estão mostradas na tabela 5.1 abaixo.

Tabela 5.1 – Seqüência cronológica da visita às galerias e sua respectiva nomenclatura

BLOCO B				BLOCO A			
Seq.	Nom.	Seq.	Nom.	Seq.	Nom.	Seq.	Nom.
1 <sup>a</sup>	<b>GB 87</b>	15 <sup>a</sup>	<b>GB 49</b>	27 <sup>a</sup>	<b>GA 47</b>	41 <sup>a</sup>	<b>GA 16</b>
2 <sup>a</sup>	<b>GB 76</b>	16 <sup>a</sup>	<b>GB 38</b>	28 <sup>a</sup>	<b>GA 48</b>	42 <sup>a</sup>	<b>GA 15</b>
3 <sup>a</sup>	<b>GB 75</b>	17 <sup>a</sup>	<b>GB 37</b>	29 <sup>a</sup>	<b>GA 51</b>	43 <sup>a</sup>	<b>GA 14</b>
4 <sup>a</sup>	<b>GB 86</b>	18 <sup>a</sup>	<b>GB 48</b>	30 <sup>a</sup>	<b>GA 52</b>	44 <sup>a</sup>	<b>GA 13</b>
5 <sup>a</sup>	<b>GB 85</b>	19 <sup>a</sup>	<b>GB 39</b>	31 <sup>a</sup>	<b>GA 41</b>	45 <sup>a</sup>	<b>GA 63</b>
6 <sup>a</sup>	<b>GB 74</b>	20 <sup>a</sup>	<b>GB 40</b>	32 <sup>a</sup>	<b>GA 30</b>	46 <sup>a</sup>	<b>GA 62</b>
7 <sup>a</sup>	<b>GB 73</b>	21 <sup>a</sup>	<b>GB 41</b>	33 <sup>a</sup>	<b>GA 29</b>	47 <sup>a</sup>	<b>GA 60</b>
8 <sup>a</sup>	<b>GB 65</b>	22 <sup>a</sup>	<b>GB 29</b>	34 <sup>a</sup>	<b>GA 27</b>	48 <sup>a</sup>	<b>GA 71</b>
9 <sup>a</sup>	<b>GB 64</b>	23 <sup>a</sup>	<b>GB 28</b>	35 <sup>a</sup>	<b>GA 38</b>	49 <sup>a</sup>	<b>GA 70</b>
10 <sup>a</sup>	<b>GB 62</b>	24 <sup>a</sup>	<b>GB 27</b>	36 <sup>a</sup>	<b>GA 26</b>	50 <sup>a</sup>	<b>GA 59</b>
11 <sup>a</sup>	<b>GB 61</b>	25 <sup>a</sup>	<b>GB 26</b>	37 <sup>a</sup>	<b>GA 25</b>	51 <sup>a</sup>	<b>GA 58</b>
12 <sup>a</sup>	<b>GB 52</b>	26 <sup>a</sup>	<b>GB 17</b>	38 <sup>a</sup>	<b>GA 24</b>	52 <sup>a</sup>	<b>GA 69</b>
13 <sup>a</sup>	<b>GB 51</b>	-	-	39 <sup>a</sup>	<b>GA 19</b>	53 <sup>a</sup>	<b>GA 57</b>
14 <sup>a</sup>	<b>GB 50</b>	-	-	40 <sup>a</sup>	<b>GA 18</b>	-	-

Seq. – seqüência cronológica

Nom. – nomenclatura

<sup>25</sup> Como exemplo: 1<sup>o</sup> galeria GA 22, significa que foi a primeira galeria a ser visitada e sua nomenclatura é GA 22, podendo ser identificada na figura 5.4.

### 1ª - galeria GB 87

Nesta galeria não foram registrados nenhum sinal que demonstrasse ocorrência de infiltração ou corrosão das armaduras das estruturas, assim como deslocamentos lineares e angulares visíveis, deformações excessivas, falhas de acabamento, fissuras, armaduras expostas, desagregação de concreto, entre outras. Observou-se uma intervenção antiga à base de resina epóxi em sua laje superior, aparentemente em perfeitas condições, sem sinais de infiltração ou falta de aderência. Foram observados cabos de sustentação da tubulação de águas pluviais, que foram colocados nos trabalhos de reparo entre os anos de 1996 a 1998 (item 4.2.2), soltos sobre a tubulação ou a laje inferior. Não se tem certeza se os mesmos não foram instalados ou se simplesmente foram retirados por ocasião de algum trabalho dentro da galeria. Mesmo com o fluxo intenso de carros na pista de rolamento sobre a Plataforma Superior, não foram observadas vibrações excessivas na estrutura que pudessem ser facilmente percebíveis, ou que causassem desconforto.

### 2ª - galeria GB 76

Como todas as galerias visitadas posicionadas sobre o Mezanino, esta apresenta diversos buracos de variados tamanhos, provavelmente feitos por usuários da Estação (figura 5.5), principalmente para a passagem de tubulações de instalações elétricas e hidráulicas. Nesta galeria também foram observados alguns tirantes de sustentação das tubulações de águas pluviais soltos (figura 5.06). Os aparelhos de apoio das longarinas, posicionados sobre a mesa das VT5 e VT6<sup>26</sup> não apresentavam falhas como a de posicionamento inadequado, rupturas, fissuras, trincas, esmagamento ou deformações laterais excessivas<sup>27</sup>. Algumas armaduras na parte superior da VT6, próximo às juntas de dilatação estão expostas, provavelmente por causa de intervenções antigas nessas juntas e não por desagregação do concreto devido à corrosão de armaduras, pois tais armaduras não apresentam sinais de corrosão. Entre a laje superior e as duas longarinas da galeria, principalmente nas extremidades dos vãos, são visíveis sinais de

---

<sup>26</sup> Vide nomenclatura da figura 5.14.

<sup>27</sup> A NBR 9783/87 – Aparelhos de apoio de elastômero fretado, esta norma fixa as condições exigíveis para aceitação ou rejeição de aparelho de apoio de elastômero fretado. A norma se atém principalmente aos critérios de aceitação ou rejeição de aparelhos de apoio de elastômero (com testes laboratoriais padrão), não dados relativos a vida útil média destes aparelhos de apoio.

eflorescência com formação de estalactites, porém é difícil se afirmar se tais patologias são anteriores ou posteriores às intervenções ocorridas no período entre 1996 a 1998.



Figura 5.5 – Abertura na laje inferior da galeria posicionada sobre o Mezanino feita por usuários da Estação, deixando sua armadura passiva exposta (galeria GB 77)



Figura 5.6 – Cabos de sustentação das tubulações de águas pluviais desativados (galeria GB 77)

### 3ª - galeria GB 75

Em geral, essa galeria se encontra em boas condições. Nela, as VTs ainda conservam as pinturas na cor branca, feita ao término das intervenções antigas, com bom aspecto (figura 5.7). Não se pode dizer o mesmo em relação ao aparelho de apoio da longarina D<sup>28</sup> e sobre a VT 06, pois, aparentemente, apesar de ele estar sem fissuras, rompimentos ou trincas, seu aspecto leva a entender que o mesmo encontra-se com aspecto de esmagamento com deformações laterais excessivas (figura 5.8).



Figura 5. 7 – Viga “T” invertido em boas condições (galeria GB 75)

---

<sup>28</sup> De acordo com a figura 5.14 é possível ser identificada uma longarina, bastando saber a nomenclatura da galeria e a linha em que a mesma se encontra (A, B, C, D, etc). No caso da longarina D acima, significa que a longarina está sobre a linha “L” da figura, entre as galerias GB 74 e GB 75.



Figura 5.8 – Aparelho de apoio com aspecto de esmagamento e deformação lateral excessiva (galeria GB 75)

#### 4ª - galeria GB 86

Foram observados casos de exposição de cabos de protensão dentro de quatro canaletas<sup>29</sup> das lajes inferiores, devido ao mau lançamento da argamassa (figura 5.9). No entanto os cabos não demonstravam sinais de corrosão. Cabe lembrar que a grande maioria das galerias visitadas apresentou esse tipo de situação. As intervenções antigas à base de resina epóxi, na laje superior, demonstram estar em boas condições (figura 5.10). A maioria dessas intervenções é devido aos reparos feitos nas tubulações de águas pluviais existentes na laje superior e postes de energia elétrica que as atravessavam. As VTs estavam em boas condições, cabendo lembrar a existência de muitos entulhos sobre as mesmas, provavelmente deixados por ocasião das intervenções realizadas, que deveriam ter sido retirados ao final dos trabalhos. Os aparelhos de apoio se encontravam aparentemente em boas condições (figura 5.11). Foram observadas marcas de eflorescência, originadas na altura média da longarina, na parte central de seu vão, onde se encontra pequeno ninho de concretagem (figura 5.12), porém como tal patologia foi comumente observada no período de inspeção, não se entrou em maiores detalhes a respeito.

---

<sup>29</sup> As canaletas são formadas pelas nervuras laterais (no sentido transversal às longarinas) das lajes inferiores.



Figura 5.9 – Cabos de protensão expostos dentro das canaletas das lajes inferiores devido ao mau lançamento da argamassa protetora (galeria GB 86).

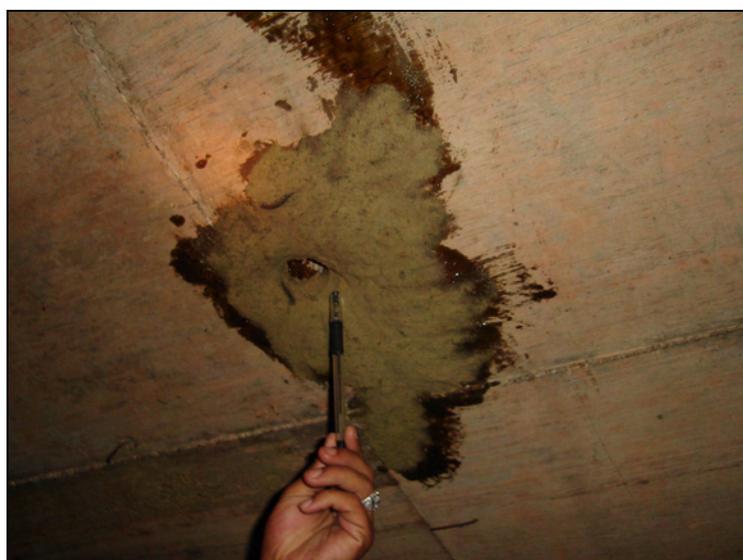


Figura 5.10 – Intervenção antiga na laje superior em boas condições (galeria GB 86)



Figura 5.11 – Aparelho de apoio condições aparentemente satisfatórias (galeria GB 86)



Figura 5.12 – Eflorescência na parte central da Longarina (galeria GB 86)

### 5ª - galeria GB 85

Foram observadas três canaletas das lajes inferiores com cabos de protensão expostos devido às mesmas causas mencionadas na galeria anterior. No entanto, esta galeria se encontra em boas condições, onde foram notados sinais de reparos antigos sob a laje superior, sem sinais de infiltrações ou falta de aderência (figura 5.13). Não foram observadas flechas excessivas ou fissuras nos elementos estruturais. Um buraco observado na laje inferior foi executado, provavelmente para se instalar um holofote para iluminação da Plataforma Inferior.



Figura 5.13 – Reparos antigos em boas condições (galeria GB 85)

## 6ª - galeria GB 74

Por se tratar de galeria sobre o Mezanino, esta também apresenta buracos na laje inferior feitos por seus usuários, nos quais muitos expõem as armaduras das lajes, podendo certamente ocasionar prejuízos em sua resistência. Além do problema estrutural, tais buracos servem muitas vezes de passagem para roedores e aves que se abrigam no interior das galerias. Nesta galeria, por exemplo, foram encontrados os restos de um rato morto junto à VT06 (figura 5.14a) assim como outras galerias onde foram encontradas aves e até ninhos, demonstrando que tais animais utilizam as galerias como moradia (figura 5.14b). Na laje superior, próximo ao contato com a VT 06, observou-se a exposição de armaduras da laje superior, provavelmente ocasionada pelas intervenções realizadas nas juntas de dilatação onde não foram perfeitamente cobertas com o concreto. Não houve casos de cabos de protensão expostos.



Figura 5.14a – Presença de restos de animal morto (galeria GB 74)



Figura 5.14b – Ninho de ave dentro de uma das galerias, sobre a tampa da janela de inspeção (galeria GB 74)

#### 7ª - galeria GB 73

Nesse trecho, a VT 07 apresentou fortes indícios de infiltração com manchas de coloração avermelhada (figuras 5.15a e 5.15b). Cabe lembrar que nas galerias anteriores, até o momento, a VT 07 foi encontrada em boas condições, sem sinais de infiltração. Os buracos feitos por usuários também foram observados e possuem formas idênticas às observadas nas galerias anteriores. Os aparelhos de apoio estão aparentemente em boas condições, não apresentando sinais de rompimento, esmagamento, fissuras ou deformações excessivas. A VT 06 apresentou armaduras na parte superior expostas com leves indícios de corrosão. Pelo que se pôde observar, estas armaduras estavam expostas devido aos reparos realizados nas juntas de dilatação, onde não se atentou para a perfeita concretagem da parte superior desta VT.



Figura 5.15a – VT com fortes sinais de infiltração, imagem mais ampla (galeria GB 73)



Figura 5.15b – VT com fortes sinais de infiltração, visão mais aproximada (galeria GB 73)

#### 8ª - galeria GB 65

Nesta galeria, o trecho das VT05 e VT 06 estavam em boas condições, não apresentando indícios de infiltração, corrosão de armaduras, deslocamento de concreto, ninhos de concretagem, ou outros defeitos patológicos que pudessem ser observados a olho nu. Além disso, observaram-se cabos de protensão dentro das canaletas das lajes inferiores totalmente

expostos, com leves sinais de corrosão (figura 5.16). Nesse caso não foi realizado o cobrimento de argamassa observado em outras galerias. Além disso, junto ao encontro das lajes superiores e às longarinas, principalmente próximo às VTs foram observadas eflorescências no concreto, com formação de estalactites.



Figura 5.16 – Cabos de protensão expostos com leves sinais de corrosão (galeria GB 65)

#### 9ª - galeria GB 64

As VT 05 e VT 06 encontram-se em ótimas condições, aparentemente sem qualquer indícios de infiltração ou corrosão de armaduras. Nesta galeria também foi notada, dentro das canaletas das lajes inferiores, a presença de cabos de protensão expostos, porém sem sinais de corrosão. Os aparelhos de apoio aparentemente se encontram em condições satisfatórias. Assim como a galeria anterior, foram observadas eflorescências com formação de estalactites na junção entre as longarinas e as lajes superiores, lembrando que geralmente essa patologia é observada com mais intensidade nas regiões próximas às junções entre a longarina e as VTs da galeria.

#### 10ª - galeria GB 62

O cabo de protensão desativado da VS 06 encontra-se com fortes sinais de corrosão (isso não foi observado nas demais), o que pode indicar que tal galeria fornece ambiente propício a tal

fenômeno. Ainda nesse trecho da VT 06 foram observadas manchas de material com aspecto de nata de cimento sobre sua superfície, provavelmente em consequência de trabalhos de intervenção na juntas de dilatação ou na própria VT, porém não se pode precisar em qual das intervenções isso ocorreu. Apesar dessas observações, notou-se que não havia indícios de corrosão nas armaduras da referida VT, nem fissuras ou sinais de deslocamento do concreto de sua superfície. O trecho relativo à VT 05 se encontrava em ótimas condições. Identicamente à galeria anterior, foram observadas eflorescências com formação de estalactites conforme a figura 5.17 abaixo.



Figura 5.17 – Eflorescência com formação de estalactites entre a longarina e a laje superior da galeria (galeria GB 62)

#### 11ª - galeria GB 61

Na VT 05, foi observado que os cones de ancoragem dos cabos de protensão estavam expostos, porém sem sinais de corrosão (figura 5.18). Neste trecho, as VT 05 e VT 06 encontram-se em boas condições, não sendo observados sinais de infiltração, corrosão de armadura, fissuras ou deslocamento de concreto. Também foi observada a formação de eflorescência idêntica às das galerias anteriores, porém em toda a extensão da junção entre as longarinas e as lajes superiores. Os aparelhos de apoio das longarinas se encontravam em boas condições. Além disso, foram observados alguns cabos de sustentação das tubulações de águas

pluviais soltos sobre as tubulações. Particularmente, nesta galeria, alguns cabos de sustentação e pinos de aço embutidos (*parabolts*) apresentaram leves sinais de corrosão (figura 5.19), indicando um ambiente propício à oxidação. Tal fato não foi encontrado em outra galeria visitada, onde geralmente os *parabolts* e cabos de sustentação encontravam-se sem nenhum sinal de corrosão.

Existe um reparo à base de resina epóxi, na parte central da laje superior, que aparenta não ter cumprido eficientemente sua finalidade, pois está sem aderência, o que possibilita a retirada de pedaços de material, facilmente, com as mãos (figura 5.20), além de existir próximo a ela, sinais de uma possível infiltração, já que existe uma armadura exposta por deslocamento do concreto devido à corrosão da armadura passiva da laje superior.



Figura 5.18 – Cones de ancoragem expostos (galeria GB 61)



Figura 5.19 – Cabo de sustentação com leves incícios de corrosão (galeria GB 61)



Figura 5.20 – Reparo antigo na laje superior sem aderência (galeria GB 61)

#### 12ª - galeria GB 52

Foi observado que neste trecho, as VT04 e VT05 apresentam manchas de nata de cimento sobre sua superfície, identicamente às observadas na galeria GB 62. Porém, tais superfícies não demonstravam deslocamentos do concreto ou corrosão de suas armaduras. Vale lembrar que essas manchas informadas acima podem, de certa forma, mascarar sinais de infiltrações que porventura existam. Foram observadas também, eflorcências nas juntas entre a laje superior e as longarinas em todo o seu comprimento.

#### 13ª - galeria GB 51

Muitas eflorcências com formação de estalactites foram observadas, na junção entre as longarinas e as lajes superiores, porém o lado mais crítico é o que fica na junção da longarina F, localizada entre esta galeria e a galeria GB 50, pois as estalactites estão bem desenvolvidas. As estalactites formadas por lixiviação de componentes do concreto chegam ter até 21 cm de comprimento, o que demonstra ter ocorrido no local intensa infiltração (figura 5.21). Também foi encontrada eflorcência em um local não muito comum, entre a laje superior e a VS próxima à VT 04 conforme mostra a figura 5.22.

Algo de interessante foi observado neste trecho da VT 05. Pode-se afirmar que a situação nesse trecho da viga é crítica, devido a quantidade de armaduras expostas, muitas em processo de corrosão avançada, com deslocamento do concreto superficial, o que vai deixando as demais armaduras vulneráveis ao processo de oxidação e por consequência à corrosão (figuras 5.23 a 5.26).



Figura 5.21 – Fortes sinais de infiltração entre a longarina e a laje superior, com formação de estalactites de aproximadamente vinte e um centímetros (galeria GB 51)



Figura 5.22 – Eflorescência na parte superior da VS, próximo à junta com a laje superior (galeria GB 51)



Figura 5.23 – Visão geral da VT 05 com suas armaduras expostas e em processo de corrosão (galeria GB 51)



Figura 5.24 – Visão mais aproximada das armaduras em processo de corrosão (galeria GB 51)



Figura 5.25 – Armaduras da VT expostas, imagem lateral (galeria GB 51)



Figura 5.26 – Indícios de reparo antigo executado de forma incompleta (galeria GB 51)

#### 14ª - galeria GB 50

Nesta galeria, o trecho das VT 04 e VT 05 encontram-se em boas condições, sem sinais de infiltração ou corrosão de suas armaduras. É notada também eflorescência na junção entre as longarinas e as lajes superiores identicamente ao observado nas outras galerias. Na laje inferior central (no meio do vão) existe um buraco, provavelmente feito para a colocação de holofotes, mas que estavam sendo utilizados para entrada de aves. Sobre a tampa da janela de

inspeção próxima à VT 04, existe um bloco em alvenaria que não possibilitava a entrada por aquele local, tornando a operação de retirada da tampa perigosa (figura 5.27). Várias outras galerias que foram feitas tentativas de se abrir a tampa sem sucesso, provavelmente podem ter o mesmo motivo de impedimento.



Figura 5.27 – Bloco de alvenaria sobre a tampa da janela de inspeção da galeria, impossibilitando o acesso por esse local (galeria GB 50)

#### 15ª - galeria GB 49

Na VT 05 foram observados sinais de reparos antigos, nos quais a argamassa utilizada para o reparo superficial está desagregando devido à corrosão das armaduras em vários pontos de sua superfície. Já no encontro entre a longarina H desta galeria e a VT 05, as armaduras desta VT encontram-se expostas, como se pode ver na figura 5.28. Também foram observadas as eflorescências nas junções das longarinas com as lajes superiores, identicamente às outras galerias. Pode-se notar que essa patologia é comum a quase todas as galerias visitadas.



Figura 5.28 – Armaduras da VT expostas junto à interface com a Longarina (galeria GB 49)

#### 16ª - galeria GB 38

Nesta galeria, o trecho das VT 03 e VT 04 encontrava-se em boas condições, cabendo registrar apenas que foram observadas as comuns patologias de eflorescências, idênticas às das demais galerias. Existia uma intervenção sob a laje superior, próximo à VT 03, que nas interfaces entre o concreto novo e o antigo existiam eflorescências com formação de estalactites (figura 5.29) o que demonstra indícios de infiltração, porém sem deslocamento do concreto ou falta de aderência.



Figura 5.29 – eflorescência com formação de estalactites na junção de um reparo antigo (galeria GB 38)

17ª - galeria GB 37

Além das eflorescências nas junções das longarinas com as lajes superiores das galerias, idênticas às das outras galerias, nesta galeria, observou-se a armadura da VS, próxima à VT 03, corroída e exposta devido à desagregação do concreto (figura 5.30). Nos demais aspectos, tal galeria se encontra em condições normais.

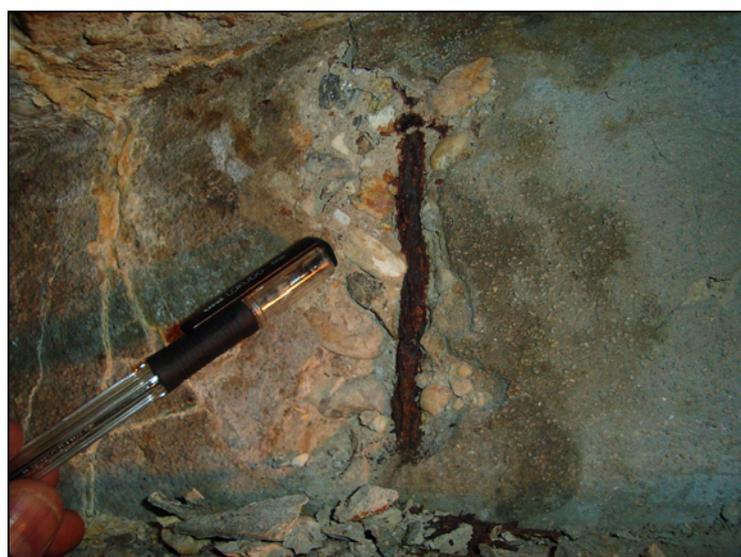


Figura 5.30 – Armadura da VS exposta devido à corrosão e desagregação do concreto (galeria GB 37)

18ª a 20ª, galerias: GB 48, GB 39 e GB40 respectivamente

Nestas galerias, somente foram observadas as eflorescências nas junções entre as longarinas e as lajes superiores, porém no restante, estas galerias se encontravam em boas condições. Cabe aqui lembrar que uma tampa da janela de inspeção da galeria GB 39, próximo à VT 04 encontra-se fissurada (figura 5.31), podendo no futuro causar acidentes. Na galeria GB 40, a VT 04 apresentou manchas sobre sua superfície, evidenciando a possível existência de infiltrações.



Figura 5.31 – Tampa de inspeção fissurada (galeria GB 39)

21ª - galeria GB 41

Esta galeria, pelas condições físicas verificadas, não demonstrou indícios de que recebeu os serviços de reparo nos trabalhos dos anos de 1996 a 1998, visto em outras galerias, pois as VTs não se encontravam pintadas com a tinta protetora especial que concluía os serviços (figura 5.32). Além disso, em alguns lugares da VT 04 e da Longarina D existiam armaduras corroídas e expostas, com concreto desagregado, sem sinais de concretos novos ou resinas de reparo (figuras 5.33 a 5.34). As patologias de eflorescência nas juntas entre as longarinas e as lajes superiores também foram observadas.



Figura 5.32 – VT sem sinais de que foram realizados reparos (galeria GB 41)



Figura 5.33 – corrosão da armadura com deslocamento do concreto da VT (galeria GB 41)



Figura 5.34 – exposição da armadura da longarina (galeria GB 41)

#### 22ª - galeria GB 29

A situação nessa galeria, relativa à manutenção da estrutura é precária, pois não se percebem sinais de intervenções recentes nela. A VT 02 demonstra fortes sinais de infiltrações em sua superfície, assim como a existência de armaduras corroídas, expostas e desagregação do concreto. Seus cones de ancoragem encontram-se expostos e com sinais de corrosão (figura 5.35). A longarina E que se apóia sobre esta VT 03 também possui ferragens expostas e em processo de corrosão. Tal viga não demonstra ter sido alvo de intervenções para seu reparo. Não foi possível avaliar os aparelhos de apoio, pois os mesmos não estão visíveis.

Próximo à VT03, na laje superior, há um reparo antigo no qual na sua interface entre o concreto antigo e o novo existe eflorescência com formação de estalactites, conforme mostrado na figura 5.36.



Figura 5.35 – Cones de ancoragem com fortes sinais de corrosão (galeria GB 29)



Figura 5.36 – Eflorescência e estalactites nas juntas de encontro entre o concreto novo do reparo e o antigo da laje superior (galeria GB 29)

### 23ª - galeria GB 28

De uma forma geral, os elementos estruturais dessa galeria se encontram em boas condições, tendo suas VT 02 e VT 03 em boas condições, sem sinais de infiltrações ou corrosões de suas armaduras. Assim como as demais galerias visitadas, esta possui eflorescência na junta entre

as longarinas e as lajes superiores. Observou-se um reparo ao redor de uma tubulação, que atravessa a laje superior, em ótimas condições, sem sinais de infiltração ou falta de aderência. Existe uma fissura na laje superior desta galeria que foi reparada, porém demonstra não ter sido eficiente, pois há sinais de infiltração e eflorescência em toda a sua extensão (figura 5.37). Também foram observados tirantes auxiliares de sustentação das tubulações de água pluvial soltos.



Figura 5.37 – Sinais de infiltração pela fissura que sofreu trabalhos de reparos (galeria GB 28)

#### 24ª - galeria GB 27

Nas VT 02 e VT 03 foram encontrados cones de ancoragem de cabo de protensão das vigas expostos e com sinais de corrosão (figura 5.38). Além disso, somente a eflorescência entre as juntas das longarinas com as lajes superiores é que cabem ser lembradas.



Figura 5.38 – Cones de ancoragem da VT expostos e com sinais de corrosão (galeria GB 27)

#### 25ª - galeria GB 26

As VT 02 e VT 03 encontravam-se em boas condições, sem sinais de possíveis infiltrações ou corrosão de armaduras, ou outro tipo de patologia que pudesse comprometer sua função estrutural. As eflorescências, com formação de estalactites também foram constatadas nas junções das longarinas com as lajes superiores. Existe um reparo com sinais de infiltração na interface do concreto do reparo com o concreto antigo da laje superior.

#### 26ª - galeria GB 17

Esta galeria foi a última a ser visitada no bloco B da Plataforma Superior. Ela estava em melhores condições que todas as demais, sem sinais de infiltração ou corrosão de armaduras em suas vigas VTs, lajes e longarinas. Esta foi a primeira e única galeria visitada que não mostrou sinais de eflorescência nas juntas entre as suas longarinas e as lajes superiores. Foram observados reparos na laje superior em boas condições, sem sinais de falta de aderência ou de infiltrações (figura 5.39).



Figura 5.39 – Ausência de sinais de infiltração devido a reparos (galeria GB 17)

#### 27ª - galeria GA 47

A galeria GA 47 foi a primeira a ser visitada no bloco A da Plataforma Superior. Estes trechos das VT 04 e VT 05 estavam em boas condições, sem sinais de infiltração, corrosão de suas armaduras, ou outras patologias. Observou-se antigas intervenções à base de resina epóxi em boas condições, sem sinais de falta de aderência ou ocorrência de infiltrações, porém com exposição das armaduras (figura 5.40).



Figura 5.40 – Reparo antigo à base de resina epóxi sob a laje superior em bom estado, porém com leve exposição de armaduras (galeria GA 47)

#### 28ª - galeria GA 48

Neste trecho das VT04 e VT05 ficou difícil de avaliar os sinais de infiltração nas superfícies das vigas, pois aparentemente as manchas existentes possuem uma tonalidade idêntica à nata de cimento, o que pode ter sido causado por ocasião dos recentes reparos nas juntas de dilatação nos anos de 2005 a 2008.

#### 29ª - galeria GA 51

Na parte central da laje superior desta galeria existe um defeito no concreto que aparenta ser consequência de uma intervenção antiga à base de resina epóxi mal executada. As armaduras passivas e cabos protendidos estão expostos, sofrendo processo de corrosão. A situação é crítica por possuir armaduras seccionadas conforme se pode ver na figura 5.41. Essa patologia não possui formato irregular (figura 5.42), porém, a parte mais comprida se estende no sentido transversal das longarinas possuindo um comprimento de 2,27 m e sua largura em torno de 60 cm, porém, na parte central, sua largura é de 1,17 m.



Figura 5.41 – Armaduras corroídas e seccionadas em reparo antigo sob a laje superior (galeria GA 51)



Figura 5.42 – Patologia na laje superior da galeria GA 51

### 30ª - galeria GA 52

Foram observados poucos indícios de eflorescência nas juntas entre as longarinas e as lajes superiores, porém, nas regiões próximas às VTs a ocorrência é mais acentuada. Existiam cones de ancoragens de cabos de protensão da VT 05 expostos com sinais de corrosão. Também

foram observados muitos entulhos sobre esta viga, além de possuir manchas idênticas à nata de cimento em sua superfície. Na parte superior da VS próxima a VT 05, existem armaduras expostas em processo de corrosão.

### 31ª - galeria GA 41

Próximo à VT 04, no encontro com a laje superior da galeria, as armaduras desta se encontravam expostas com início do processo de corrosão. Este trecho da VT 04 possui desagregação do seu concreto superficial em vários pontos, devido à corrosão de sua armadura, conforme mostram as figuras 5.43a e 5.43b.



Figura 5.43a – Concreto superficial da VT desagregado e sua armadura exposta – visão ampla (galeria GA 41)



Figura 5.43b – Concreto superficial da VT desagregado e sua armadura exposta – visão aproximada (galeria GA 41)

32ª a 34ª, respectivamente galerias: GA 30, GA 29 e GA 27

Neste grande trecho as VT 03 e VT 02 encontram-se em boas condições, não sendo observados sinais de infiltração, armaduras expostas, fissuras, ou outras patologias. Próximo a essas vigas, constatou-se que as estalactites formadas pelo processo de eflorescência, entre as juntas da laje superior e as longarinas estavam relativamente desenvolvidas (figura 5.44), principalmente na galeria GA 30. Foram observadas armaduras da laje superior extrema expostas, na interface desta laje com a parte superior da VT 02 (figura 5.45).

No trecho da VT 03, nas galerias GA 29 e GA 27 existem cones de ancoragem de cabos de protensão expostos com leves sinais de corrosão e alguns, nesta galeria, protegidos.

Na galeria GA 27, existem alguns sinais de intervenções sob a laje superior em boas condições. Existe um tirante auxiliar de sustentação<sup>30</sup> da laje inferior solto, conforme mostra a figura 5.46.

---

<sup>30</sup> Tirantes de cabo de aço instalados por ocasião dos trabalhos de intervenção entre os anos de 1996 a 1998.

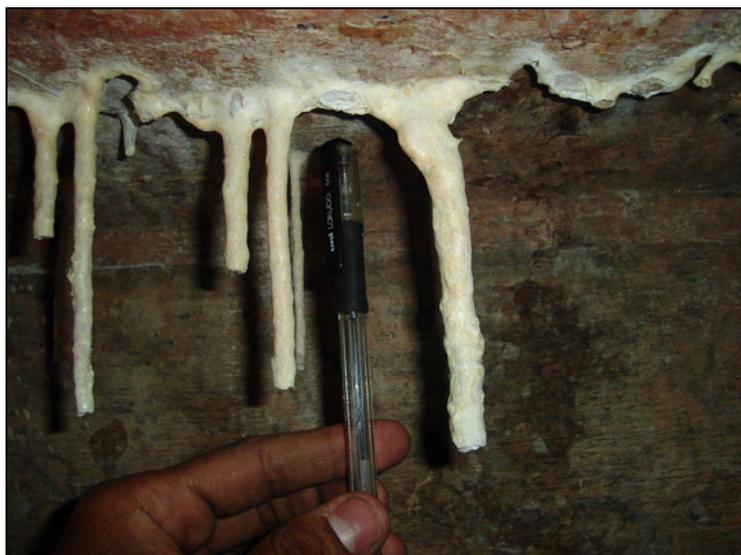


Figura 5.44 – Estalactites bem desenvolvidas na região da junta entre a longarina e a laje superior (galeria GA 30)



Figura 5.45 – Armaduras na extremidade da laje superior expostas (galeria GA 30)



Figura 5.46 – Tirantes auxiliares de sustentação desativados (galeria GA 27)

### 35ª - galeria GA 38

Na laje superior, em sua parte extrema, na interface desta laje com a VT 03, existem armaduras expostas com leves sinais de corrosão. Na VT 04, foram constatadas desagregações do concreto devido à corrosão de suas armaduras (figura 5.47).



Figura 5.47 – Desagregação do concreto com exposição de armaduras (galeria GA 38)

36ª a 38ª galerias: GA 26 e GA 25 e GA 24 respectivamente

A VT 03, nas três galerias visitadas, apresentou leves sinais de infiltração sobre sua superfície. A tinta branca especial de proteção encontrava-se manchada e em algumas partes se descolou da superfície devido ao excesso de umidade (figura 5.48). Também foram constatadas as eflorescências nas juntas entre as longarinas e a laje superior, principalmente próximo às VTs.

Sobre a VT 03, as armaduras extremas das lajes superiores encontram-se expostas e com leves sinais de corrosão, com características semelhantes a da galeria anterior.

Sob a laje superior da galeria GA 24 foi observada uma intervenção à base de resina epóxi, onde em algumas de suas partes apresentavam falta de aderência e armaduras corroídas e totalmente expostas, conforme mostra a figura 5.49.



Figura 5.48 – Tinta descolando da superfície devido ao excesso de umidade (galeria GA 26)



Figura 5.49 – Intervenção antiga com armaduras expostas e corroídas (galeria GA 24)

### 39ª - galeria GA 19

Foi observada na VT 02 a ocorrência de desagregação do concreto devido à corrosão de sua armadura em locais que aparentemente não havia sido realizadas intervenções para reparo das

ferragens prejudicadas por tal fenômeno (figura 5.50). Foram observadas armaduras em processo de corrosão na extremidade da laje superior, na interface com a VT 01. As patologias de eflorescência na junta entre as longarinas e a laje superior também foram observadas nesta galeria.



Figura 5.50 – Corrosão da armadura com deslocamento do concreto (galeria GA 19)

Da 40ª a 42ª galerias: GA 18, GA 16 e GA 15 respectivamente

De modo geral, neste grande trecho as VT 01 e VT 02 estão em boas condições, não sendo constatados sinais de patologias relevantes. Também foram observados poucos sinais de eflorescências nas juntas entre as longarinas e as lajes superiores das galerias. As armaduras extremas das lajes superiores, na interface com a VT 01 estão em processo de corrosão.

.43ª - galeria GA 14

Foram encontradas neste trecho da VT02, sinais de infiltração na superfície da viga, assim como armaduras expostas em processo de corrosão avançada com desagregação do concreto superficial (figuras 5.51a e 5.51b). Próximo a VT 01, sob a laje superior, existe desagregação do concreto com exposição de armaduras em processo avançado de corrosão. Algumas estão em péssimas condições, inclusive seccionadas, tanto armaduras passivas quanto às de

protensão (figuras 5.52a e 5.52b). Na interface com a parte superior da VT 01, as armaduras extremas da laje superior encontram-se expostas, aparentemente por falha na concretagem nos trabalhos de reparo das juntas de dilatação. Neste mesmo local, foi constatada uma fissura no concreto (figura 5.53).



Figura 5.51a – VT com manchas de infiltração em sua superfície e desagregação do concreto com exposição de armadura em processo de corrosão – visão geral (galeria GA 14)



Figura 5.51b – Desagregação do concreto com exposição de armadura em processo de corrosão – visão aproximada (galeria GA 14)



Figura 5.52a – Desagregação do concreto sob a laje superior com exposição de armaduras em processo de corrosão (galeria GA 14)



Figura 5.52b – Seccionamento de um cabo de protensão da laje superior devido ao processo de corrosão (galeria GA 14)



Figura 5.53 – Concreto fissurado e armaduras extremas laje superior expostas , próximo à junta de dilatação, em processo de corrosão (galeria GA 14)

#### 44ª - galeria GA 13

Neste trecho, as vigas VT 01 e VT 02 aparentam estar em boas condições, sem sinais de patologias. As eflorescências nas juntas entre as longarinas e a laje superior também existiam. Na interface com a parte superior da VT 01, as armaduras extremas da laje superior encontram-se expostas provavelmente devido aos trabalhos de intervenções realizados nas juntas de dilatação, conforme mostra a figura 5.54. Cabe registrar que a tampa da janela de inspeção, próxima à VT 02 está danificada, ocasionando risco de acidente grave aos usuários e trabalhadores que porventura utilizem essa galeria (figura 5.55).



Figura 5.54 – Armaduras extremas da laje superior expostas e sem funcionalidade (galeria GA 13)



Figura 5.55 – Tampa da janela de inspeção danificada (galeria GA 13)

45ª e 46ª galerias: GA 63 e GA 62 respectivamente

Nesta o trecho das VT 05 e VT 06 estão em boas condições, sem sinais de patologias. As eflorescências nas juntas, entre as longarinas e a laje superior, são mais intensas quando próximas as VTs, pois formam estalactites que chegam a um comprimento aproximado de 25 cm (figura 5.56). Há um tirante auxiliar de sustentação da laje inferior solto. A longarina D encontra-se com alguns de seus estribos corroídos em zona que demonstra terem ocorrido infiltrações intensas somado à falta de cobrimento (figura 5.57). Em ambas as galerias, foram constatadas na VT 06 ferragens em início de processo de corrosão.

Sob a laje superior da galeria GA 63 existe um reparo à base de resina epóxi que não cumpriu sua função, pois as armaduras passivas estavam expostas e corroídas (figura 5.58).



Figura 5.56 – Estalactites formadas por eflorescências bem desenvolvidas (galeria GA 63)



Figura 5.57 – Estribos da longarina em processo de corrosão (galeria GA 63)



Figura 5.58 – Armaduras da laje superior corroídas (galeria GA 63)

#### 47ª - galeria GA 60

Próximo a VT 05, sob a laje superior, foram constatadas armaduras expostas e corroídas por falta de cobertura suficiente, as características observadas levam a crer que se trata de um reparo antigo, com concreto que não cumpriu o seu objetivo (figura 5.59). Próximos às duas VTs foram constatadas que as ferragens das extremidades das VS encontram-se em processo de corrosão, conforme mostra a figura 5.60.



Figura 5.59 – Armaduras da laje superior expostas e corroídas (galeria GA 60)



Figura 5.60 – Armaduras da VS em processo de corrosão (galeria GA 60)

48ª e 49ª galerias: GA 71 e GA 70 respectivamente

Assim como todas as galerias sobre o Mezanino da Estação, as lajes inferiores possuem vários buracos causados desordenadamente pelos usuários da Estação, porém em termos gerais, estas galerias e seus elementos estruturais se encontram em boas condições, não sendo observados indícios de patologias.

50ª - galeria GA 59

As VT 05 e VT 06, apesar de não possuírem armaduras expostas ou corroídas, apresentaram manchas em suas superfícies, indicando possíveis infiltrações (figura 5.61). Outra patologia encontrada, que aparenta ser um ninho de concretagem, está localizada sob a laje superior, que provocou a exposição das armaduras desta laje, porém com poucos indícios de corrosão (figuras 5.62a e 5.52b).



Figura 5.61 – Manchas sobre a superfície da VT demonstram indícios de infiltração (galeria GA 59)

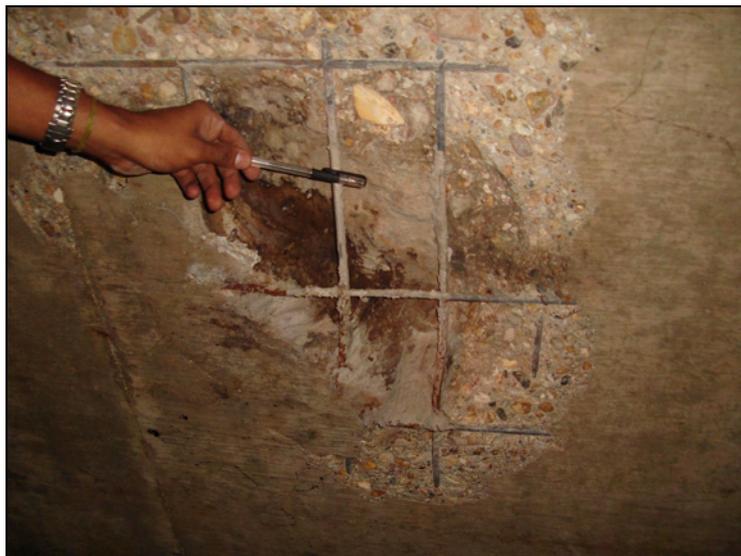


Figura 5.62a – Ninho de concretagem sob a laje superior com armaduras expostas – visão geral (galeria GA 59)



Figura 5.62b – Armaduras expostas devido ao ninho de concretagem sob a laje superior – visão aproximada (galeria GA 59)

#### 51ª - galeria GA 58

As superfícies das VT 05 e VT 06 estão em bom estado de conservação e não apresentam sinais de infiltração, fissuras, ninhos de concretagem, exposição de armaduras ou outra patologia. Foi constatada uma armadura passiva da laje superior exposta e corroída (figura 5.63), além de um tirante auxiliar de sustentação solto. As ferragens da extremidade da laje superior também se encontram expostas e em processo de corrosão, na interface da laje superior com a parte superior da VT 06.



Figura 5.63 – Armadura da laje superior exposta e em processo de corrosão (galeria GA 58)

#### 52ª - galeria GA 69

Os elementos estruturais desta galeria encontram-se em boas condições, não sendo constatados indícios relevantes de patologias que pudessem comprometer suas funcionalidades, porém cabe o registro de que as armaduras da parte superior da VT 06 encontram-se expostas, porém com leves sinais de corrosão.

#### 53ª - galeria GA 57

Os trechos das VT 05 e VT 06, dentro desta galeria, encontram-se em situações bem diferentes, aquele está em boas condições e este apresenta fortes indícios de patologia.

Na VT 06 foi constatado que sua superfície estava com a tinta especial de proteção esfoliando conforme mostra a figura 5.64. Além disso, o concreto estava em processo de desagregação devido à corrosão de suas armaduras, podendo ser retirados facilmente com a mão (figuras 5.65a, 5.65b, 5.65c e 5.65d). Claramente se constata que estas desagregações ocorrem principalmente na região onde a armadura havia sido reparada. Outras exposições de ferragens em estado de corrosão são observadas nas interfaces desta VT com as longarinas conforme mostra a figura 5.66.

A VT 05 encontra-se isenta de manifestações patológicas, sendo um dos trechos de viga “T” invertido mais bem conservados que puderam ser constatados nesta verificação *in loco* (figura 5.67).



Figura 5.64 – Pintura protetora esfoliando (galeria GA 57)



Figura 5.65a – O concreto superficial facilmente retirado com as mãos (galeria GA 57)



Figura 5.65b – Localização da desagregação do concreto – visão ampla (galeria GA 57)



Figura 5.65c – Localização da desagregação do concreto – visão aproximada (galeria GA 57)



Figura 5.65d – Armaduras corroídas com sinais de infiltração em suas superfícies (galeria GA 57)



Figura 5.66 – Armaduras da VT, na interface com a longaria, expostas (galeria GA 57)



Figura 5.67 – VT em bom estado de conservação na galeria GA 57

Aos términos dos trabalhos, pôde-se representar quantitativamente o resultado alcançado com a presente inspeção, conforme demonstrado na tabela 5.2 abaixo.

Tabela 5.2 – Tabela resumo das principais ocorrências encontradas (em porcentagem)

Ocorrência	Quantidade
Galeria em boas condições	20
Eflorescência	80
Armaduras expostas	47
Corrosão de armaduras	43
Cabo de protensão exposto	7
Ninhos de concretagem	1
Buracos na laje inferior	13
VT sem a pintura protetora	4
Laje superior com desagregação do concreto	13
Sinais de infiltração sobre a VT	15
Cones de ancoragens expostos	9,5

## **6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **6.1 – FREQUÊNCIA DE INSPEÇÕES**

Ao ser analisado o histórico de inspeções realizadas na estrutura da Plataforma Superior, nota-se um lapso de tempo inadequado entre tais verificações. Segundo a Federação Internacional de Protensão (FIP, 1988), a classe da estrutura supracitada pode ser considerada como Classe 1, onde a ocorrência de ruptura possa ter conseqüências catastróficas e/ou quando a funcionalidade da estrutura é de vital importância à comunidade. As condições ambientais podem ser consideradas como muito severas, devido à presença de grande quantidade de CO<sub>2</sub> no ambiente e ocorrência de carregamento cíclico que pode causar fadiga na estrutura, ambos devidos ao grande fluxo de veículos automotores que circulam diuturnamente sobre e sob ela. Assim, o intervalo de inspeções previstas segundo a tabela da FIP (tabela 3.1 do presente trabalho), é de um ano, intercalando-se inspeções extensivas e rotineiras.

Segundo a NBR 9452 (1986) as inspeções rotineiras, deverão ser realizadas em intervalos regulares não superiores a um ano, porém essa norma, não entra em detalhes relativos ao porte da estrutura ou ao ambiente em que está inserida.

Nota-se que o primeiro trabalho de inspeção realizado ocorreu aproximadamente 21 anos após a inauguração da Estação, demonstrando ausência de preocupação com a manutenção da estrutura. Hoje, a idéia de manutenção de estruturas de concreto é mais presente do que em outros tempos, pois se acreditava erroneamente que o concreto era um material inerte às agressões do ambiente no qual estava inserido. Porém, na década de oitenta, tanto a norma brasileira quanto a Federação Internacional de Protensão, no âmbito dos seus comitês, já demonstravam preocupação com a manutenção das estruturas de concreto, .Talvez esse tenha sido o principal motivo pelo qual a estrutura não sofreu vistorias rotineiras frequentes.

A partir de 1981, houve oito anos sem vistorias e, além disso, a verificação, realizada imediatamente após esse intervalo de tempo, enfatizou observações feitas no primeiro relatório de inspeção, demonstrando fortes indícios de que não houve trabalhos de correções dos itens

indicados naquele documento. Nota-se com isso, que passados 29 anos de existência da estrutura, apesar de terem sido enfatizados problemas estruturais na mesma, nenhum trabalho de intervenção de grande importância foi realizado. No início da década de 90, as verificações foram mais constantes, porém todas reforçavam problemas anteriormente detectados. Não se sabe os reais motivos do grande atraso para realização dos trabalhos de reparo solicitados nos relatórios. Somente em 1996, 36 anos após sua inauguração é que foram realizados trabalhos de reparos na estrutura e o volume dos trabalhos foram grandes. Provavelmente, se os mesmos tivessem sido realizados duas décadas antes, os custos teriam sido relativamente mais baixos. Passados aproximadamente 10 anos após tais trabalhos de manutenção, a estrutura da Estação sofreu mais uma intervenção, porém, na Plataforma Superior só houve a execução do pavimento rígido, devido solicitações pautadas no relatório de consultoria do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília, em 1995.

Desde então, não há registros de inspeções rotineiras ou especiais na estrutura da Estação Rodoviária de Brasília, nem tão pouco planos de manutenção programados. As ações estão vinculadas à correção de falhas, ao invés da prevenção.

## **6.2 – ANÁLISE DAS INTERVENÇÕES REALIZADAS**

Durante o tempo de existência da estrutura da Estação Rodoviária, de aproximadamente 49 anos, poucas intervenções foram realizadas na mesma. Além disso, a primeira intervenção realizada não forneceu registros que pudessem somar com tal pesquisa. Porém, de acordo com os documentos existentes, pôde-se avaliar com certa cautela suas técnicas, materiais e qual o grau de eficiência alcançado por cada uma.

Sabe-se que segundo a NBR 6118 (2003), a vida útil é o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais. Com isso, é viável afirmar que, se devido ao reparo realizado em uma estrutura, esta retoma total, parcial ou não retoma suas características

funcionais e de segurança previstas em projetos, este reparo pode ser classificado, respectivamente, como eficiente, parcialmente eficiente ou não eficiente.

Destarte, baseado nos dados disponíveis, foi feita uma análise de cada um dos reparos realizados na estrutura da Plataforma Superior.

### **6.2.1 - Reparos de 1981**

A grande deficiência de dados dificultou uma análise mais pormenorizada do primeiro reparo realizado, porém com base no relatório do professor Aderson, pôde-se aferir as técnicas utilizadas na época.

#### **6.2.1.1 Técnica e materiais empregados**

Foi recomendado a reconcretagem (concreto com  $f_{cKmin} 20 MPa$ ) onde houvesse falta de concreto. Esta reconcretagem seria executada manualmente ou com jateamento, após prévia limpeza da superfície e colocação de nata de cimento ou resina epóxi. No caso de reparos de fissuras nos elementos estruturais e desagregação do concreto com exposição de armaduras corroídas, a técnica orientada para a execução do reparo foi simples: prévia limpeza com jato de areia e aplicação de massa de epóxi. O relatório não cita possibilidade de substituições de armaduras corroídas. Para casos de fissuras, foi recomendada simples pintura epóxi, para cobrir as fissuras e as impermeabilizar. No caso de trincas, já se utilizava a técnica de introdução ao longo de seu comprimento de pequenos tubos plásticos espaçados de 15 cm, calafetando-se o intervalo entre os tubos com resina epóxi e, posteriormente, através do uso de ar comprimido, introduzindo resina epóxi pelos tubos. Foi recomendada a colagem de armaduras, com resina epóxi, nas vigas em caso de trincas de grandes aberturas, porém não houve indícios da execução de tal procedimento.

Foi recomendado, sem entrar em detalhes, o encamisamento de alguns pilares do “H” devido o esmagamento do concreto notado por ocasião da inspeção. Além disso, o relatório orienta uma

revisão completa no sistema de águas pluviais e conserto das juntas de dilatação, sem entrar em maiores detalhes.

O documento não entra em detalhes de especificação dos materiais a serem utilizados. O que se tem de certo é que foram utilizados, em sua grande maioria, materiais com base epóxica.

Quanto ao conserto das juntas de dilatação, não foram informados procedimentos ou técnicas, somente orientações de que o reparo deveria ser realizado.

Não se pode afirmar se tais técnicas foram fielmente cumpridas pela empresa contratada por ocasião da execução dos reparos, já que o referido documento é anterior a eles. Porém, observa-se claramente que, ao realizar tais trabalhos, não se preocupou em sanar as fontes de umidade que causavam tais patologias. Assim, observa-se que se procurou erroneamente corrigir as conseqüências das falhas e não suas causas.

#### 6.2.1.2 Eficiência dos reparos

Como se pôde observar em relatórios posteriores a essas intervenções, os reparos realizados já não cumpriam mais suas funções, pois estavam sem aderência e suas armaduras continuavam sendo corroídas. Para que os mesmos tivessem alcançado bom grau de eficiência, primeiramente teria que se ter eliminado a fonte de umidade que causavam os problemas patológicos, para posteriormente executar as correções dos danos. Em conclusão, os reparos não surtiram efeitos, o que leva-nos afirmar que tais reparos foram ineficientes em razão da permanência da infiltração.

Cabe ressaltar que o encamisamento dos pilares que possuíam concreto esmagado, que não sofriam influência alguma da ação da umidade, teve bons resultados. Tais reparos podem ser considerados eficientes até os dias atuais. No entanto, cabe lembrar que, apesar do diagnóstico, esses pilares poderiam estar sofrendo de ataque químico provocada por urina humana, o que desagregaria o concreto gradativamente e faria diminuir a seção do pilar, desprotegendo as armaduras e ajudando causar corrosão nestas. Tal diagnóstico deve-se ao fato de que tais encamisamentos foram realizados somente na base dos pilares, local com

grande probabilidade de ter sido usado, naquela época, para que alguns usuários urinassem no elemento estrutural.

## **6.2.2 - Reparos de 1996 a 1998**

### 6.2.2.1 Técnica e materiais empregados

Os trabalhos de recuperação das juntas de dilatação, fez com que o número de juntas diminuísse pela metade, pois sobre cada viga “T” invertido existiam duas juntas e uma delas foi eliminada, solidarizando as lajes superiores das galerias e a parte superior da viga “T” invertido. Esta análise foi feita no diagnóstico do Departamento de Engenharia Civil da UnB, em 1995, que levou em conta que cada longarina continuaria com a junta em uma das suas extremidades, além de já estarem estabilizados a fluência e retração do concreto e relaxação do aço.

Em consequência da remoção do concreto de parte da VS, houve a necessidade de prover um dispositivo de fixação da laje inferior adjacente, por meio da colocação de barras chumabadas nas longarinas. Em alguns casos, também houve a necessidade de se recompor as vigas extremas dessas lajes inferiores.

Em termos gerais, as técnicas e materiais utilizados em tais trabalhos de intervenção ainda valem até os dias atuais e não houve acréscimos vistosos que pudessem ser registrados no presente trabalho. Porém, cabe lembrar que, independentemente da técnica e materiais utilizados, a execução impecável é de crucial importância para o bom desempenho dos reparos.

### 6.2.2.2 Eficiência dos reparos

Como foi informado no decorrer do presente trabalho, após os reparos do período de 1996 a 1998 foram notadas infiltrações nas regiões das juntas entre as lajes inferiores e as vigas “T”

invertido, sinal esse que indica ineficiência dos reparos nas juntas de dilatação, que não sanaram a ocorrência dessas patologias. Cabe lembrar que, por ocasião dos serviços de consultoria executados pelo Departamento de Engenharia da UnB, foi orientada, para um melhor resultado, a execução do pavimento rígido sobre a Plataforma Superior como forma de sanar os problemas de infiltração que ocorriam devido falhas no pavimento flexível existente. Outro indício de infiltração observado foi a ocorrência de manchas características de infiltrações sobre a pintura acrílica branca na superfície de algumas vigas. Além disso, em alguns casos, essas pinturas estavam esfoliando, como no caso da galeria GA 57 (página 127). Outro indício de ocorrência de infiltração é o grande número de corrosão nas armaduras da viga “T” invertido, como é o caso da galeria GA 14 (página 116). Foi observada também, em lugares que tinham sido feito reparos, a volta da corrosão, com conseqüente desagregação do concreto. Deve-se ressaltar que a estanqueidade da junta de dilatação depende única e exclusivamente da eficiência das juntas e do processo de execução e com isso, a menor falha, até mesmo as imperceptíveis a olho nu, podem fazer com que sua eficiência venha a ser comprometida. Ao término dos trabalhos teria sido importantíssimo a execução de testes de estanqueidade nas regiões das juntas, para correção de possíveis falhas em tempo oportuno. Outra conseqüência verificada no reparo das juntas foi os ressaltos acima do nível do pavimento existente a cada trinta metros, que certamente causaram transtornos para os condutores de veículos que passavam sobre a Plataforma Superior. Com isso, entende-se que os reparos nas juntas de dilatação foram parcialmente eficientes, por não terem cumprido a função de estancar as infiltrações em algumas naquelas regiões.

Nos reparos das vigas VS foram obtidos bons resultados, salvo em alguns casos registrados de início de corrosão das armaduras da VS em algumas galerias, notavelmente pelo pouco cobrimento deixado por ocasião de sua confecção, como é o caso da galeria GB 37 (página 100). Nenhuma viga VS apresentou casos de fissuras, deformações excessivas ou qualquer outra ocorrência que pudesse comprometer sua função estrutural. As partes das lajes inferiores extremas, que foram reconstituídas também estavam em boas condições, demonstrando estar cumprindo fielmente suas funções estruturais. Com isso, pode-se afirmar que os reparos nas vigas VS e a reconstituição da extremidade das lajes inferiores assim como suas vigas foram eficientes.

Os procedimentos para recuperação das armaduras corroídas e expostas das vigas “T” invertido, assim como os materiais utilizados valem até os dias atuais, contudo, durante a vistoria realizada foram observados inúmeros casos de armaduras expostas, inclusive algumas que já haviam sido recuperadas, como no caso da galeria GA 19 (página 119).

Foi observado, por ocasião da inspeção do presente trabalho, um caso crítico de corrosão de armaduras da viga “T” invertido, na galeria GB 51 (página 94). Há grandes indícios de que os trabalhos não foram completamente realizados, pois suas armaduras estão em estágio avançado de corrosão, conforme mostrado no capítulo anterior. Nota-se sobre as armaduras e a superfície do concreto danificado, colorações características de materiais utilizados em reparos, o que é forte indício de que os trabalhos foram executados naquele trecho. No entanto, a viga não está pintada com a tinta branca de proteção (utilizada aos termos dos serviços de recuperação), o que pode indicar que os trabalhos não foram efetivamente finalizados. Na galeria GA 57 (página 127), observa-se uma desagregação do concreto com indícios claros de que não foi executado o reparo conforme orientação contida no parecer técnico destacado acima, pois é notório que o concreto ao redor da armadura não foi totalmente retirado e que a argamassa especificada foi aplicada somente superficialmente. Foi notado que em algumas galerias que o trecho da viga “T” invertido, mesmo com a execução da pintura, mostrava sinais de corrosão. Este fato pode ter ocorrido por utilização de material inadequado (tinta), ineficiência da pintura acrílica ou até mesmo por um processo de corrosão pré-existente que não foi diagnosticado e evoluiu. Cabe lembrar que, como em algumas regiões o problema de infiltração continuava, mesmo que os reparos tivessem sido perfeitamente executados, não se evitaria a volta dos problemas de corrosão. Dessa forma, pode-se afirmar que os reparos de recuperação das armaduras corroídas foram parcialmente eficientes, tendo em vista que em outras regiões da estrutura da Plataforma Superior não se pode afirmar com exatidão se a corrosão voltou ou se está ocorrendo em um novo lugar.

Os tirantes instalados para a sustentação das lajes inferiores das galerias e das tubulações de águas pluviais encontram-se, em sua maioria, bem conservados. Apenas em uma galeria alguns dos tirantes mostraram leves sinais de início de corrosão (galeria GB 61, página 91).

Foram notados muitos casos de tirantes soltos sobre as tubulações, o que demonstra falta de zelo com o papel funcional dos mesmos. Aparentemente, em nada comprometeu o desempenho esperado devido a quantidade de tirantes colocados. O mais interessante é a facilidade com que se pode afrouxá-los ou até mesmo retirá-los. Por isso, é primordial a conscientização dos trabalhadores que por ventura entrem nas galerias para execução de serviços no sentido de não retirá-los ou afrouxá-los. Não se irá classificar a eficiência do sistema de sustentação das lajes inferiores por se tratar de uma medida preventiva, porém, para que os mesmos funcionem quando solicitados, os mesmos devem estar perfeitamente instalados. Por outro lado, os tirantes que sustentam as tubulações de águas pluviais mostram sinais de que cumprem bem suas funções, podendo ser considerados eficientes.

Mesmo não tendo sido recomendado na época, é válido destacar que os cabos de protensão das canaletas das lajes inferiores cobertos por argamassa adensada de forma irregular necessitam de atenção. Além da falha na execução (porém não se pode afirmar quando ocorreram), poderia ter sido mais eficiente a proteção dos cabos simplesmente aplicando revestimento polimérico inibidor de corrosão, pois os locais que esses cabos estão localizados ficam entre juntas das lajes inferiores e estas estão sujeitas a movimentações independentes. Com a execução dessa argamassa, as duas lajes podem gerar vínculo, com surgimentos de esforços locais, suficientes para causarem fissuras nessa argamassa diminuindo a proteção contra a ocorrência de corrosão. Além disso, essa argamassa pode mascarar um possível processo de corrosão.

Os reparos dos cones de ancoragem do topo das vigas “T” invertido não puderam ser avaliados por estarem em lugar revestido com mármore e em zona de difícil acesso, porém dentro das galerias foram encontrados inúmeros casos de cones de ancoragens expostos que deveriam receber o mesmo tratamento daqueles. Outro reparo não avaliado foi o da fissura da longarina relatada no subitem anterior, devido à falta de elementos localização da mesma

### **6.2.3 - Reparos de 2006 a 2008**

#### **6.2.3.1 Técnica e materiais empregados**

Dos trabalhos relativos à estrutura da Plataforma Superior, o mais importante foi a substituição do pavimento flexível por pavimento rígido com a execução de impermeabilização. Os serviços foram orientados por empresa especializada no ramo de pavimentação rodoviária e basicamente constitui-se de retirada do pavimento flexível, reparo das juntas de dilatação, execução dos trabalhos de impermeabilização com testes de estanqueidade e, por fim, a execução do pavimento rígido. Maiores detalhes da seqüência executiva foram pautados no item 5.2.3 do presente trabalho. Por não se tratar de reforço estrutural, não será analisado em maiores detalhes a respeito de suas técnicas e procedimentos.

O grande aspecto a ser lembrado é a execução do teste de estanqueidade realizado antes da continuação dos trabalhos de execução do pavimento de concreto, o que comprovou a eficiência da impermeabilização. Todas as juntas de dilatação foram refeitas para que os trabalhos de impermeabilização fossem realizados conforme projeto.

#### 6.2.3.2 Eficiência dos reparos

Pelo que foi observado durante as visitas realizadas, o atual trabalho de execução da pavimentação da Plataforma Superior garantiu a estanqueidade das infiltrações que ocorriam desde a sua inauguração. Foi garantida também a impermeabilização de áreas importantes como as de ralos, juntas de dilatação, bocas de lobo e sobre as regiões das junções entre lajes superiores e as longarinas, que sofriam infiltrações constantes. Além disso, o pavimento de concreto, mesmo não tendo sido chumbado na laje superior, de certa forma contribuiu com o aumento da rigidez estrutural, pois pouco ou nada se notou relativo a vibrações provenientes do tráfego de veículos sobre a plataforma durante o período de vistoria. Dessa forma, pode afirmar que tais reparos foram eficientes.

### **6.3 - CONTRIBUIÇÕES DA INSPEÇÃO REALIZADA**

Ao ser finalizado o trabalho de verificação *in loco* se pôde ter uma visão global da atual situação em que a estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília se

encontra. Tais dados servem como fonte de informações para a análise do desempenho dos reparos anteriormente realizados, assim como subsídio para planejamento de futuros trabalhos de reparos, visando o prolongamento da vida útil da estrutura supracitada já que muitas das patologias encontradas não estavam relacionadas com reparos antigos e sim se tratam de novas ocorrências que deverão ser sanadas.

Acima de tudo, um trabalho de conscientização dos usuários dessa Estação deverá ser realizado, pois em algumas situações, os principais responsáveis por algumas patologias são eles. Um grande exemplo é a execução de buracos nas lajes inferiores das galerias que se situam sobre o Mezanino. Essas aberturas podem prejudicar a estrutura e expor suas armaduras, colocando a segurança dos usuários em risco.

As tampas de inspeção merecem especial atenção quanto a sua segurança. Qualquer descuido nos procedimentos de retirada e colocação das tampas pode vir causar acidente grave. Uma idéia para deixá-las mais seguras seria prender tirantes de aço às atuais tampas, ligadas à estrutura (lajes superiores ou inferiores), para que, em caso de descuido, as mesmas não venham cair de uma altura de aproximadamente sete metros, ameaçando a vida das pessoas que por ali circulam. Outro trabalho que deve ser realizado é o reparo ou substituição das tampas danificadas.

Os aparelhos de apoio necessitam de vistorias mais especializadas, pois na maior parte das galerias visitadas eles simplesmente não são visíveis. Porém, quando foi possível sua visualização, os mesmos encontravam-se aparentemente em bom estado de conservação. Houve somente um caso de aparelho de apoio com sinais de deformação lateral excessiva, na galeria GB 75. Como não foram visitadas todas as galerias, não se pode mensurar a real situação dos mesmos.

Em quase 100% das galerias vistoriadas, houve sinais de eflorescências causadas por infiltrações entre a laje superior e as longarinas das galerias. Tal fato gera dúvidas se as mesmas estão em um processo contínuo de formação ou se simplesmente estancaram seu

desenvolvimento. Para isso, seria de primordial importância uma limpeza geral desses indícios, de forma que a facilitar um futuro diagnóstico relativo a tais patologias.

Durante as visitas, foi observada a impossibilidade de se entrar em algumas galerias devido o travamento das tampas de acesso. Não se sabe o que está impedito tal abertura, porém, na galeria GB 50, se notou que existia sobre a tampa de inspeção, um bloco de alvenaria que impedia a sua abertura. Como forma de solução desses problemas, deveria ser feita a eliminação ou deslocamento de tais blocos para que o acesso às galerias ficasse isento de obstáculos.

Por fim, os serviços de reparo das armaduras corroídas e expostas deverão ser executados novamente, pois aparentemente muitas evoluíram e outras surgiram depois dos reparos do período de 1996 a 1998, principalmente ao fato de não ter sido sanada a fonte de umidade. Porém, como os problemas das infiltrações foram aparentemente sanados, esses serviços podem ser executados com obtenção de resultados eficientes. Há de se lembrar que existem galerias com problemas críticos de corrosão de armaduras e que requerem especial atenção e intervenções em caráter de urgência, como os casos das galerias GB51, GA 14, GA 24, GA 51 GA 59 e GA 60. No entanto, como o presente trabalho não vistoriou a totalidade das galerias da Plataforma Superior, outras galerias podem estar em situação idêntica a essas, por isso, recomenda-se que seja feito um levantamento atual da situação de todas as galerias dessa estrutura.

## **7 - PROPOSTA DE ESTRATÉGIAS GERAIS PARA UM PLANO DE INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA**

### **7.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Como forma de conscientização, foi sugerida no presente trabalho uma estratégia para um plano de manutenção da Estação Rodoviária de Brasília.

Cabe lembrar que a necessidade de manutenção periódica em uma estrutura é essencial, uma vez que os gastos com esse processo se tornam maiores à medida que o intervalo entre as manutenções aumenta.

Sitter , 1984 *apud* Helene (1992) nos indica que adiar uma intervenção pode fazer com que os custos diretos e indiretos aumentem em uma progressão geométrica de razão cinco, ou seja, em intervalo de tempos iguais, o custo necessário para a manutenção preventiva será cinco vezes mais econômico que o necessário para uma manutenção corretiva, se aquela não tiver sido executada.

### **7.2 – SUGESTÃO DE PLANO DE INSPEÇÃO PARA A ESTAÇÃO RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA**

Para que a estrutura da Estação Rodoviária de Brasília possua uma vida útil prolongada e mantenha seus aspectos funcionais de projeto, é necessário que se tenha especial atenção às correções dos problemas estruturais nela existentes e os que porventura hão de surgir. Dessa forma, a elaboração de um plano de inspeção periódica seria de extrema importância, pois evitaria onerosas ações de correção dando lugar às de prevenção. Este plano de inspeção serviria como uma forma de organizar um monitoramento constante da estrutura, direcionando os trabalhos de reparo, para que sejam oportunos e eficientes.

O plano de inspeção pode ser separado em dois tipos de ações: trabalhos de inspeções e trabalhos de reparos; o primeiro seria um levantamento freqüente da situação física e funcional da estrutura, realizado por profissionais de engenharia, baseado em roteiros previamente

elaborados para a estrutura estudada e em períodos previamente estabelecidos e regulares, salvo em caso de acidentes estruturais ou situações atípicas que necessitem quebra de rotina, de forma a oferecer subsídios contínuos para os trabalhos de reparo, podendo estes serem tanto preventivos quanto corretivos.

Conforme explicado no decorrer do presente trabalho, o intervalo de tempo ideal para a realização de inspeções na estrutura da Estação é de um ano. Para isso, teria que ser feito um planejamento estratégico de tal forma a disponibilizar todos os elementos necessários à realização desse serviço, tais quais profissionais de engenharia, equipamentos, acessórios de segurança entre outros. Quanto ao período do ano para tais vistorias, o ideal é realizá-las no período chuvoso, para que os problemas de infiltrações sejam facilmente detectados.

Para padronizar e facilitar a localização dos ambientes e elementos estruturais a serem vistoriados seria necessária a confecção de um projeto de identificação das diversas partes da Estação (plataformas, galerias, vigas, pilares, blocos, etc.). Conviria que tal projeto fosse utilizado em todas as vistorias, o que facilitaria sobremaneira a vinculação dos trabalhos de inspeção. Com isso, o ideal seria programar as galerias a serem vistoriadas, alternado-as (entre as inspeções) conforme o interesse e a necessidade.

Além dos trabalhos de vistorias, conviria uma maior preocupação quanto ao monitoramento da utilização pelos usuários da Estação. Por se tratar de uma estrutura aberta ao público 24 horas, essa atividade é complicada, porém essencial. As grelhas de captação de água necessitam estar isentas de acúmulo de materiais para que não empoeque água sobre o pavimento rígido, o que facilita infiltrações. Além disso, qualquer dano à estrutura, como furos em elementos estruturais como laje, pilares, vigas e pavimentos, deve ser combatido com veemência pelos seus administradores, trabalhadores e usuários.

Com o intuito de contribuir com essa idéia, encontra-se anexo ao presente trabalho uma sugestão de roteiro básico de inspeção rotineira, baseado na NBR 9452 (1986) - Vistorias de pontes e viadutos de concreto – procedimento, adaptada para a Estação Rodoviária de Brasília, cabendo lembrar que o referido documento é somente uma sugestão, sujeito a adaptações e

aperfeiçoamentos de acordo com as necessidades e experiências a serem adquiridas por ocasião dos trabalhos de inspeção. Ao final do documento, o profissional (ou equipe) responsável pela inspeção concluirá sobre a precisão ou não de levantamento de dados adicionais (ensaios laboratoriais, prova de cargas, etc.) e posteriormente sobre a necessidade de intervenção (ver fluxograma de vistoria especial da figura 3.1, Capítulo 3).

A tomada de decisão obviamente dependerá da experiência do profissional envolvido, o que poderá gerar certa variação nas tomadas de decisões. Para atenuar esta subjetividade, sugere-se a adaptação da metodologia de quantificação do grau de deterioração de estruturas de concreto, idealizada pelo Departamento de Engenharia Civil da UnB, conhecido como metodologia GDE. Esta metodologia já foi testada em diversas estruturas de naturezas distintas e objeto de várias dissertações de mestrado e publicações do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília – PECC/UnB (Castro, 1994; Lopes, 1998; Boldo, 2002; Fonseca, 2007; Moreira 2007; Souza, 2009).

Esta metodologia procura dividir a estrutura em grupos de elementos estruturais, de tal forma a aplicar nesses elementos fatores de ponderação -  $F_p$  e fatores de intensidade -  $F_i$ . O  $F_p$  visa quantificar a importância relativa de um determinado dano, no que se refere as condições gerais de estética, e segurança dos elementos de uma família, tendo em vistas manifestações patológicas possíveis de serem detectadas. Já o  $F_i$  classifica a gravidade e evolução de uma manifestação de dano observada em um determinado elemento. De posse dos valores de  $F_p$  e  $F_i$ , e aplicando-os na equação desenvolvida para a metodologia chega-se ao Grau de deterioração de elemento -  $G_{de}$  que, de acordo com o valor adquirido, é indicado o tipo de intervenção a ser realizada, facilitando a tomada de decisões.

### **7.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A NECESSIDADE DE ANÁLISE DINÂMICA DA ESTRUTURA**

Pelo fato do comportamento estrutural da estrutura da Estação Rodoviária de Brasília não ser conhecido em detalhes, o monitoramento e a constante avaliação do seu comportamento dinâmico são de suma importância. Com essas atividades é possível obter dados que

subsidiem o gerenciamento seguro das ações impostas a essa estrutura, auxiliando na identificação global e localizada de danos, modificações de projetos estruturais, avaliação da capacidade residual de carga e de seu comportamento frente a carregamentos excessivos, de forma a preservá-la e mantê-la segura.

Na engenharia, a modelagem em elementos finitos é uma eficiente ferramenta para a representação do comportamento de uma estrutura complexa. Sendo um modelo numérico discreto de um sistema estrutural contínuo, baseado nas propriedades dos materiais e dimensões físicas do sistema sob análise, pode simular o comportamento estrutural em termos de massas, rigidezes e amortecimento. Existem muitos programas computacionais em elementos finitos capazes de modelar tridimensionalmente grandes estruturas como o ANSYS, ALGOR, SAP e COSMOS/M, podendo fazer análises estáticas, dinâmicas, de escoamento de fluidos, transferências de calor, respostas sísmicas, etc.

A avaliação dinâmica de pontes e passarelas com modelagem em elementos finitos está bastante desenvolvida, com diversos exemplos mostrando a viabilidade de tais procedimentos. Segundo Merce (2007), a principal preocupação para a modelagem de uma ponte é quanto ao tipo de elemento utilizado em cada ponto desta, o grau de discretização adotado, principalmente para o tabuleiro, o tipo de elemento empregado para a interação solo-estrutura e o de ligação entre os diferentes elementos.

Costa *et al.* (2002), segundo Merce (2007), realizaram a modelagem e a análise numérica da ponte Lagoncinha (Portugal) sob a ação do tráfego rodoviário. A coleta de dados foi baseada em inspeções visuais, levantamento topográfico, ensaios laboratoriais e ensaios *in loco*. As inspeções visuais serviram para detectar as eventuais anomalias presentes na ponte. O levantamento topográfico foi utilizado para definir as características geométricas da estrutura. Os ensaios laboratoriais forneceram dados quanto às características mecânicas dos materiais extraídos da estrutura. Por fim, os ensaios dinâmicos serviram para verificação das propriedades modais da estrutura. Após a análise do modelo, os resultados obtidos sob forma de deslocamento, deformações e tensões máximas possibilitaram a avaliação do comportamento da estrutura e a identificação das zonas de maiores deformações.

Para a realização de um bom ensaio dinâmico, duas variáveis devem ser muito bem estudadas: a localização dos sensores e a qualidade dos equipamentos de medição (sensores e sistema de aquisição de dados). Quanto a primeira variável, diversos estudos foram realizados nos últimos anos para demonstrar a localização ótima de sensores, baseados em várias técnicas e critérios.

Como ponto de partida, faz-se a modelagem numérica da estrutura em programa computacional de elementos finitos. É a fase em que se faz o pré-processamento de dados como geometria, propriedade dos materiais, condições de contorno e de carregamento, entre outros. Esta é a fase mais crítica do processo, pois uma solução perfeita de elementos finitos de nada adianta, se a definição do problema for realizada de forma errada. O ideal é que se crie uma modelagem simples da estrutura em questão, e com base nos resultados obtidos desta análise o grau de detalhamento do modelo seja aumentado até que seja criado um modelo satisfatório. Com a modelagem numérica concluída, pode ser feito o estudo do posicionamento ótimo dos acelerômetros na estrutura para a fase experimental.

Para a diminuição de erros durante a coleta de dados, sejam esses causados por deficiência nos equipamentos de medição, curvas nas bases dos acelerômetros, causadas pelas imperfeições da superfície, ruídos nos sinais, erros introduzidos pela massa e rigidez dos equipamentos utilizados para excitar ou medir a vibração, erros relacionados ao limitado número de coordenadas medidas, limitada faixa de frequência, dificuldade na obtenção dos registros referentes aos graus de liberdade de rotação e também erros humanos, é necessário que se utilize equipamentos de boa qualidade e métodos de identificação de sistemas que minimizem ao máximo esses erros. Uma larga variedade de acelerômetros tem sido desenvolvida para serem utilizados em ensaios dinâmicos; quando da escolha destes equipamentos é importante que a sensibilidade e a faixa de frequência dos mesmos sejam observadas. Um ensaio com equipamento de alta sensibilidade sofrerá menos com influências eletrostáticas e eletromagnéticas. Além disso, o equipamento escolhido deve abranger a variação da frequência desejada da estrutura.

## **8 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

### **8.1 – CONCLUSÕES**

Com base na pesquisa e nos trabalhos de campo realizados no presente trabalho, serão apresentadas no presente capítulo as conclusões. Para facilitar a compreensão, as mesmas foram separadas por itens conforme abaixo.

#### **8.1.1 - Dados históricos dos projetos e da execução**

Apesar de não ter sido encontrado o projeto original da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília, nem documentos relativos ao canteiro de obra como diário de obras, cadernos de especificações, etc., outros documentos com informações relevantes sobre a concepção estrutural e a execução foram adquiridos. Como exemplo, pode-se citar o relatório do engenheiro Bruno Contarini, profissional que fez parte da equipe responsável pelo projeto original da estrutura da Estação Rodoviária. Nesse relatório ele informa detalhes construtivos e de projeto, inclusive com execução de croquis e apresentação de seu diagnóstico sobre os problemas encontrados na época da confecção desse relatório. Outros documentos importantes obtidos foram as fotografias da época da construção da Estação, encontradas no Arquivo Público de Brasília. Lá, as fotos encontram-se bem organizadas e muitas possuem legendas informando datas, autor da foto e suas principais informações, o que facilitou a interpretação das mesmas.

Dessa forma, entende-se que grande parte do histórico dessa edificação foi resgatada, porém dificilmente haverá recuperação das plantas do projeto original dessa estrutura, tendo em vista informações de que as mesmas teriam sido levadas para a residência de Sérgio Marques de Souza, em Petrópolis-RJ, responsável pelo cálculo estrutural da Plataforma Superior e que foram perdidas durante uma inundação. Como solução, pode-se confeccionar um novo jogo de plantas *as built*, para subsidiar futuros trabalhos na estrutura da Estação.

### **8.1.2 - Inspeções e intervenções realizadas**

A pesquisa conseguiu resgatar as inspeções e intervenções realizadas na estrutura da Estação. Nenhum documento informa sobre vistorias ou reparos realizados antes da década de oitenta, porém em entrevista realizada ao atual Administrador da Estação Rodoviária, Sr. Ivaldo, o mesmo afirma que em 1977 houve uma tentativa de recuperação das juntas de dilatação da Plataforma Superior, porém devido à burocracia, a mesma não teve continuidade. O primeiro relatório de vistoria só foi confeccionado em 1981, pelo professor Aderson, aproximadamente 21 anos após a inauguração daquela estrutura. No final da década de 80 e início dos anos 90, uma série de inspeções foram executadas, reforçando orientações antigas e diagnosticando novos problemas. Mesmo assim, somente em 1996 é que foram iniciados os trabalhos de reparo, com base no trabalho de consultoria realizado pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília, um ano antes, no qual foram diagnosticadas patologias e orientada a metodologia para reparo. Em 2006, foi iniciado o trabalho de substituição do pavimento flexível por rígido, especificado naquele trabalho de consultoria, como etapa final e essencial para se resolver os problemas de infiltrações existentes.

Com isso, percebe-se que, o intervalo ideal para a realização de inspeções para essa estrutura, que é de um ano, intercalando inspeções rotineiras e extensivas, de acordo com a Federação Internacional de Protensão (FIP,1988), não foi cumprido. Soma-se o fato de que, apesar das recomendações dos relatórios, poucas intervenções foram realizadas, o que certamente gerou uma evolução nas patologias existentes, contribuindo assim para o aumento dos custos finais de reparo.

### **8.1.3 - Eficiência dos reparos realizados**

#### **8.1.3.1- Reparos de 1981**

As técnicas utilizadas e materiais empregados nos reparos dessa época não puderam ser comprovados, porém com base em orientações adquiridas no relatório do professor Aderson, pôde-se levantar as especificações orientadas para tais reparos, o que demonstra serem

condizentes. No relatório, o professor chama a atenção de que as juntas de dilatação devem ser reparadas, para que as infiltrações sejam sanadas, porém não entra em detalhes sobre técnicas de execução e materiais a serem empregados.

Assim, de acordo com o pesquisado e comentado no Capítulo 6, nota-se que os reparos superficiais realizados nesse período foram classificados como ineficientes, provavelmente em razão das infiltrações, pois, em inspeções posteriores, foi observado que sua concepção não era adequada aos danos existentes. Observa-se que ao invés de eliminar as fontes de tais patologias, procurou-se apenas sanar os seus efeitos e, posteriormente, as patologias voltaram.

Neste mesmo relatório, existe a orientação para o encamisamento de alguns pilares do “H”, onde foi diagnosticado esmagamento do concreto. Verificou-se em relatórios posteriores que essa patologia não voltou a ocorrer e com isso, apesar de que, conforme relatado no Capítulo 6, o diagnóstico provável para essa patologia seja ataque químico ao concreto devido à urina humana, este reparo em específico, foi considerado como eficiente, por não ter sido notado novos casos de patologias na base de tais pilares.

#### 8.1.3.2 - Reparos de 1996 a 1998

Dentre vários serviços realizados na estrutura da Plataforma Superior nesse período o trabalho mais garrido foi o reparo das juntas de dilatação. Tal intervenção reduziu o número de juntas pela metade e solidarizou alguns elementos estruturais. Ao final, sobre a região de juntas, foi gerado um ressalto que posteriormente seria nivelado com o pavimento rígido a ser executado. Os materiais e técnicas empregados na sua execução são usuais até hoje, porém as infiltrações não foram sanadas por completo.

Apesar desse reparo ter sido considerado como parcialmente eficiente, esta intervenção seria complementada pela execução do pavimento rígido, sobre a Plataforma Superior, conforme orientado pelo Departamento de Engenharia da UnB em 1995. No entanto, para a comprovação da eficiência dos reparos das juntas, seria interessante que tivesse sido realizado

um teste de estanqueidade na região de juntas, com o intuito de corrigir os problemas de infiltração que porventura existissem.

Para facilitar a vistoria das vigas “T” invertido, foi realizada a demolição e reconstrução de algumas VS. Essa intervenção foi de fundamental importância para que os serviços de inspeções em tais vigas, assim como os trabalhos de reparo fossem realizados, não só naquela época, mas como em tempos futuros. Por isso, tal intervenção foi avaliada como eficiente.

Outro reparo realizado foi a recuperação das armaduras corroídas das vigas “T” invertido. As técnicas e materiais utilizados valem até os dias atuais, porém em algumas regiões existe claro indício de que a execução de serviços não foram executados conforme especificado no parecer técnico de consultoria de 1995 e até mesmo a existência de execução incompleta. Foram notados, em muitas vigas “T” invertido, corrosões que, em alguns casos demonstravam estar em regiões reparadas, assim como em novos lugares, não podendo ser afirmado com precisão. Notou-se que mesmo em regiões onde havia existência da pintura acrílica, utilizada como conclusão dos trabalhos de reparo, havia ocorrência de corrosão de armaduras. Isso demonstra que a tinta utilizada pode ter sido inadequada, assim como as corrosões poderiam estar em processo inicial e não foram detectadas naquela época. No entanto, como os problemas de infiltração em algumas regiões não foram sanados, e como a causa da corrosão era a carbonatação do concreto, a penetração da umidade através da pintura permitiu a continuidade do processo de corrosão. Sendo assim, estes reparos foram considerados como parcialmente eficientes, tendo em vista que em algumas regiões onde não havia indícios de infiltração, não foi encontrado nenhum caso de corrosão de armaduras.

Nesse período também foram colocados tirantes de sustentação das lajes inferiores como medida de segurança. Os mesmos encontram-se em bom estado de conservação, porém podem ser facilmente retirados. Nesse caso, cabe somente a conscientização dos trabalhadores que entram nas galerias, para que tais cabos não sejam retirados. Como se trata de uma medida preventiva, a eficiência de tal serviço não foi avaliada.

Analogamente às lajes inferiores, as tubulações de águas pluviais também receberam tirantes de sustentação e, nesse caso, os mesmos demonstram estar cumprindo seu papel, sendo considerados como eficientes.

Outros reparos foram realizados nesse período, mas sua avaliação ficou comprometida pela dificuldade de acesso à alguns ambientes da estrutura e até mesmo pela falta de dados referente a localização dos mesmos.

Dado o exposto, conclui-se que todo serviço de reparo estrutural deve ser supervisionado por seus profissionais responsáveis (geralmente mestre de obras e engenheiros), antes, durante e depois da execução, de forma a garantir uma perfeita realização dos serviços, evitando assim, qualquer falha na metodologia.

#### 8.1.3.3 - Reparos de 2005 a 2008

Os reparos ocorridos nesse período, referente a estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária, foram basicamente a substituição do pavimento flexível, por pavimento rígido de concreto, com execução das juntas de dilatação e impermeabilização de toda a plataforma. Vale destacar a importância da execução do teste de estanqueidade realizado antes da execução do pavimento rígido, onde se garantiu a perfeita impermeabilização de toda a superfície da plataforma. Este pavimento, se tivesse sido chumbado nas lajes superiores, teria contribuído ainda mais com a segurança da estrutura, pois no caso de ruína de uma das lajes superiores (se fosse o caso), estas não iriam mais correr o risco de desmoronamento. Além disso, o novo pavimento rígido, que nada mais é que uma laje em concreto armado, forneceu certa rigidez a estrutura, pois durante os trabalhos de vistoria, não se notou vibrações excessivas mesmo com o tráfego contínuo de veículos sobre a mesma. No entanto, é importante que seja feita a avaliação dinâmica da estrutura, já que estes ensaios nunca foram feitos e as vibrações são umas das causas de danos do material utilizado nas juntas devido ao efeito de fadiga. Dessa forma, conclui-se que tais reparos foram eficientes e resolveram os problemas de infiltração. Cabe lembrar novamente, que no parecer técnico realizado pelo Departamento de Engenharia da UnB, aproximadamente 10 anos antes desses serviços, a

execução do pavimento rígido constituía a última etapa dos serviços necessários para resolução dos problemas de infiltrações na estrutura, porém não foi realizado naquela época.

#### **8.1.4 - Diagnóstico da situação física presente**

Após o serviço de vistoria em 53 galerias da Plataforma Superior, pôde-se levantar a situação atual de parte dessa estrutura, onde foram retiradas algumas observações como conclusão.

Foi constatado que as patologias de corrosão de armaduras são mais frequentes nas vigas “T” invertido do que nas longarinas. Isso pode ter relação com o seu método construtivo, pois a primeira foi executada *in loco*, sobre os pilares e a segunda foi pré-moldada, no próprio canteiro de obra. Dependendo da situação, os processos de armação, concretagem, adensamento e cura podem ser mais dificultados em uma estrutura moldada *in loco* do que em uma pré-moldada, pois como se trata de uma mesma empresa e equipe de trabalhadores executando os dois tipos de viga, é absolutamente provável que os materiais sejam exatamente os mesmos. Apesar de ter ocorrido infiltrações entre as lajes superiores da galeria e suas longarinas, estas, em geral, não apresentam muitos sinais de corrosão ou desagregação do concreto.

De um modo geral, a estrutura apresenta bons aspectos executivos, pois pouco ou nada se notou a respeito de segregação de concreto, ninhos de concretagem, flechas excessivas ou fissuras no concreto.

Em algumas galerias vistoriadas, a laje superior possuía sinais de reparos mal sucedidos, inclusive com presença de formas de madeira, que não foram retiradas do local. O material de reparo desses lugares (argamassa ou resina epóxi) encontram-se sem aderência e em estado de desagregação, devido à corrosão das armaduras. Em alguns casos, a corrosão está bem avançada, inclusive com ocorrência de secção de um cabo de protensão, localizado na laje superior da galeria GA 14 (página 118). Não se conseguiu levantar as razões de tais reparos, nem o período em que foram executados.

Os aparelhos de apoio que puderam ser vistoriados estão cumprindo sua função. Porém, caso houvesse a necessidade de troca dos mesmos, esse trabalho seria impossível de ser realizado sem danificar outros elementos estruturais presentes.

Os cabos de protensão situados nas canaletas entre as lajes inferiores, cobertos de forma irregular por argamassa mal adensada, precisam de uma vistoria mais apurada na sua totalidade. A argamassa existente foi mal executada e pode estar camuflando corrosões nos cabos, apesar de, em geral, os mesmos não demonstrarem situações críticas de corrosão. O ideal seria que os mesmos fossem totalmente isentos dessa argamassa e protegidos por revestimento polimérico inibidor de corrosão. Isso facilitaria as vistorias e os trabalhos de manutenção.

Foi observada a ocorrência em grande quantidade de eflorescência nas juntas entre as lajes superiores e as longarinas, porém não se pode afirmar se as mesmas estão em processo de evolução ou estagnadas. Para se ter um melhor controle em levantamentos futuros, seria interessante que se fizesse uma limpeza geral desses lugares, facilitando o diagnóstico.

Como no presente trabalho visitou-se apenas, aproximadamente 22 % do total de galerias, recomenda-se que seja realizada uma visita em todas as galerias existentes, para um levantamento geral da situação dos elementos estruturais da Estação em sua totalidade. É oportuno lembrar que a visita às galerias é um processo trabalhoso, a ser realizado de forma cuidadosa e atenciosa, pois o fluxo de pessoas circulando na Estação é intenso e o risco de acidentes é grande. Outro aspecto a lembrar é que, para realizar esta vistoria geral, haveria a necessidade de se interditar parte das pistas de rolamento do eixo monumental, o que requer um eficiente planejamento estratégico.

## **8.2 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

### **8.2.1 - Confeção de plantas da estrutura construída (*as built*)**

Como o conjunto de plantas do projeto original não foi encontrado e não estará disponível às equipes de profissionais que precisem dele para a manutenção da estrutura da Estação

Rodoviária, entende-se que seria importante a confecção de plantas da estrutura construída. Esse projeto teria que ser confeccionado por equipe de engenharia especialmente designada para tal, para garantir sua qualidade. Ensaio laboratoriais para caracterizar os materiais e investigações quanto à disposição das armaduras ativas e passivas podem ser realizados, para um detalhamento da estrutura. Ao final, ter-se-ia um novo jogo de plantas que seria a base para futuros trabalhos.

### **8.2.2 - Análise estática da estrutura**

O levantamento detalhado do projeto estrutural da Plataforma Superior da Estação é de fundamental importância para a realização de uma análise estática confiável. A partir das plantas elaboradas, o objetivo seria empregar modelos contemporâneos de análise, utilizando programa(s) computacional(is) de uso corrente, para avaliação de esforços e deslocamentos na estrutura, com as combinações mais desfavoráveis de cargas permanentes, acidentais, temperatura, etc..

### **8.2.3 - Análise dinâmica da estrutura**

Em vista dos carregamentos usuais a que está submetida, um melhor estudo do comportamento da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília não pode prescindir de uma análise dinâmica, experimental e numérica, utilizando modelagem tridimensional em programa computacional adequado, possivelmente baseado no método dos elementos finitos. Para obtenção das propriedades modais da estrutura, serão necessários ensaios de caracterização dos materiais e uma análise experimental dinâmica, que permita fornecer parâmetros e confrontar os resultados obtidos da modelagem numérica.

### **8.2.4 - Avaliação da vida útil à fadiga**

A estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília está sujeita a carregamentos cíclicos aleatórios, com intensidade variável, aplicados durante períodos e intervalos de tempos variáveis. Assim, sabendo-se que o concreto, quando submetido a

tensões de características cíclicas (principalmente mecânicas e térmicas), sofre uma considerável redução de inclinação da curva de tensão-deformação, sob compressão, o que tende a aumentar a probabilidade de ruptura de natureza frágil, é de grande valia, a realização de um estudo voltado para a análise do comportamento à fadiga desta estrutura.

### **8.2.5 - Outras sugestões**

Notando a importância de trabalhos dessa natureza, como forma de conscientização do meio técnico e da sociedade sobre a importância da realização de planos de manutenção preventiva e o levantamento da atual situação das estruturas dos monumentos da cidade de Brasília, outros trabalhos com o mesmo enfoque poderiam ser realizados nas seguintes estruturas, entre outros:

- Palácio da Alvorada;
- Palácio do Planalto;
- Palácio do Supremo Tribunal Federal;
- Congresso Nacional;
- Memorial JK.

Além das estruturas indicadas acima, pode ser feito o levantamento qualitativo da situação física dos principais viadutos da cidade, principalmente aqueles confeccionados com a técnica de caixão perdido, onde as faces internas de elementos estruturais não ficam visíveis a vistorias. Nesse estudo podem ser incluídas as Praças Norte e Sul, localizadas próximo à Estação Rodoviária de Brasília.

Aproveitando o momento oportuno, com a escolha de Brasília como uma das cidades sede para jogos da Copa do Mundo de Futebol de 2014, seria essencial elaborar um plano de manutenção que englobe as principais estruturas e monumentos de Brasília, com cronogramas de vistorias e ações estratégicas de reparo, definindo as atividades necessárias para que sua implantação, com um estudo de característica multidisciplinar.

Outros trabalhos experimentais podem também ser realizados, relativos à estrutura da Plataforma Superior, de forma a contribuir com esta linha de pesquisa. Por exemplo, a

execução de testes de carga laboratoriais de lajes pré-moldadas similares às lajes inferiores das galerias da Estação Rodoviária de Brasília, simulando os apoios atuais - atirantadas com cabo de aço e chumbadores (*parabolts*) ancorados no concreto, para que se possa verificar a eficiência desses elementos, tanto os cabos quanto os dispositivos de ancoragem, podendo indicar medidas de correção, caso necessárias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. M., BARBOSA, E., LASSANCE, A., BARBOSA, E., DINIZ, I., FILHO, M. A. R., DA SILVA, S. G., GILBERTO (1989). **Estudo de Avaliação das Condições Técnicas Funcionais da Estação Rodoviária de Brasília**, Novacap, Processo N°. 112-009.360/90, janeiro, 1989, 25 p.
- ARANHA, P. M. S. (1994). **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica**, Dissertação em mestrado em Construção Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 144 p.
- ASTM - C - 876-87 - ASTM C 876-87, **Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5674 (1999). **Manutenção de edificações – procedimento.** Rio de Janeiro, RJ.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6118 (2003). **Projetos de estruturas de concreto armado – procedimento.** Rio de Janeiro, RJ.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7187 (2003). **Projetos de pontes de concreto armado e de concreto protendido – procedimento.** Rio de Janeiro, RJ.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7680 (1983). **Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – procedimento.** Rio de Janeiro, RJ.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 9452 (1986). **Vistoria de pontes e viadutos de concreto – procedimento.** Rio de Janeiro, RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 9783 (1987). **Aparelho de apoio de elastômero fretado**. Rio de Janeiro, RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 14724 (2002). **Apresentação de trabalhos acadêmicos**. Rio de Janeiro, RJ.

BERNARDINA, A. D. & MIOTTO, V. M. **Relatório das Inspeções Realizadas na Estação Rodoviária**, Novacap, Processo N°. 112-009.360/90, julho, 1990, 37 p.

BOLDO, P. (2002). **Avaliação quantitativa de estruturas de concreto armado de coesicações no âmbito do Exército Brasileiro**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 295 p.

CARNEIRO, R. J. F. M. (2006). **Análise de Vigas Protendidas de Pontes Reforçados à Flexão com polímeros Estruturados com Fibras de Carbono Submetidas a Carregamentos Estático e Cíclico**. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 330 p.

CASTRO, Eliane Kraus. (1994) **Desenvolvimento de metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado**. Brasília. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

CONTARINI, Bruno. **Plataforma Rodoviária**, Novacap, Processo N°. 112-009.360/90, dezembro, 1990, 8 p.

HELENE, Paulo. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. São Paulo – PINI 1992,

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE PROTENSÃO. **Guide to good practice: inspection and maintenance of reinforced and prestressed concrete structures.** Londres Thomas Telford Publications, 1988.

FONSECA, R. P. (2007). **A estrutura do Instituto Central de Ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção.** Dissertação de mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-006A/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 213 p.

CASTRO, E. K. (1994). Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

CASTRO, E. K., **Estação Rodoviária de Brasília – Documento Técnico N° 17 – Procedimentos e Especificações,** Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, setembro, 1997, 2 p

CASTRO, E. K., **Estação Rodoviária de Brasília – Documento Técnico N° 18 – Procedimentos e Especificações,** Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, setembro, 1997, 1 p

CASTRO, E. K., **Estação Rodoviária de Brasília – Documento Técnico N° 19 – Procedimentos e Especificações,** Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, setembro, 1997, 1 p.

CLÍMACO, J. C., CASTRO, E. K., NEPOMUCENO, A. A., MELLO, E. L., MORAES, M. C.. **Estação Rodoviária de Brasília – Parecer Técnico,** Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, dezembro, 1995, 28 p.

- CLÍMACO, J. C., CASTRO, E. K, NEPOMUCENO, A. A., MELLO, E. L., MORAES, M. C. (1997). **LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS. Estação Rodoviária de Brasília – Relatório Final da Assessoria do Reparo da Estrutura da Estação Rodoviária de Brasília**, Universidade de Brasília, dezembro 1997, 164 p.
- CLÍMACO, J. C., CASTRO, E. K, NEPOMUCENO, A. A., MELLO, E. L., MORAES, M. C.. **Estação Rodoviária de Brasília – Relatório Parcial N° 1**, Laboratório de Estruturas, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, setembro, 1995, 16 p.
- CLÍMACO, J. C., CASTRO, E. K, NEPOMUCENO, A. A., MELLO, E. L., MORAES, M. C.. **Estação Rodoviária de Brasília – Relatório Parcial N° 2**, Laboratório de Estruturas, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, outubro, 1995, 3 p.
- CLÍMACO, J. C., CASTRO, E. K, NEPOMUCENO, A. A., MELLO, E. L., MORAES, M. C.. **Estação Rodoviária de Brasília – Relatório Parcial N° 3**, Laboratório de Estruturas, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, dezembro, 1995, 19 p.
- LOPES, B. A. R. (1998). **Sistema de Manutenção Predial para Grandes Estoques de Edifícios: estudo para inclusão do componente estrutura de concreto**. Dissertação de mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 308p.
- MOREIRA, A. L. A. (2007). **A estrutura do Palácio da Justiça: aspectos históricos, projeto, execução, intervenções e proposta de estratégias para manutenção**. Dissertação de mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-005A/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 164 p.

- MERCE, R. N. (2007). **Metodologia para atualização de modelos numéricos de Pontes com base em Dados Experimentais**. Tese em Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 236p.
- NUNES, A. C. F., MARINS, L. T. DE S.(1997). **Manutenção e recuperação de estrutura especial – caso da Rodoviária de Brasília**. Projeto final de estágio supervisionado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 164p.
- PESSOA, Diogo Fagundes (2002). **A estrutura da Catedral de Brasília: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção**. Dissertação de mestrado, Publicação Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 243p.
- ROCHA, Aderson M. **Relatório das Vistorias Feitas na Plataforma Rodoviária de Brasília**, Novacap, Processo nº 112-009.360/90,1981, 8p
- SANTOS JÚNIOR, Evaristo Clementino Rezende dos (2004). **A estrutura do Palácio do Itamaraty: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e recomendações para manutenção**. Dissertação de Mestrado, Publicação Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 188p
- SILVA, L. S. P. DA (2008). **Estruturas de Monumento a Caxias e o do Teatro Pedro Calmon em Brasília: histórico do projeto, execução, intervenções e estratégias para manutenção**. Dissertação de Mestrado, Publicação Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 183 p
- SOUZA, D. A. S. (2009). **A estrutura Teatro Nacional Claudio Santoro em Brasília: histórico de projeto, execução, intervenções e estratégias para manutenção**.

Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 133p.

TEATINI CLÍMACO, J. C., NEPOMUCENO, A. A., MELLO, E. L., MORAES, M. C., CASTRO, E. K.. **Diagnóstico e propostas de recuperação da estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília.** In: XXVII Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural, 1997, São Carlos, SP. XXVIII Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural, 1997. V. 6. P. 2353-2362.

TEATINI CLÍMACO, J. C., CASTRO, E. K., NEPOMUCENO, A. A., MELLO, E. L., MORAES, M. C.. **Recuperação da estrutura da Estação Rodoviária de Brasília.** In: 1º Congresso Internacional sobre o Comportamento de Estruturas Danificadas – DAMSTRUC/98, 1998, Rio de Janeiro. DAMSTRUC-98, 1998. V. CD-Rom.

VASCONCELOS, A. C. de - **O Concreto no Brasil: Recordes – Realizações – História,** Volume I. Editora PINI, São Paulo – 1992, p 81 - 111.

ZÚNIGA, J. E. V. & COSTA, A. A. **Apresentação Geral dos Trabalhos Desenvolvidos,** Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. – Vol. 01/08, 2001, 28p **a**

ZÚNIGA, J. E. V. & COSTA, A. A. **Parecer Técnico das Estruturas Principais,** Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. – Vol. 02/08, 2001, 98p **b**

ZÚNIGA, J. E. V. & COSTA, A. A. **Projeto de Recuperação,** Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. – Vol. 03/08, 2001, 11p **c**

ZÚNIGA, J. E. V. & COSTA, A. A. **Projeto de Reforço Estrutural,** Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. – Vol. 04/08, 2001, 4p **d**

ZÚNIGA, J. E. V. & COSTA, A. A. **Projeto Básico de Restauração do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais,** Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. – Vol. 05/08, 2001, 28p **e**

ZÚNIGA, J. E. V. & COSTA, A. A. **Projeto Básico de Pavimento**, Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. – Vol. 06/08, 2001, 14p f

ZÚNIGA, J. E. V. & COSTA, A. A. **Projeto Básico de Impermeabilização das Estruturas**, Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. – Vol. 07/08, 2001, 32p g

## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE A – SUGESTÃO DE ROTEIRO BÁSICO PARA INSPEÇÕES ROTINEIRAS NA ESTRUTURA DA PLATAFORMA SUPERIOR DA ESTAÇÃO RODOVIÁRIA DE BRASÍLIA**

A1.– Dados da inspeção e identificação da estrutura

Visita nº

Período da visita:

Estrutura:

Responsável(eis) pela visita (equipe):

Motivo (visita rotineira, acidentes, etc.):

A2.– Falhas observadas (o registro fotográfico é grande importância)

a. - Fundações

Dentro do possível proceder a identificação das fundações (tipo de fundação e material construtivo). Posteriormente, registrar suas condições físicas: defeitos construtivos; erosão; corrosão no caso de exposição a agentes agressivos; fissuração com mapeamento, extensão e abertura das fissuras; condições superficiais do concreto, etc.

b. - Pilares

- identificar defeitos construtivos, desaprumos, esmagamento do concreto, quebra de canto do topo do pilar, agentes agressivos na base do pilar, danos provocados por impacto, armaduras expostas, condições superficiais do concreto, mapeamento das fissuras, etc.

c. - Vigas

- identificar defeitos construtivos, deformações excessivas, armaduras expostas, condições superficiais do concreto, cones de ancoragem, mapeamento das fissuras, deslocamentos lineares ou angulares, etc.

d. - Aparelhos de apoio

- material dos aparelhos (concreto, aço, elastômero, chumbo, etc.)

- características do funcionamento (fixo ou móvel)

- dimensões

- falhas observadas: inexistência de aparelho, dificuldade de substituição, bloqueio, posicionamento inadequado, condições de limpeza, ruptura, fissuras, trincas, esmagamentos, deformações laterais excessivas, deslocamentos, deslocamentos, etc.

e. - Juntas de dilatação

- observar: ausência de material de vedação das juntas, falhas na vedação das juntas como rompimentos, fissuração, falta de aderência entre a junta e o concreto, etc.

f. - Juntas (longarina/laje superior)

- observar se existem indícios de infiltrações entre a laje superior da galeria e a longarina, assim como eflorescência.

g. - Lajes

- identificar defeitos construtivos, deformações excessivas, armaduras expostas, condições superficiais do concreto, etc.

h. - Tampas de inspeção das galerias

- identificar quais as tampas de inspeção necessitam de recuperação ou até mesmo substituição

i. - Muros de encontro

- observar: defeitos construtivos, descontinuidade do greide, desaprumo, desalinhamento, deslocamentos, instabilidade, fuga de aterro, estado de fissuração da alvenaria, etc.

j. - Pavimentação

- observar o estado do pavimento (desgastes, fissuras, ondulações, cavidades, etc.)

k. - Sistema de drenagem

▪ tubulações

- observar entupimentos, vazamentos, condutos rompidos, falhas nas conexões das peças, etc.

▪ bueiros

- observar: entupimentos, empoçamento, ausência de grelhas, limpeza, etc.

### A3.– Conclusões

- Deve ser feitas observação gerais sobre a visita realizada, chegando a conclusão sobre a necessidade de realização de intervenções preventivas ou corretivas.

Informações adicionais:

- registro fotográfico;

- relação de galerias vistoriadas;

- mapeamentos de fissuras, croquis, etc.

## APÊNDICE B – REPORTAGEM SOBRE OS ENGENHEIROS SÉRGIO MARQUES DE SOUZA E BRUNO CONTARINI

Um gesto na história da engenharia



Foi em fins de 2001, quando estávamos concentrados na edição *As obras e os pioneiros* que construíram o Brasil moderno, que saiu em março de 2002.

Cumprindo a pauta de trabalho, estive na Sobrenco, no Rio de Janeiro, escritório de Sérgio Marques de Souza a fim de entrevistá-lo. Sérgio era homem afável, austero, de palavras precisas e poucos gestos. Em seu histórico, centenas de obras, entre as quais, várias das mais importantes estruturas do País. Ao saber que seu nome seria incluído na matéria daquela edição, ele parou, refletiu e fez a seguinte indagação: “Acaso o nome do Bruno Contarini também será citado?”

Diante da resposta positiva, afirmou: “Então, acho desaconselhável a inserção do meu nome nessa publicação”.

Sabíamos de algumas fricções entre os dois notáveis engenheiros. Só não sabíamos o quanto elas teriam deixado marcas no relacionamento de ambos. Tive de pensar rápido, para evitar que um nome ou outro fosse sacrificado no trabalho, por conta de idiosincrasias subjacentes no espírito de profissionais de amplo reconhecimento nacional e internacional. Então indaguei: “Tudo bem. Concordo em deixar de lado o nome do Bruno – ou o seu nome – mas com uma condição.” - “E que condição é essa?” – “Que o senhor me diga, com absoluta convicção, se o Bruno merece ou não integrar a relação dos engenheiros que vêm construindo o Brasil moderno”.

Diante desse argumento, Sérgio voltou a refletir. Era um homem que ponderava milimetricamente tudo o que ia dizer. Como se cada palavra merecesse uma laboriosa equação de cálculo. E concluiu: “O senhor tem razão. O Bruno integra, sim, o conjunto dos engenheiros que têm responsabilidade na construção do Brasil moderno. É um nome que não pode, jamais, ser colocado à margem. Deixe o meu nome junto com o dele”.

Apesar da atitude, finalmente reconciliadora do Sérgio, saí da Sobrenco apreensivo. O próximo encontro era com o Bruno. E vá que ele também me pedisse para retirar seu nome da edição. Teria de encontrar um meio para evitar que isso acontecesse.

Igualmente afável e com uma enorme facilidade para fazer amigos e influenciar interlocutores, Bruno me recebeu em seu escritório e de imediato me convidou para almoçar. Durante a nossa conversa, surpreendeu-se quando lhe falei da atitude do colega e do reconhecimento de Sérgio para com ele. Perguntou: “Mas o Sérgio disse isso mesmo? Falou assim no meu nome?” – E,

com a reafirmação do diálogo que eu mantivera com o fundador da Sobrenco, ele passou a lembrar episódios da época em que trabalharam juntos, até o momento em que decidiram se separar.

Ele considerou as afirmações de que dois profissionais daquele porte não poderiam manter fissura num relacionamento que os engrandecia. O diálogo, naquele nível, restabeleceu o contato entre os dois e manteve o plano tranqüilo do nosso trabalho no Rio.

Quando, ainda em agosto de 2002 – há exatamente seis anos - Sérgio Marques de Souza faleceu, coube a ele, Bruno Contarini, prestar à revista um depoimento que honra a história da engenharia brasileira. É o seguinte:

“Sérgio Marques de Souza foi um dos maiores engenheiros estruturais deste Brasil de tantas obras notáveis. Foi um dos últimos elos entre Emílio Baumgart e a moderna engenharia estrutural. Tive a honra de trabalhar e logicamente aprender com ele no início de minha vida profissional. Possuidor de uma enorme sensibilidade estrutural, ele projetava conosco nas velhas pranchetas com tecnígrafo e não cansava de dizer: ‘Desenha, filho. O que ficar bonito é estrutural’.

Professor e profundo conhecedor de hiperestática tinha total domínio da engenharia estrutural. Citei apenas três das centenas de obras criadas por ele para mostrar a sua versatilidade: o arco da ponte sobre o Córrego das Antas; o viaduto das Almas, estrutura quadriculada que embeleza a paisagem, e a ponte sobre o Rio Tocantins, obra em viga protendida, cartão postal da região. Muito aprendi com ele em meus primeiros 12 anos de profissão e a engenharia nacional sentirá sua falta. Grato, Sérgio.”

Assinado: Bruno Contarini

[http://www.oempreiteiro.com.br/index.php?id\\_mat=1086&home=not&tabela=materias](http://www.oempreiteiro.com.br/index.php?id_mat=1086&home=not&tabela=materias)  
(acesso em 10 de setembro de 2009)