



Estudo de Concessão da Gestão da

# **RODOVIÁRIA** **do PLANO PILOTO**

**3**

*Recuperação  
Estrutural*

## Sumário

Recuperação Estrutural .....	6
1. Relatório e laudo de Inspeção Estrutural.....	6
1.1. Contextualização da Estrutura.....	7
1.1.1. Mecanismos de deterioração do concreto .....	10
1.2. Histórico de patologias estruturais .....	11
1.2.1. Plataforma Superior.....	14
1.2.2. Mezanino.....	27
1.2.3. Plataforma Inferior .....	29
1.2.4. Subsolo .....	31
1.2.5. Reservatório, subestação e casa de máquinas.....	33
1.2.6. Escadas rolantes e caixas de passagens de instalações.....	37
1.2.7. Conclusão .....	38
2. Orçamento .....	40

## Sumário de Figuras

Figura 1. Croqui geral da Plataforma. Fonte: Arquivo Público do DF .....	7
Figura 2. Planta Estrutural da Plataforma Superior. Fonte: Arquivo Público do DF .....	8
Figura 3. Imagem aérea da construção da Plataforma Superior, em 1959. Fonte: Arquivo Público do DF .....	8
Figura 4. Detalhe do quadro de apoio das vigas protendidas. Fonte: Arquivo Público do DF.....	9
Figura 5. Construção da linha de pilares com viga transversina protendida moldada in loco. Fonte: Arquivo Público do DF .....	9
Figura 6. Construção da Plataforma Superior, em 1959. Fonte: Arquivo Público do DF .....	10
Figura 7. Processo de lixiviação da laje superior constatado em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF .....	12
Figura 8. Corrosão dos cabos de protensão constatado em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF.....	12

Figura 9. Recuperação da laje de solidarização em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF .....	12
Figura 10. Recuperação das juntas de dilatação em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF .....	12
Figura 11. Recuperação de viga transversina com cabo de protensão em processo de corrosão, em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF .....	13
Figura 12. Recuperação das ancoragens dos cabos de protensão das vigas transversinas, em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF .....	13
Figura 13. Injeção das fissuras das vigas longarinas, na região do dente Gerber, em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF .....	13
Figura 14. Reforço estrutural das vigas longarinas, na região do dente Gerber, em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF .....	13
Figura 15. Plataforma Superior: demolição da estrutura de concreto. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	15
Figura 16. Plataforma Superior: execução da estrutura metálica. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	15
Figura 17. Plataforma Superior: estrutura metálica com laje <i>Steel Deck</i> . Fonte: Arquivo Consórcio. ....	16
Figura 18. Guarda-corpo do viaduto: recuperação subsolo. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	16
Figura 19. Guarda-corpo do viaduto: guarda corpo com armadura oxidada. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	16
Figura 20. Guarda-corpo do viaduto: guarda-corpo deslocado. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	16
Figura 21. Calçadas do viaduto: infiltração sob a calçada. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	18
Figura 22. Água percorre a lateral da viga. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	18
Figura 23. Cordoalha de protensão oxidada e com cabos rompidos. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	18
Figura 24. Juntas de dilatação na pista de rolamento. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	19
Figura 25. Disposição das vigas transversinas e longarinas. Fonte: Arquivo Público do DF .....	19
Figura 26. Disposição das vigas transversinas e longarinas. Fonte: Arquivo Público do DF .....	20
Figura 27. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	21

Figura 28. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	21
Figura 29. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	21
Figura 30. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	21
Figura 31. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	21
Figura 32. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	21
Figura 33. Indicação de furos e visualização de cordoalha rompida. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	22
Figura 34. Desenho esquemático composição do furo e linha de cordoalhas rompidas. Fonte: Arquivo Consórcio.....	22
Figura 35. Fissura no paio da viga. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	23
Figura 36. Fissura no paio da viga. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	23
Figura 37. Injeção de fissura com resina epóxi. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	24
Figura 38. Aplicação de manda de fibra de carbono nas faces da viga. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	24
Figura 39. Projeto de reforço. Executado em 2019. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	24
Figura 40. Relatório PROGESCON Identificando 16 pontos de fissuras com abertura maior que 2 mm. Fonte: PROGESCON. ....	25
Figura 41. Seção Transversal das Vigas dos Viadutos Fonte: Arquivo Consórcio. ....	25
Figura 42. Setas indicando juntas de dilatação sujeitas a infiltrações. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	26
Figura 43. Ancoragens dos cabos de protensão das longarinas sujeitos à corrosão e possíveis perdas de ancoragem. Fonte: Arquivo Público do DF .....	27
Figura 44. Corrosão nas cordoalhas estrutura do mezanino. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	28
Figura 45. Infiltração laje do mezanino. Fonte: Arquivo Consórcio.....	28
Figura 46. Infiltrações na laje do mezanino. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	28
Figura 47. Ilustração com localização dos pontos de assoreamento identificados durante a obra de reforma da Rodoviária, em 2018. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	30
Figura 48. Assoreamento na pista de acesso à Plataforma C, aterrado pela Novacap. Fonte: Arquivo Consórcio.....	30

Figura 49. Assoreamento do pilar. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	31
Figura 50. Assoreamento próximo as lojas. Fonte: Arquivo Consórcio.....	31
Figura 51. Linhas vermelha informando localização da pista mencionada no parágrafo anterior. Fonte: Elaboração própria.....	32
Figura 52. Imagens da pista de acesso à Plataforma D. Fonte: Arquivo Consórcio. ...	32
Figura 53. Linha vermelha indicando a posição da vala de captação de água subdimensionada. Fonte: Elaboração própria.....	33
Figura 54. Infiltração da subestação da CEB. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	34
Figura 55. Infiltrações nas paredes na área técnica no Subsolo. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	34
Figura 56. Infiltrações nas paredes da área técnica no subsolo. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	35
Figura 57. Infiltração nas paredes da área técnica no subsolo. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	35
Figura 58. Reservatório de esgoto (ocorre transbordamento). Fonte: Arquivo Consórcio. ....	35
Figura 59. Tubulações de ferro fundido obstruídas. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	36
Figura 60. Fissuras nas paredes do reservatório de água. Fonte: Arquivo Consórcio.	37
Figura 61. Caixas de passagem de instalações com presença de água. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	38
Figura 62. Casa de máquinas das escadas rolantes com presença de água. Fonte: Arquivo Consórcio. ....	38
Figura 63. Valor estimativo do projeto em função do valor da obra. Fonte: SINAENCO .....	42

### **Sumário de Tabelas**

Tabela 1. Composição do BDI .....	44
Tabela 2. Orçamento das Obras de Recuperação Estrutural .....	45

## **Recuperação Estrutural**

Este documento constitui-se no Caderno 3 dos Estudos de Viabilidade apresentados pelas empresas Central Engenharia e Construtora LTDA; Concrepoxi Engenharia LTDA; Construtora Artec S.A.; Meta Serviços e Projetos e Relus Engenharia LTDA-ME, no âmbito da modelagem da Concessão da Rodoviária do Plano Piloto, de Brasília. Tem como objetivo apresentar o Relatório e Laudo de Inspeção Estrutural, e o Orçamento de suas adequações.

### **1. Relatório e laudo de Inspeção Estrutural**

O objetivo principal deste caderno é apontar os problemas estruturais do Terminal Rodoviário do Plano Piloto em Brasília/DF, bem como apontar as possíveis soluções para eles. Vale salientar que, por se tratar de uma disciplina extremamente delicada, são necessários estudos complementares aprofundados para identificação das causas das patologias, bem como o método de tratamento adequado para cada situação.

As estruturas objeto de intervenção para recuperação estrutural proposta neste caderno se limitarão àquelas pertencentes ao viaduto em forma de H, limitado pelos muros de encontro entre as praças situadas em frente ao CONIC e ao Conjunto Nacional, por apresentarem maior criticidade sob o ponto de vista de deterioração estrutural, como será abordado mais adiante.

A Concrepoxi, empresa que faz parte do grupo autorizado para realização deste estudo, foi a empresa responsável pela realização do contrato referente a *Obra de Recuperação/Revitalização das plataformas e demais áreas internas e adequação às normas de acessibilidade do Terminal Rodoviário do Plano Piloto em Brasília/DF*. Durante sua execução, foram identificadas diversas patologias estruturais, vazamentos e/ou infiltrações, principalmente no período chuvoso, que se não forem tratadas com prudência e agilidade, podem causar sérios riscos aos usuários e transeuntes, além de danificar os serviços ora executados.

O péssimo estado de conservação da estrutura dos viadutos que compõem o complexo é real, e não pode ser menosprezado por esta modelagem, uma vez que implica um passivo de grandes dimensões financeiras e, principalmente, de todas as vidas que ali transitam diariamente. O diagnóstico que será abordado neste caderno é preliminar e

os estudos executivos deverão ser aprofundados em etapas subsequentes, mas são suficientemente detalhados para dar a devida relevância que o tema merece.

### 1.1. Contextualização da Estrutura

A Plataforma da Rodoviária, situada no cruzamento entre o Eixo Monumental e o Eixo Rodoviário, tem a forma de um grande H. Cada lado paralelo possui 265,54 x 45,54 metros, enquanto o trecho central conta com dimensões de 78,85 x 39,42 metros, e uma altura de 9,00 metros.

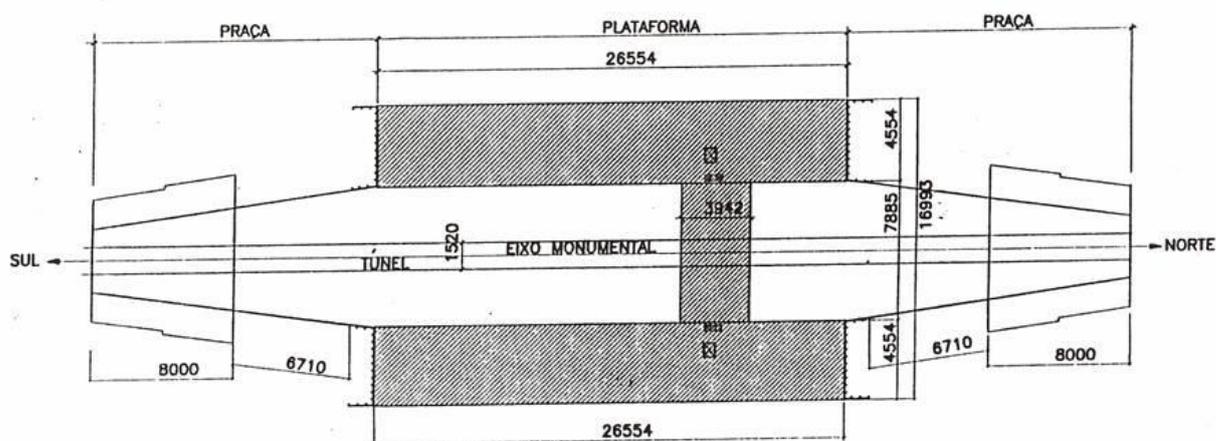


Figura 1. Croqui geral da Plataforma. Fonte: Arquivo Público do DF

Essa grande e complexa obra da engenharia moderna é constituída de 4 muros de encontro, localizados nas extremidades, e de um conjunto de 20 quadros de vigas transversais protendidas que servem de apoio para as vigas longitudinais, também protendidas, num total de 12 em cada vão paralelo, e 10 no trecho central, totalizando 256 vigas apoiadas. Devido à tecnologia e metodologia construtiva disponíveis na época, não existem aparelhos de apoio na estrutura.

Os quadros distam entre si em 29,42 m, enquanto a distância entre os quadros extremos e os muros a distância é ligeiramente maior, 29,80 m.

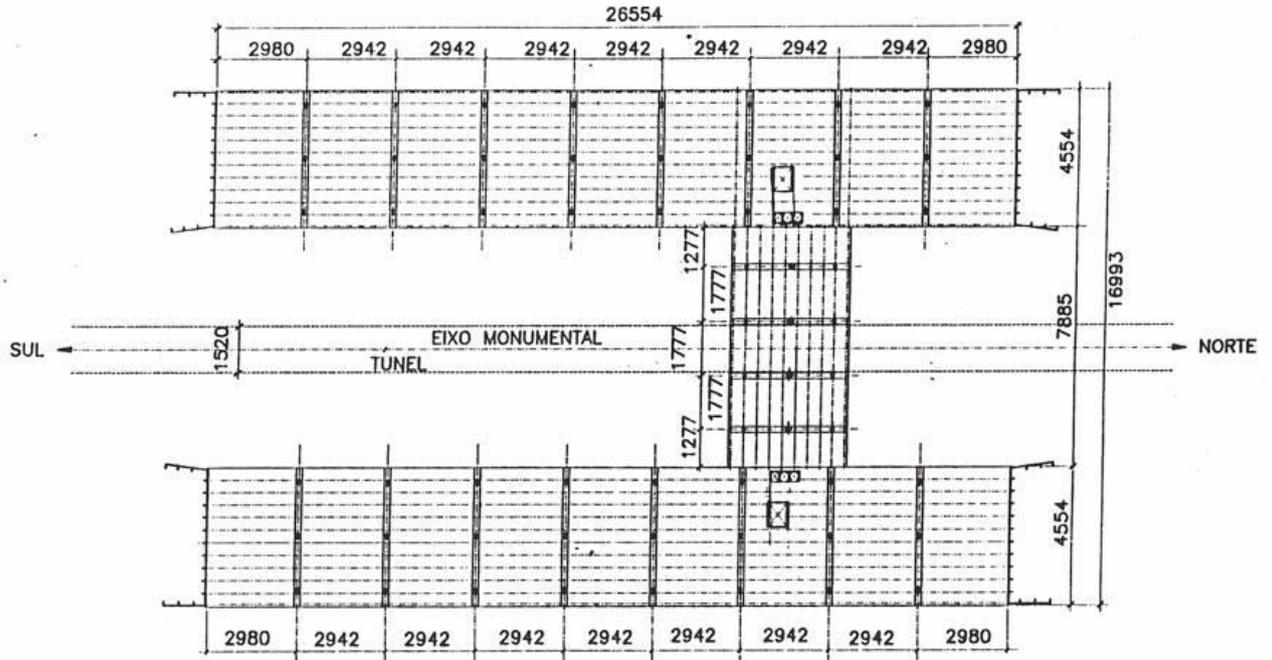


Figura 2. Planta Estrutural da Plataforma Superior. Fonte: Arquivo Público do DF



Figura 3. Imagem aérea da construção da Plataforma Superior, em 1959. Fonte: Arquivo Público do DF

A sustentação dos quadros se dá através de 3 pilares de 0,85 x 2,00 m, com 7,00m de altura, que estão espaçados em 17,77 m entre si, e balanços de 5,00 m nas extremidades, suficientes para vencer o vão total de 45,54 m.

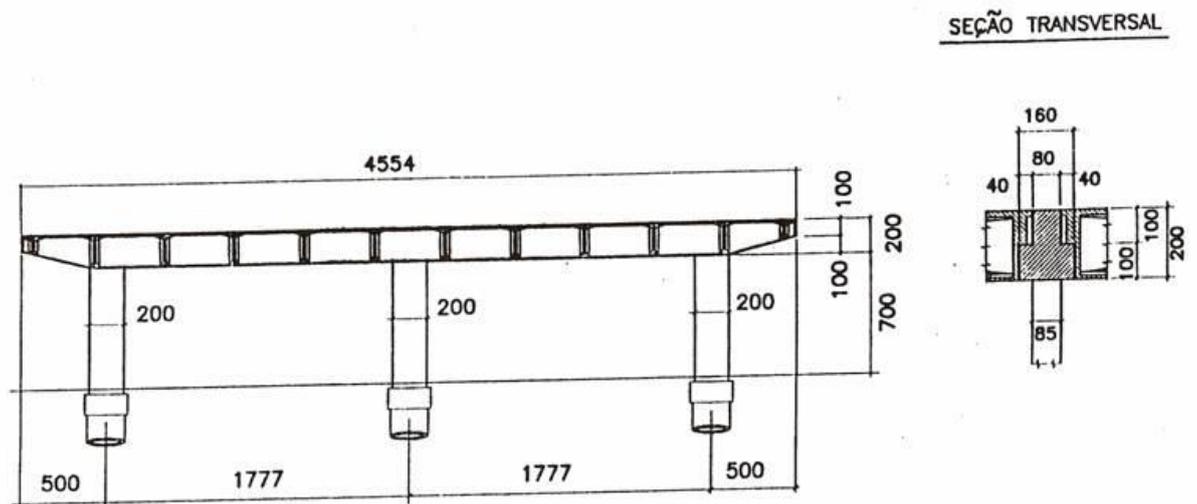


Figura 4. Detalhe do quadro de apoio das vigas protendidas. Fonte: Arquivo Público do DF



Figura 5. Construção da linha de pilares com viga transversina protendida moldada in loco. Fonte: Arquivo Público do DF

A laje do piso da Plataforma é moldada *in loco* e protendida com cabos de 12 fios e possui 18 cm de espessura. Existe ainda uma laje inferior, pré-moldada em painéis de 3,56 x 1,80 m, que faz o fechamento abaixo das vigas, formando um caixão perdido nos viadutos.



Figura 6. Construção da Plataforma Superior, em 1959. Fonte: Arquivo Público do DF

### 1.1.1. Mecanismos de deterioração do concreto

É importante mencionar os danos que podem ser causados pela água em uma estrutura. Os principais mecanismos de deterioração do concreto armado são a lixiviação, as reações álcalis-agregado, a expulsão por sulfatos, a despassivação por carbonatação e a despassivação por ação de cloretos.

No caso da estrutura dos viadutos do complexo da rodoviária, os principais processos destacados são as despassivações das armaduras, tanto devido à carbonatação, quanto pela ação dos íons de cloreto presentes no concreto. Em ambos os casos, a

porosidade do concreto, bem como a deficiência na estanqueidade global, pode ser entendida como o principal catalisador do processo.

No caso da carbonatação, a presença do dióxido de carbono somado à umidade, promove a hidratação dos silicatos da pasta de cimento, conferindo uma alta alcalinidade ao concreto, formando um filme de óxido de nas barras de aço. Já no que diz respeito à ação dos íons de cloreto, o processo de hidrólise quebra a película existente de passivação do aço, causando a ferrugem.

Os processos mencionados, quando desencadeados, resultam na corrosão da armadura, com conseqüente redução da seção presente na estrutura, reduzindo a vida útil e promovendo a perda da função estrutural projetada.

## **1.2. Histórico de patologias estruturais**

A leitura da necessidade de se intervir significativamente sobre a estrutura dos viadutos da Rodoviária não é recente. Em 1997 foi realizada intervenção que diagnosticou e corrigiu uma parte das patologias apresentadas na estrutura. Patologias essas ocasionadas pela vida útil da estrutura, algumas falhas de projeto e vícios construtivos, mas principalmente devido aos problemas de impermeabilização. A ausência de estanqueidade se torna ainda mais danosa pela existência de estruturas celulares, que retêm a água que percola nas lajes e formam câmaras úmidas dentro da estrutura.

A intervenção de 1997, conforme será ilustrado nas imagens a seguir, retratam diversas patologias que ainda hoje são identificadas. Lixiviação na laje superior, caracterizada pela formação de estalactites e do transporte de cal hidratada, corrosão dos cabos de protensão das vigas transversinas e longarinas, deficiência na estanqueidade das juntas de dilatação nas lajes de solidarização, corrosão nas ancoragens dos cabos de protensão das vigas transversinas e fissuras nas vigas longarinas na região dos dentes Gerber. Foram diversos os problemas tratados durante essa intervenção que ainda hoje, 23 anos depois, podem ser identificados na estrutura.



Figura 7. Processo de lixiviação da laje superior constatado em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF



Figura 8. Corrosão dos cabos de protensão constatado em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF



Figura 9. Recuperação da laje de solidarização em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF



Figura 10. Recuperação das juntas de dilatação em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF



Figura 11. Recuperação de viga transversina com cabo de protensão em processo de corrosão, em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF



Figura 12. Recuperação das ancoragens dos cabos de protensão das vigas transversinas, em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF

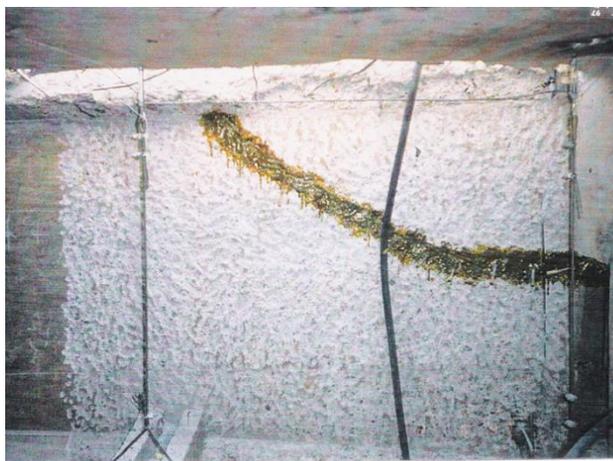


Figura 13. Injeção das fissuras das vigas longarinas, na região do dente Gerber, em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF



Figura 14. Reforço estrutural das vigas longarinas, na região do dente Gerber, em 1997. Fonte: Arquivo Público do DF

No ano de 2000, a CONCREMAT realizou o diagnóstico das estruturas de concreto dos viadutos, de acordo com o contrato nº 525/2000 firmado junto à NOVACAP. Os laudos tiveram objetivo de descrever as patologias existentes, apresentar os resultados obtidos pelos ensaios e todas as investigações de campo realizadas, analisar a estabilidade das

estruturas, bem como propor soluções com orçamento das intervenções necessárias para se corrigir os problemas levantados.

O relatório apontou que, apesar da confirmação de estabilidade estrutural obtida por meio dos ensaios de provas de carga, o principal causador das patologias era a falta de estanqueidade. A constatação foi de que o quadro de deterioração em que a estrutura se encontrava, na época, tinha relação direta com as deficiências de impermeabilização presentes nas juntas e nos locais confinados, fatos esses que foram confirmados através da detecção de cloretos incorporados no concreto. Os processos de corrosão da armadura foram desencadeados pela presença de umidade e oxigênio, ainda que a umidade relativa média do ar em Brasília seja baixa. As soluções apresentadas para correção das deficiências estruturais foram orçadas em R\$ 23.155.448,16 (data base 12/2000).

Já no ano de 2018, a empresa PROGESCON, em atenção ao Termo de Referência nº 008/2018-DITEC, realizou inspeção e ensaios localizados no complexo da Rodoviária. Os resultados encontrados foram semelhantes aos obtidos pela CONCREMAT em 2000, concluindo que os processos de carbonatação e ação dos íons de cloreto são os principais responsáveis pela degradação acentuada da estrutura.

Tendo em vista o histórico apresentado, nota-se a recorrência das mesmas patologias em todos os diagnósticos. As manutenções realizadas ao longo dos anos tiveram como foco a correção do passivo gerado pela deficiência de estanqueidade, e não os elementos causadores. Com isso, o reaparecimento dos problemas estruturais se tornou algo corriqueiro e usual, como será abordado a seguir.

### 1.2.1. Plataforma Superior

A estrutura da laje do pavimento superior é composta de pilares de aço e vigas e lajes em concreto protendido. Por se tratar de uma estrutura esbelta, as extremidades das lajes e vigas deformaram bastante com o passar do tempo. Por este motivo a intenção da NOVACAP em 2018 era demolir toda a laje de concreto e refazer em estrutura metálica com laje em *Steel Deck*. Entretanto, devido à dificuldade de negociação para a realocação dos permissionários do pavimento superior, o serviço foi realizado apenas na região das escadas, duas extremidades da estrutura. Dessa forma, deve-se prever a conclusão da demolição e reconstrução da laje, de modo a completar a intervenção parcial já realizada.

Além da necessidade da conclusão da substituição da laje de cobertura, toda a impermeabilização está comprometida e há vazamentos por toda a sua extensão. Faz-se necessário, portanto, a substituição para perfeita estanqueidade da estrutura.

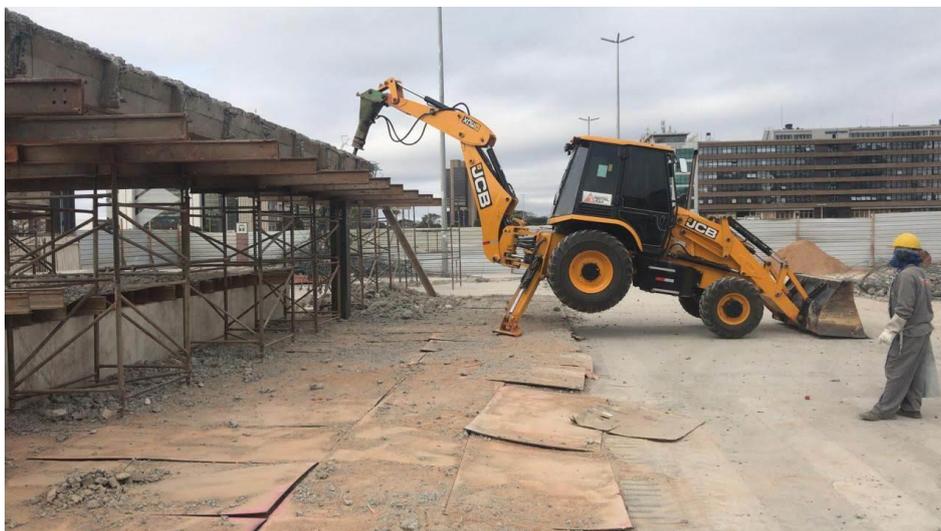


Figura 15. Plataforma Superior: demolição da estrutura de concreto. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 16. Plataforma Superior: execução da estrutura metálica. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 17. Plataforma Superior: estrutura metálica com laje *Steel Deck*. Fonte: Arquivo Consórcio.

### Guarda-corpo e calçadas do viaduto

O guarda-corpo do pavimento superior apresenta diversos pontos de corrosão das armaduras dos pilares e algumas peças já deslocaram em relação à posição original.



Figura 18. Guarda-corpo do viaduto: recuperação subsolo. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 19. Guarda-corpo do viaduto: guarda-corpo com armadura oxidada. Fonte: Arquivo Consórcio.

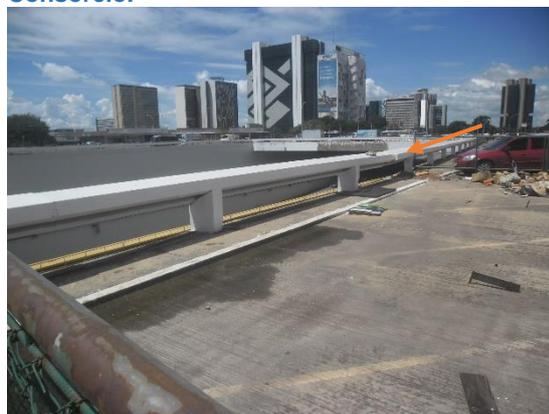


Figura 20. Guarda-corpo do viaduto: guarda-corpo deslocado. Fonte: Arquivo Consórcio.

Além disso, há infiltrações nas calçadas dos viadutos, o que faz com que a água escorra pelas vigas de sustentação, provocando danos severos a sua estrutura. Como é sabido, o problema estrutural causado pelas infiltrações é grave, provoca corrosão das armaduras e danos que devem ser tratados com urgência.

As figuras abaixo mostram que essa patologia causou a oxidação das cordoalhas e a ruptura dos cabos de protensão. Houve no local, apenas uma intervenção de proteção mecânica, sem recomposição da armadura, nem resolução do problema causador, a infiltração.

Diante do exposto, deve-se prever toda a recuperação estrutural do guarda-corpo, bem como da calçada adjacente a ele, de modo a prevenir as infiltrações, proteger as ancoragens de protensão e conferir estabilidade estrutural ao mesmo, hoje em elevado grau de deterioração. Além disso, a futura concessionária deverá prever sua manutenção ao longo de todo o período de concessão, uma vez que o guarda-corpo se encontra dentro da poligonal de operação prevista e representa parte da estrutura de cobertura da plataforma inferior.



Figura 21. Calçadas do viaduto: infiltração sob a calçada. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 23. Cordoalha de protensão oxidada e com cabos rompidos. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 22. Água percorre a lateral da viga. Fonte: Arquivo Consórcio.

### Juntas de dilatação do viaduto

Adicionalmente, há um problema grave de infiltração que ocorre nas lajes do pavimento da plataforma superior. Nesse caso, a falta de manutenção e reparo nas juntas de dilatação (Juntas Jeene), favorece a percolação de água, corroendo a armadura da laje e das vigas que compõe os viadutos. Tais juntas de dilatação precisam ser recuperadas/substituídas, pois são pontos extremamente vulneráveis.



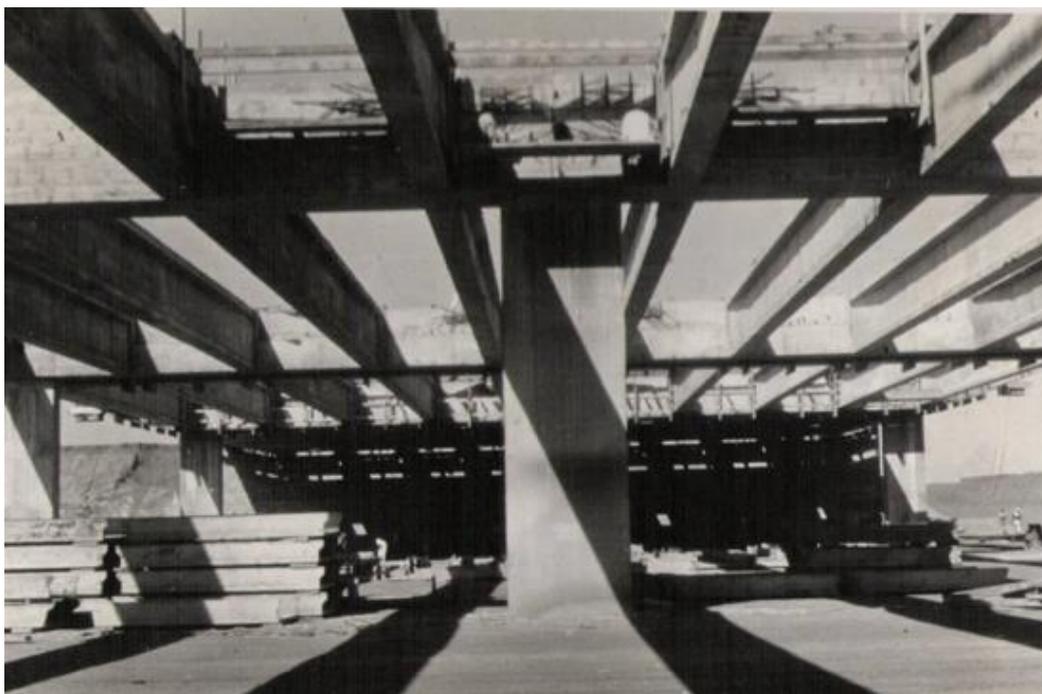
Figura 24. Juntas de dilatação na pista de rolamento. Fonte: Arquivo Consórcio.

### Estrutura do viaduto

A estrutura do viaduto é composta por quadros de vigas transversinas em concreto protendido que recebem vigas longitudinais (longarinas) apoiadas, também em concreto protendido, conforme ilustra a Figura 25 abaixo.



Figura 25. Disposição das vigas transversinas e longarinas. Fonte: Arquivo Público do DF



**Figura 26. Disposição das vigas transversinas e longarinas. Fonte: Arquivo Público do DF**

A estrutura, por sua vez, apresenta manchas de infiltrações de águas pluviais e carbonatações do concreto nas seções das juntas de dilatação e extremidades dos balanços da laje do tabuleiro, problema ocasionado pela deficiência de estanqueidade das juntas mencionadas anteriormente.

Algumas cordoalhas das vigas longitudinais (longarinas) que compõem a estrutura dos viadutos do Terminal Rodoviário estão sofrendo processo de corrosão proveniente dessas infiltrações, bem como outras advindas da rede de drenagem de águas pluviais e calçadas da plataforma superior da rodoviária.

Dessa forma, todo o sistema de drenagem pluvial que compõe o tabuleiro da plataforma superior deverá ser revisado e recuperado, uma vez que se apresenta comprometido, contribuindo significativamente para a deterioração adicional.



Figura 27. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 28. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 29. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 30. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 31. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 32. Corrosão das cordoalhas de protensão das vigas longarinas. Fonte: Arquivo Consórcio.

Em 2018, durante uma intervenção de uma empresa de telecomunicação, foram rompidos cabos de cordoalhas de protensão de algumas vigas transversinas. As Figuras 33 e 34 abaixo ilustram bem esse grave problema.



Figura 33. Indicação de furos e visualização de cordoalha rompida. Fonte: Arquivo Consórcio.

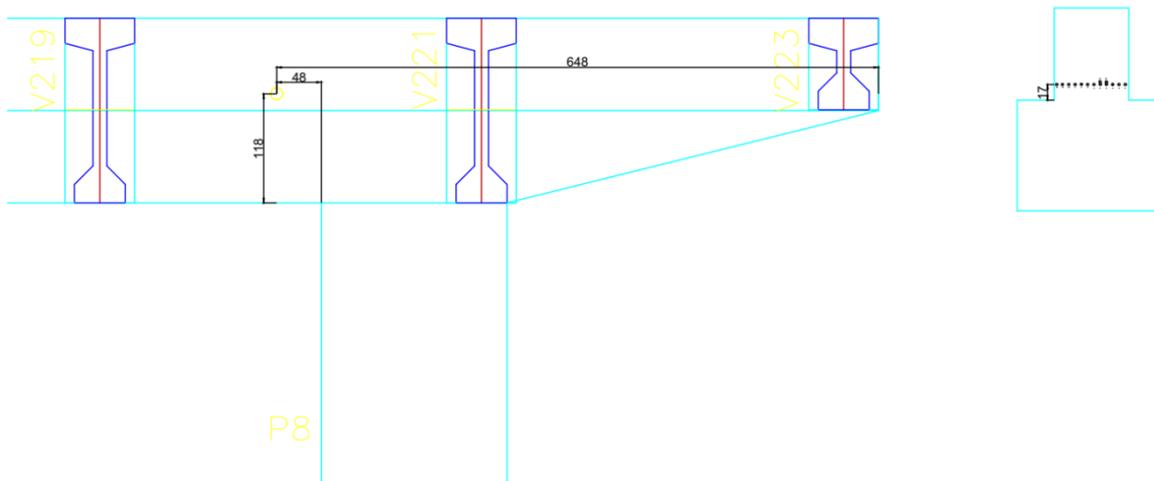


Figura 34. Desenho esquemático composição do furo e linha de cordoalhas rompidas. Fonte: Arquivo Consórcio.

Do ponto de vista estrutural, a ruptura de toda uma linha de cabos de protensão é um problema gravíssimo e que coloca em risco toda a estabilidade da estrutura dos

viadutos. Uma intervenção para reconstituição da protensão, externa as vigas, é necessária e tem caráter de urgência.

Além disso, em estudo contratado pela NOVACAP e realizado pela empresa PROGESCION, foram identificadas fissuras nos apoios das vigas longitudinais. Tais fissuras foram causadas, muito provavelmente, por insuficiência na armadura superior das vigas. Por se tratar de vigas padronizadas, é possível dizer que tal patologia será encontrada nos dois apoios de todas as vigas longarinas do conjunto.

De acordo com o projeto, executou-se uma injeção de resina epóxi para selagem das fissuras e, posteriormente, foram executados reforços com fibra de carbono em 35 apoios que apresentavam fissuras com abertura maior que 2,00 mm.

No intervalo de 8 meses entre os ensaios realizados pela PROGESCION e a execução do reforço com fibras de carbono pela CONCREPOXI, algumas fissuras aumentaram significativamente, em alguns casos mais que dobraram a abertura. Portanto é essencial o monitoramento de todas as vigas que apresentaram fissuras e o reforço de todas as vigas, uma vez que a origem do problema é a deficiência de armadura nos apoios.



Figura 35. Fissura no paio da viga. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 36. Fissura no paio da viga. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 37. Injeção de fissura com resina epóxi.  
Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 38. Aplicação de manda de fibra de carbono nas faces da viga. Fonte: Arquivo Consórcio.

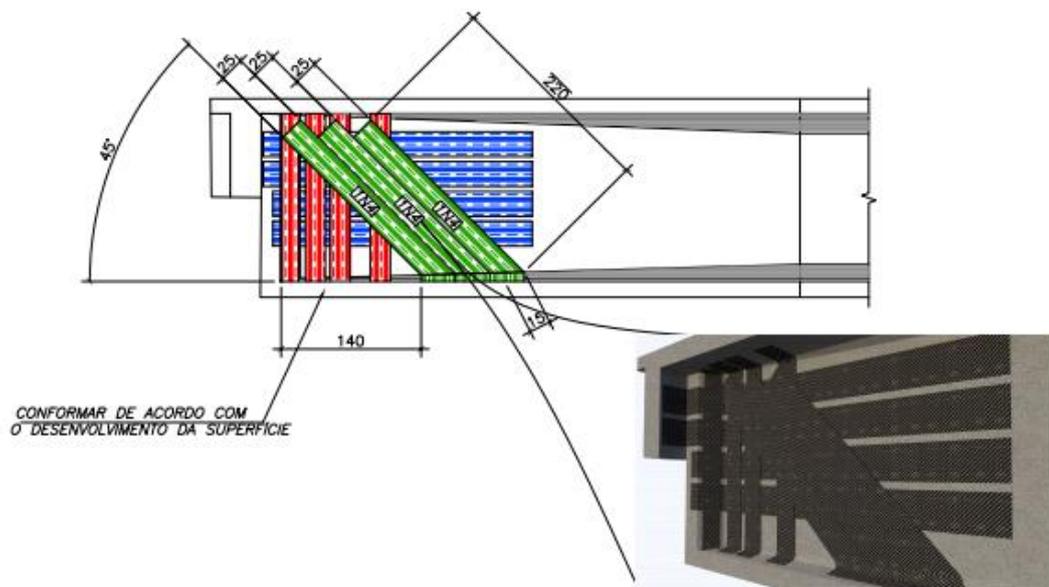
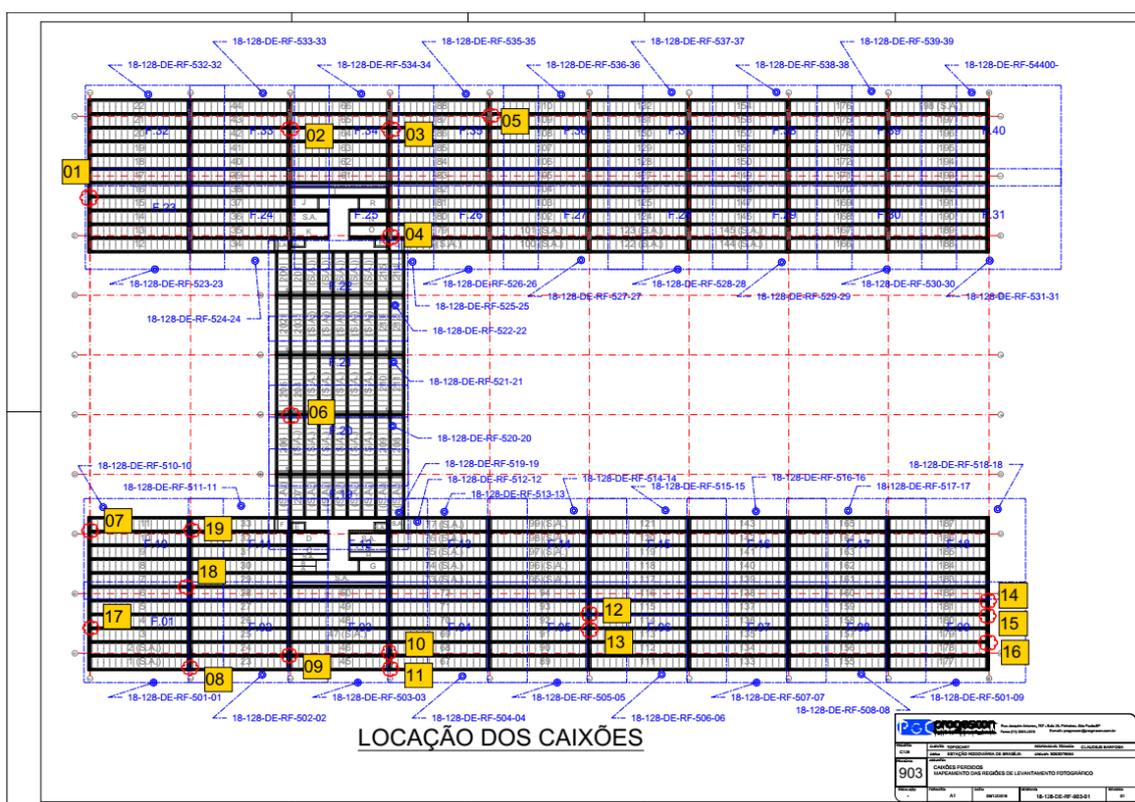
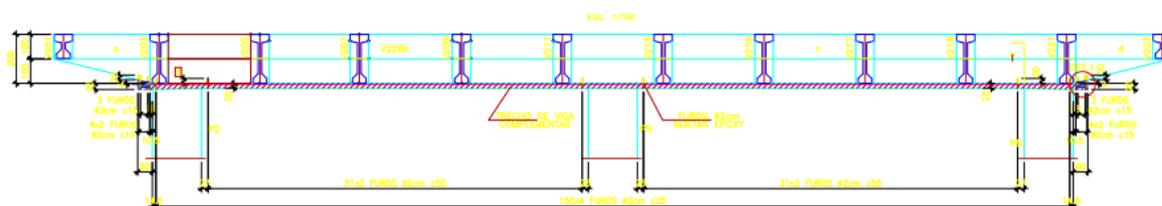


Figura 39. Projeto de reforço. Executado em 2019. Fonte: Arquivo Consórcio.



**Figura 40. Relatório PROGESCON Identificando 16 pontos de fissuras com abertura maior que 2 mm. Fonte: PROGESCON.**

Por se tratar de um complexo construído na década de 1950, como forma de prolongar a vida útil, reduzir o custo operacional de manutenção e tratar as patologias existentes, é necessário o tratamento de toda a superfície de concreto da estrutura dos viadutos, com recuperação dos pontos de corrosão e aplicação de produtos alcalinizantes para concreto.



**Figura 41. Seção Transversal das Vigas dos Viadutos Fonte: Arquivo Consórcio.**

Além disso, o excesso de infiltrações ocasionados pela deficiência de vedação da plataforma superior tem ocasionado um processo de corrosão das ancoragens das cordoalhas de protensão das longarinas. Esse processo de oxidação corrói as ancoragens, fazendo com que elas se rompam e percam sua função estrutural de trabalho protendida. Todas as juntas estruturais devem ser analisadas para identificação e correção de tais pontos de infiltração, para evitar os graves danos citados. A Figura 42 demonstra a localização dos pontos críticos citados.

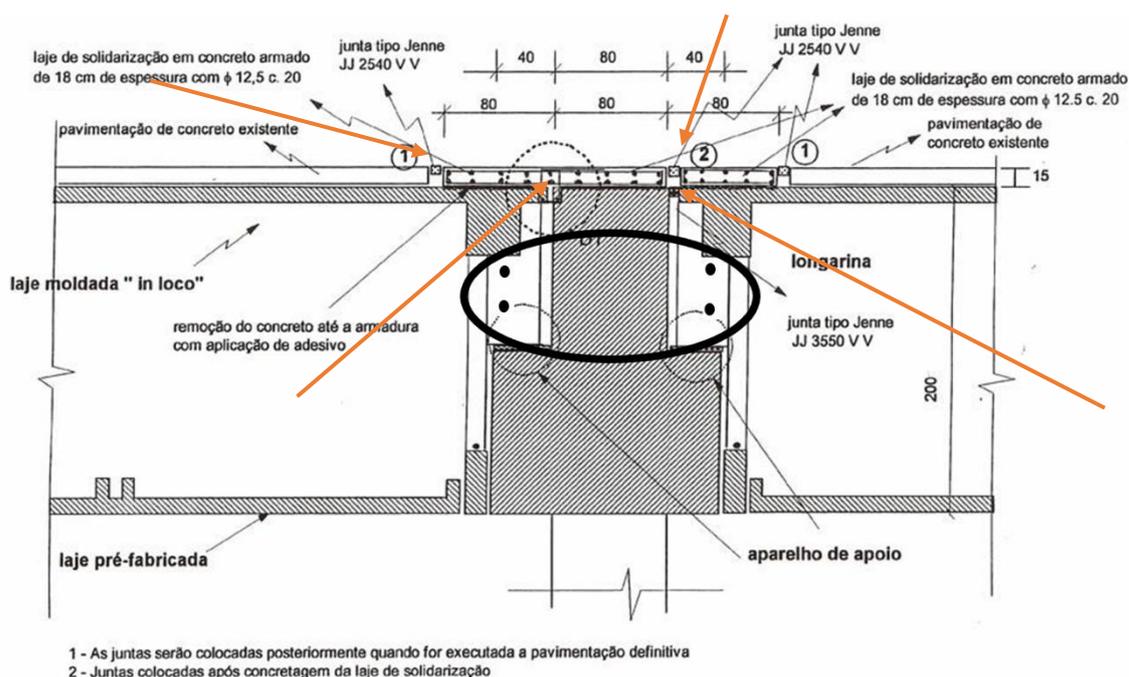
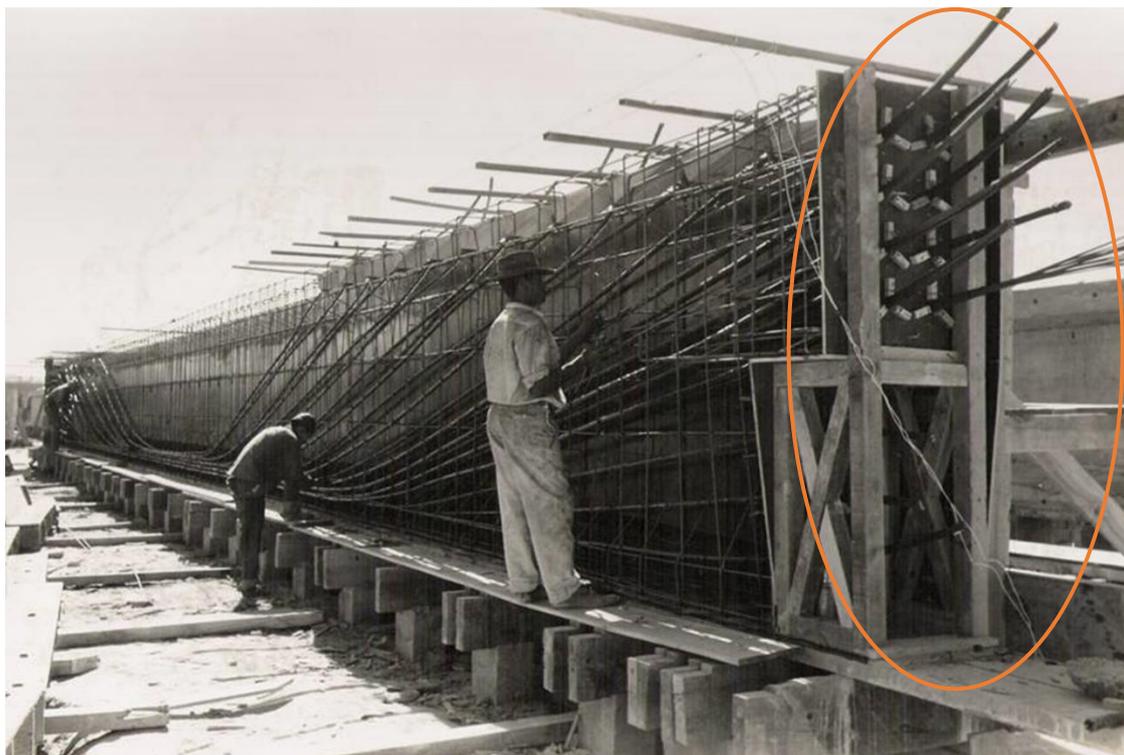


Figura 42. Setas indicando juntas de dilatação sujeitas a infiltrações. Fonte: Arquivo Consórcio.



**Figura 43. Ancoragens dos cabos de protensão das longarinas sujeitos à corrosão e possíveis perdas de ancoragem. Fonte: Arquivo Público do DF**

Por fim, a maioria dos pilares de sustentação das vigas transversinas apresentam pontos de corrosão nas armaduras, principalmente na sua parte inferior. Faz-se necessária a recuperação estrutural, pintura com tinta de proteção mecânica para armação, e recobrimento dos pontos críticos.

### **1.2.2. Mezanino**

No Mezanino, é possível constatar-se a um acúmulo de água nos caixões que compõem a superestrutura e, como consequência, agressão e ou corrosão das armaduras principais da laje inferior e vigamento longitudinal.

As concentrações e ou percolações de água pelo concreto são sempre muito nocivas a integridade das estruturas pelas reações químicas que se processam e que fragilizam progressivamente essas estruturas.

No caso das carbonatações do concreto, além da retirada dos silicatos, existe a perda do pH alcalino despassivando as armaduras, contribuindo dessa maneira para a formação severa de células de corrosão, com consequentes fragilizações estruturais quando não podemos mais considerar validas as hipóteses do projeto primitivo.

Há ao menos um ponto de exposição, oxidação e fragilização de cabo de protensão do vigamento longitudinal, a ser inspecionado e confirmado com urgência.

Áreas com exposição e oxidação de armaduras com conseqüentes desagregações do concreto deverão ser isoladas e ou interditadas.



Figura 44. Corrosão nas cordoalhas estrutura do mezanino. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 45. Infiltração laje do mezanino. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 46. Infiltrações na laje do mezanino. Fonte: Arquivo Consórcio.



### 1.2.3. Plataforma Inferior

As plataformas e lojas do Pavimento Inferior, como consequência, sofrem com as infiltrações ocorridas através das pistas de rolamento que compõem o viaduto, bem como das instalações existentes no Mezanino.

Além disso, também são acometidas por problemas de assoreamento de solo, especificamente nas plataformas “C” e “D” e na pista de acesso dos ônibus à plataforma “C”. Durante as obras de reforma executadas pela Concrepoxi no ano de 2018, a Diretoria de Urbanização teve que ser acionada para aterrar um buraco de aproximadamente 6 m de profundidade por 1 m de diâmetro na pista de circulação paralela à plataforma “C”.

No mesmo ano, foram identificados 02 (dois) pontos de assoreamento substanciais no piso da plataforma “D”, um próximo à Pastelaria Viçosa, e outro nos pés de um pilar próximo à subestação da CEB, conforme mostrado na Figura 35.

Fiscais da NOVACAP relataram a existência de diversos pontos de assoreamento de terra, por baixo do piso existente, nesta região do Terminal Rodoviário e que tem como causa o transbordamento da galeria e ramais de águas pluviais que passam por baixo daquele Terminal. Os indícios históricos apontam que tais redes não comportam mais a demanda de captação de água pluvial do Eixo Monumental e por esse motivo estariam danificadas. Com isso, é necessário se readequar toda a rede de captação e drenagem pluvial do complexo, de modo a preservar e garantir a vida útil da pavimentação das vias, do piso da plataforma inferior, e das fundações dos pilares da estrutura dos viadutos.

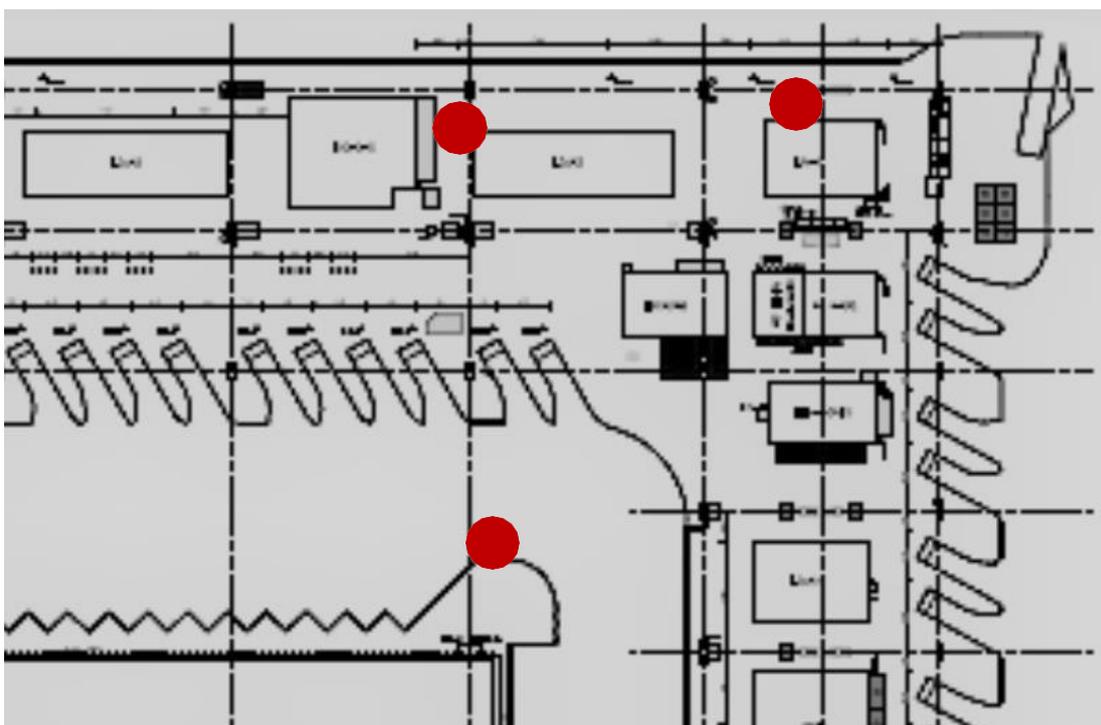


Figura 47. Ilustração com localização dos pontos de assoreamento identificados durante a obra de reforma da Rodoviária, em 2018. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 48. Assoreamento na pista de acesso à Plataforma C, aterrado pela Novacap. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 49. Assoreamento do pilar. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 50. Assoreamento próximo as lojas. Fonte: Arquivo Consórcio.

#### 1.2.4. Subsolo

No subsolo, onde funcionam as instalações do “Na Hora” e “DFTRANS”, os transbordamentos de água e esgoto são frequentes e causados pela ineficiência de funcionamento das bombas de recalque, além da inexistência de um gerador de energia, que aciona as bombas de esgoto em caso de emergência.

Além disso, há infiltrações no teto do subsolo advindos da pista de rolamento paralela à plataforma “D”, das juntas de dilatação e dos buracos existentes na pavimentação da via acima, demonstrada na Figura 51.



Figura 51. Linhas vermelha informando localização da pista mencionada no parágrafo anterior.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 52. Imagens da pista de acesso à Plataforma D. Fonte: Arquivo Consórcio.

Quando ocorrem chuvas mais intensas, a valeta de concreto existente para captação das águas pluviais, que deveriam escoar para o canteiro central do Eixo Monumental, não suporta a demanda, fazendo com que essa água invada o subsolo, inundando toda a área. Além da valeta subdimensionada, as bocas de lobo e as caixas para drenagem existentes na área externa do subsolo estão obstruídas e subdimensionadas.



Figura 53. Linha vermelha indicando a posição da vala de captação de água subdimensionada.  
Fonte: Elaboração própria.

### 1.2.5. Reservatório, subestação e casa de máquinas

As áreas destinadas à subestação da CEB, aos quadros elétricos, bombas de recalque de água e esgoto e gerador de energia, cujo acesso se faz pelo piso no encontro da plataforma “D” com a plataforma “E”, encontram-se insalubres por se tratar de ambientes fechados.

Além disso, apresentam infiltrações constantes nas paredes, piso e, principalmente, nas valetas destinadas à passagem do cabeamento elétrico. Essas infiltrações são provenientes do solo saturado e das tubulações antigas de ferro fundido, que não apresentam indícios de manutenção, e que devem ser substituídas.



Figura 54. Infiltração da subestação da CEB. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 55. Infiltrações nas paredes na área técnica no Subsolo. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 56. Infiltrações nas paredes da área técnica no subsolo. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 57. Infiltração nas paredes da área técnica no subsolo. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 58. Reservatório de esgoto (ocorre transbordamento). Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 59. Tubulações de ferro fundido obstruídas. Fonte: Arquivo Consórcio.

Adjacentes às áreas descritas acima, encontra-se o reservatório de água que abastece a rodoviária em sua plenitude, incluindo o sistema de combate a incêndio, e que é composto de 2 (duas) câmaras com dimensões de 16m de comprimento por 8 metros de largura e 4 metros de altura.

Uma destas câmaras foi esvaziada após a ocorrência de um vazamento de grandes proporções por entre as fissuras e aberturas presentes em sua estrutura de concreto. A outra câmara está funcionando, porém, apresenta os mesmos problemas estruturais.

Após vistoria do reservatório esvaziado, constatou-se que as aberturas existentes nas paredes de concreto são provenientes de assoreamento do solo abaixo do reservatório. Dessa forma, é necessária uma intervenção estrutural com urgência, uma vez que, além do comprometimento estrutural, o não funcionamento do reservatório impossibilita que haja um sistema de combate a incêndio eficiente no Complexo da Rodoviária. Na situação atual, o local não apresenta condições de combater uma situação de incêndio, deixando os milhares de passageiros que ali passam diariamente expostos a uma situação de alto risco.

Para a reativação dos reservatórios em condições operacionais satisfatórias, deverá ser realizada uma intervenção de recuperação estrutural, com reforço de fibra de carbono, injeção de resina de poliuretano nas fissuras, recuperação do concreto com hidrojetamento e injeção de nata de cimento no solo da fundação.



Figura 60. Fissuras nas paredes do reservatório de água. Fonte: Arquivo Consórcio.

### 1.2.6. Escadas rolantes e caixas de passagens de instalações

As escadas rolantes estão continuamente com problemas de funcionamento, e uma das principais causas são as inundações frequentes nas casas de máquinas. Esse problema acontece de maneira similar com as caixas de passagem das instalações elétricas e de telefonia que passam sob o piso das plataformas do Pavimento Térreo, bem como os abrigos destinados aos medidores da CEB e CAESB. Essas infiltrações acontecem principalmente devido aos vazamentos das instalações de água e esgoto, que são antigas e necessitam ser substituídas.



Figura 61. Caixas de passagem de instalações com presença de água. Fonte: Arquivo Consórcio.



Figura 62. Casa de máquinas das escadas rolantes com presença de água. Fonte: Arquivo Consórcio.

### 1.2.7. Conclusão

A Rodoviária do Plano Piloto, marco zero de Brasília, é o ponto central de embarques e desembarques de passageiros de todo o Distrito Federal. Por ela, estima-se que passe em torno de 700 mil pessoas por dia, que por lá desenvolvem atividades outras que não apenas a de passagem. Lojas, restaurantes, lanchonetes e diversas outras relações comerciais acontecem ao longo de todo o dia, e essa rica troca torna o complexo não

apenas um terminal rodoviário urbano convencional, mas também um ponto chave das relações humanas da cidade.

Tratar, manter e cuidar do patrimônio é um dever do poder público, bem como de todos os cidadãos. Se torna ainda mais relevante quando se trata de um patrimônio tombado da arquitetura nacional, e uma das grandes obras de Lúcio Costa.

A situação demonstrada neste caderno dá a real dimensão dos graves problemas que acometem a Rodoviária do Plano Piloto. Ocasionalmente por décadas de falta de manutenção, as patologias evoluíram para problemas estruturais graves. Cordoalhas e bainhas de protensão rompidas, armadura exposta e corroída, trincas e fissuras em vigas dos viadutos, inúmeras infiltrações, juntas de dilatação sem estanqueidade, são diversos os problemas aqui abordados.

Tendo em vista a relevância do complexo para a arquitetura brasileira e para as relações comerciais da cidade, bem como da importância vital para o sistema de transporte público de todo o Distrito Federal, os problemas aqui abordados devem ser tratados com urgência. Tais comprometimentos estruturais podem resultar em colapso do complexo se não forem tratados em um curto prazo. A gravidade de algumas patologias põe em risco a segurança de toda a população que utiliza a rodoviária diariamente, seja para se locomover, para trabalhar ou para visitar.

## 2. Orçamento

Os valores previstos de investimentos levam em consideração todas as intervenções propostas e analisadas detalhadamente ao longo deste caderno, a saber:

- Demolição e Reconstrução parcial da laje da Plataforma Superior;
- Recuperação e reforço estrutural das vigas transversinas e longarinas na região do Dente Gerber;
- Recuperação da protensão rompida nas vigas do tabuleiro;
- Recuperação estrutural das ancoragens das vigas longarinas, com remoção e reinstalação do mármore da fachada do viaduto;
- Recuperação estrutural completa dos reservatórios;
- Recuperação das Juntas Jeene dos tabuleiros;
- Recuperação do guarda-corpo e demais estruturas de concreto aparente.

Os preços referenciais adotados para as obras civis têm duas fontes distintas:

- Obras do Sistema Viário: SICRO/DNIT, com data base de dezembro/19,
- Obras das Edificações: SINAPI, ORSE e PINI, com data base de dezembro/19.

Os quantitativos foram estimados para cada intervenção pontual, e extrapolados para as dimensões totais dos viadutos.

Para cada item de serviços, foram elaboradas composições de preços específicas, que serão apresentadas na sequência. Em alguns casos, por se tratar de serviços especializados e não constantes em planilhas de referência, foram criadas composições de acordo com as boas práticas de engenharia, bem como as produtividades estimadas.

Serão apresentadas as Planilhas Sintéticas, que compilam os serviços orçados e, nos arquivos digitais, as Planilhas Analíticas, que apresentarão os orçamentos abertos, detalhando os códigos específicos da planilha base à qual foi referenciada, bem como as Composições Auxiliares.

### **Custos de Projeto**

Os custos dos projetos básicos e executivos foram estimados em 4,50% dos custos diretos de obras civis. Apesar do DNIT estimar em 2,50% do custo total do empreendimento para os projetos de engenharia, a prática no Brasil tem mostrado que

tais valores são insuficientes para o desenvolvimento de projetos cuja complexidade seja a de uma obra de valores acentuados, como as em questão.

Nesse caso, e seguindo a linha descrita anteriormente, adotou-se para estimativa de preço, o indicado pelo SINAENCO – Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva, no documento “Roteiro de Preços – Orientação para Composição de Preços de Estudos e Projetos de Arquitetura e Engenharia”.

Em seu Anexo 4, apresenta, para projetos executivos (sem projeto básico, nem projetos ambientais), um gráfico (Anexo 01) em escala logarítmica que indica que quanto maior o valor total da obra, menor o valor do projeto.

Para um empreendimento cujo preço estará perto de 50 milhões de dólares, o percentual relativo ao projeto executivo é estimado em 5%. Para Projeto Básico estima-se 20% do valor do Projeto Executivo, pois envolve profissionais de maior experiência, por um prazo menor. Desta forma, a estimativa para o item “Projetos de Engenharia” adotou-se como 4,50%, com a seguinte divisão:

Projeto Básico – 0,90%; Projeto Executivo – 3,60%.

## Anexo 4



**VALOR ESTIMATIVO DO PROJETO EM FUNÇÃO DO VALOR DA OBRA**  
Projetos de complexidade normal

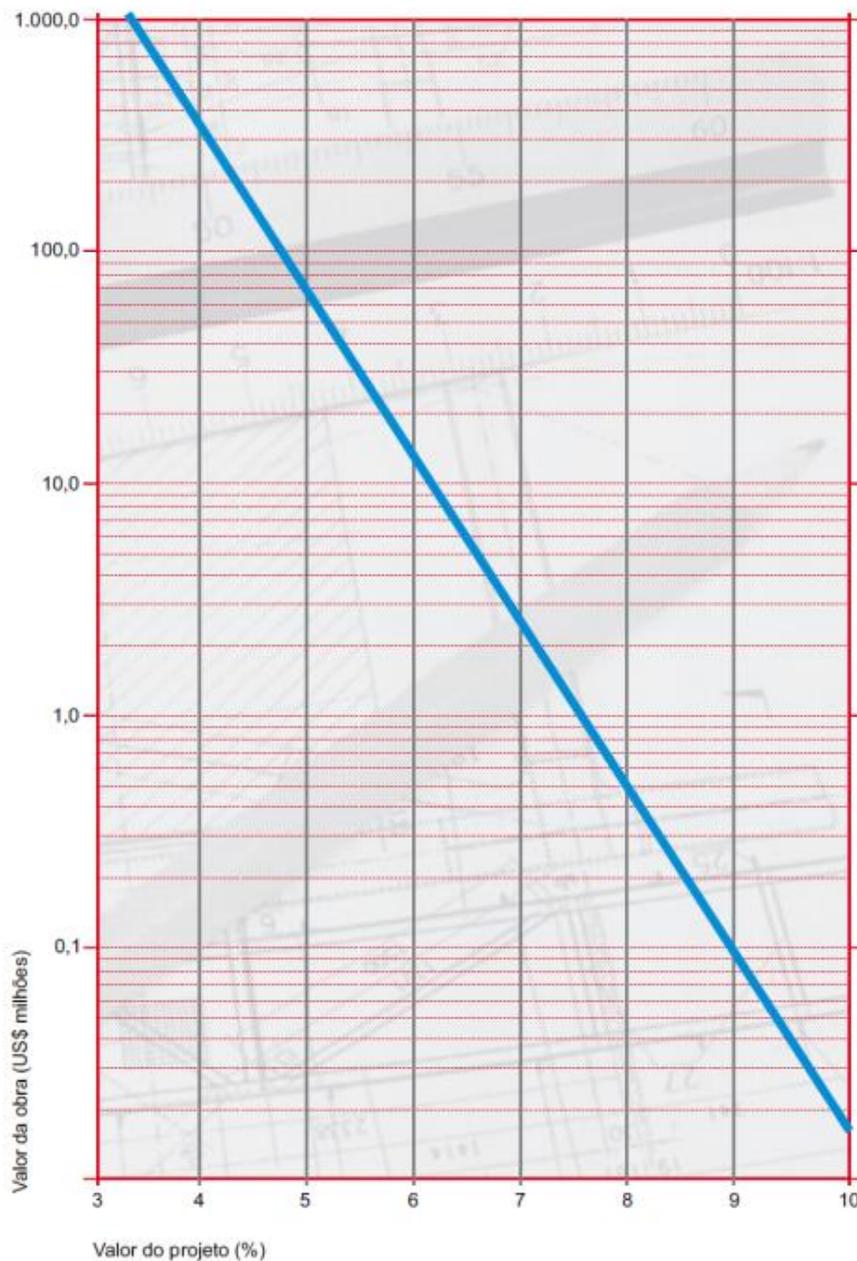


Figura 63. Valor estimativo do projeto em função do valor da obra. Fonte: SINAENCO

### **Valor do Risco do Projeto**

Nas PPP's, disciplinadas pela Lei Federal nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004, o empreendimento é conduzido em conjunto pelo Estado e pela iniciativa privada, com investimentos e riscos de ambos os lados.

Segundo a lei federal, os riscos do projeto devem ser partilhados entre o parceiro público e o parceiro privado, na medida da capacidade de cada um de assumi-los.

No precedente da PPP da Nova Saída Norte, foi apresentada a metodologia chamada "Monte Carlo" para o cálculo dos riscos dos projetos. A partir de apresentação do consultor, Prof. Silva Xavier.

Naquele projeto, aplicada a metodologia, foi atingido um valor de risco de projeto, incidindo sobre as obras civis, de 8,7%. A Terracap aceitou 8%. Esse foi o percentual utilizado no orçamento do empreendimento.

No presente projeto submete-se ao crivo do parceiro público a adoção de taxa de risco de 5,49%, que deverá compor a taxa de BDI, em sequência apresentada.

Deve-se levar em consideração que a natureza do projeto em questão inclui uma incerteza adicional muito grande, uma vez que obras de recuperação estrutural devem ser precedidas de estudos executivos detalhados, ensaios de provas de carga específicos, bem como serem conduzidos por experientes calculistas. Nesse tipo de obra, não são permitidos erros ou desvios, pois podem colocar em risco toda a estabilidade estrutural do complexo e, conseqüentemente, a vida de milhares de usuários. Dessa forma, o risco intrínseco ao orçamento em questão é notoriamente muito superior ao risco de obras de infraestrutura de natureza diferente da apresentada neste caderno.

### **Composição da Taxa de Bonificação e Despesas Indiretas – BDI**

As taxas adotadas no cálculo de BDI estão referenciadas no Acórdão TCU nº 2622/2013, adotado pela Secretaria de Obras do DF, em várias licitações recentes, por exemplo, a da intercessão em trevo do Parque da Cidade com a EPIG / SHSW.

A taxa de BDI adotada foi de 30,00%, incidente sobre os custos diretos de obras civis, tendo sido adotada a taxa de risco de 5,49% e as taxas médias do Acórdão TCU nº 2622/2013, conforme em sequência discriminadas.

Item	Discriminação	%	%
1	<b>ADMINISTRAÇÃO CENTRAL</b>		<b>5,50</b>
2	<b>SEGUROS</b>		<b>0,36</b>
3	<b>TAXA DE RISCO</b>		<b>5,49</b>
4	<b>GARANTIAS</b>		<b>0,64</b>
5	<b>DESPESAS FINANCEIRAS</b>		<b>1,39</b>
6	<b>TAXA DE LUCRO</b>		<b>7,11</b>
7	<b>IMPOSTOS</b>		<b>6,15</b>
41278	ISS	2,50	
41309	PIS	0,65	
41337	Cofins	3,00	
<b>BDI CALCULADO</b>			30,00%
<b>BDI ADOTADO</b>			<b>30,00%</b>

Fonte: Acórdãos nº 2622/2013 - TCU - PLENÁRIO

$$BDI = \left[ \frac{(1 + AC/100)(1 + DF/100)(1 + R/100)(1 + L/100)}{\left(1 - \left(\frac{I}{100}\right)\right)} - 1 \right] \times 100$$

Onde:

- AC = Administração Central
- R = Taxas de Risco, Seguros, Garantias
- DF = Despesas Financeiras
- L = Lucro
- I = Impostos

Tabela 1. Composição do BDI

**Orçamento – Planilha Sintética**

ORÇAMENTO SINTÉTICO		Data Base - Região: SINAPI - Brasília/DF (Mês:Dez/19 - (NÃO DESONERADO)	
RODOVIÁRIA PLANO PILOTO			
ÓRGÃO: SEMOB - DF		Horistas:.....= 113,81%	
OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL DA RODOVIÁRIA DO P.P.		Mensalistas ...= 73,29%	
LOCAL: BRASÍLIA -DF			
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	PREÇO TOTAL (R\$)	%
01.00.000	SERVIÇOS TÉCNICO-PROFISSIONAIS	2.221.833,44	4,31%
02.00.000	SERVIÇOS PRELIMINARES	497.039,16	0,96%
03.00.000	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS		
03.02.105	Reforço Estrutural do Viaduto	14.165.247,12	27,45%
03.02.106	Recuperação das vigas protendidas da estrutura do Viaduto	25.593.696,64	49,60%
03.02.110	Estruturas de Concreto Pavimento Superior	687.232,54	1,33%
03.03.000	Estruturas Metálica Pavimento Superior	1.535.935,18	2,98%
04.00.000	ARQUITETURA E ELEMENTOS DE URBANISMO		
04.01.530	Revestimentos de Paredes	513.949,05	1,00%
05.00.000	RECUPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO D'ÁGUA	2.458.749,42	4,77%
09.00.000	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	223.386,00	0,43%
10.00.000	SERVIÇOS AUXILIARES E ADMINISTRATIVOS	3.698.841,36	7,17%
	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>	<b>51.595.909,91</b>	<b>100,00%</b>
	<b>B.D.I. = 30,00%</b>	<b>15.480.132,07</b>	
	<b>TOTAL DO ORÇAMENTO</b>	<b>67.076.041,98</b>	
<b>Observações:</b>			
1. Planilha de acordo com o Manual de Obras Públicas-Edificações, Práticas da <b>SEAP</b>			

**Tabela 2. Orçamento das Obras de Recuperação Estrutural**