

**TC 041.004/2012-4**

**Relator:** Min. Raimundo Carreiro

**Tipo de processo:** Relatório de Auditoria

**Unidade jurisdicionada:** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, vinculado ao Ministério da Infraestrutura

**Interessado:** Consórcio Aterpa/Cimcop

**Procuradores:** Alexandre Aroeira Salles (OAB/DF 28.108) e outros (peças 29, 30, 31, 43, 54, 62 e 70)

**Proposta:** mérito

## INTRODUÇÃO

1. Trata-se de auditoria de conformidade nas obras de restauração da rodovia BR-230/MA, no trecho compreendido entre o km 480,28 e o km 571,49, objeto do Contrato 96/2010, firmado entre o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e o Consórcio Aterpa/Cimcop, formado pelas empresas Construtora Aterpa S/A (CNPJ 17.162.983/0001-65) e Cimcop S/A – Engenharia e Construções (CNPJ 17.161.464/0001-82).

## HISTÓRICO

2. A referida auditoria foi realizada no âmbito de uma Fiscalização de Orientação Centralizada (FOC) – TC 030.410/2012-6, mediante a qual se buscou avaliar a qualidade da execução de onze obras rodoviárias a cargo do DNIT, recém-concluídas à época, dentre as quais se incluiu a obra em questão nestes autos. A relatoria dos processos associados à FOC ficou a cargo do Exmo. Ministro José Múcio Monteiro.

3. Para avaliação da qualidade da execução das obras, analisaram-se especificamente: (i) os dados constantes de ensaios *Falling Weight Deflectometer* (FWD), executados pelo DNIT, com o objetivo de verificar a adequação do pavimento para resistir às solicitações que lhe são impostas; (ii) os dados de ensaio *International Roughness Index* (IRI), executado pela empresa Cíbermétrica, contratada pelo TCU, com o intuito de analisar o conforto e a segurança da superfície do pavimento; e (iii) a existência de defeitos aparentes no pavimento, identificados a partir de inspeção visual.

4. A obra em exame no presente processo foi fiscalizada por equipe da Secex-MA, com supervisão da então Secob-2, no período compreendido entre 15/10/2012 e 23/11/2012.

5. Os resultados dos trabalhos realizados pela Secex-MA constam do Relatório de Fiscalização 1023/2012 (peça 15), no qual se encontram os seguintes achados:

a) execução de serviços com qualidade deficiente (Achado 3.1): em face de indícios de comprometimento da capacidade estrutural do pavimento em cerca de 35% do trecho levantados a partir da análise dos dados de ensaios FWD, bem como da constatação de diversos defeitos no revestimento do pavimento, tais como exsudações, trincas, trilhas de roda, painelas e escorregamentos, em determinados segmentos do trecho.

b) fiscalização ou supervisão deficiente ou omissa (Achado 3.2): em razão do recebimento da obra por parte do DNIT, sem que houvessem sido realizados ensaios que avaliassem objetivamente qualidade da rodovia, tais como LVC, IRI e FWD.

6. Diante dos achados, a unidade técnica propôs a realização de oitivas do DNIT e do consórcio construtor, sendo estas autorizadas pelo Exmo. Ministro José Múcio, conforme despacho à peça 18.

7. Após sucessivas prorrogações de prazo, o DNIT e o consórcio construtor apresentaram suas

manifestações, que constam das peças 36, 37 e 48.

8. Conforme instrução à peça 57, a Secex-MA ponderou que as manifestações do DNIT e do consórcio construtor “enveredam por um caminho eminentemente técnico, haja vista que se prendem – antes de tudo, até mesmo prejudicialmente em relação aos outros tópicos das oitivas – a contestar os meios e parâmetros adotados pelo Tribunal para avaliar a prévia estrutura dos pavimentos, a qualidade dos serviços executados e a durabilidade da trafegabilidade nas rodovias que sofreram intervenções de restauração em sua base”, e, por esta razão, deveriam ser analisadas pela unidade técnica especializada, no caso, à época, a SecobRodov.

9. Ato contínuo, a Secex-MA, submeteu os autos à Coordenação-Geral de Controle Externo da Área Social e da Região Nordeste - Cosocial (à época), para ciência e encaminhamento à Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste - Coinfra, para aprovação no sentido de que fosse emitido parecer da SecobRodov contemplando as análises das manifestações (peça 60).

10. Entretanto, a Coinfra, ao analisar o pleito (peça 66), restituiu os autos à Secex-MA, por entender que não haviam sido formulados quesitos a serem respondidos, em desacordo com o art. 23, inc. I, da Portaria-Segecex 2/2015, vigente à época, *in verbis*:

Art. 23. As secretarias de fiscalização de infraestrutura, além das competências previstas nos arts. 18, desta portaria, e 97 da Resolução-TCU 266, de 2014, são responsáveis pelas seguintes atividades:

I - emitir pareceres acerca de quesitos afetos à sua área de atuação formulados pelas demais unidades técnicas, quando aprovados pela Coinfra; (...)

11. Assim procedendo, a Secex-MA instruiu novamente o processo (peça 67), formulando as seguintes questões a serem respondidas:

Q1. A Norma DNER-PRO 11/79 pode ser aplicada à avaliação da qualidade do pavimento executado nos programas de restauração do Dnit ou somente à avaliação estrutural e o dimensionamento de reforço de pavimentos, como ferramenta para a elaboração de projetos de engenharia de restauração? Nesse jaez, para a espécie, o correto seria a aplicação da Norma Dnit 31/2006-ES de CBUQ, e suas sucedâneas, e a DNER-ES 385/99?

Q2. A base técnica-literária (TRRL, 10 mm; L. E. Santucci, 13 mm; e Shell, 20 mm), bem como o limite técnico usual de 13 mm, definido pelo Instituto do Asfalto, com base nos estudos de Santucci, arguidos pelo manifestante, são válidos, no presente caso, para definir os critérios de admissibilidade de defeitos em pavimentos, considerando que não houve, nos procedimentos preparatórios da fiscalização, definição da dimensão mínima para que se considerassem tais defeitos como exsudações, espalhamento, trilhas de roda etc., conforme o caso?

Q3. As péssimas condições estruturais, superficiais e funcionais da rodovia, bem como os altíssimos índices de deflexão existentes antes da restauração realizada (42,9% dos valores eram superiores a 140) justificam os resultados do ensaio feito pela empresa Cibernétrica? Os procedimentos técnicos adotados pela manifestante quando da execução da obra, descritos em sua manifestação nos itens 73-78 (peça 48, pp.16-19), foram os adequados?

Q4. É possível que os ensaios tenham sido executados na fase plástica do pavimento e que tal situação tenha influenciado nos resultados? Se fossem realizados na fase elástica, os resultados poderiam ser mais satisfatórios?

Q5. A Norma DNER-PRO 11/79 ou qualquer outro normativo obriga a avaliação estrutural após a execução dos serviços de recuperação de pavimentos de rodovia, para que se proceda ao recebimento das obras?

Q6. As medições de deflexão no pavimento com o auxílio da Viga Benkelman em dois momentos, no final da execução da base e no final da execução do revestimento (conforme ensaio anexo às informações prestadas pela 15ª Unit/MA, onde não foram detectados valores de deflexão inferiores ao valor adotado como admissível) podem ser consideradas como teste de deflexão válido para o recebimento da obra?



12. Na sequência, a Coinfra, por meio de despacho (peça 69), encaminhou o processo a esta SeinfraRodoviaAviação para emissão de parecer técnico, solicitando, ainda, sua posterior restituição à Secex-MA para adoção das providências cabíveis.

### EXAME TÉCNICO

13. A princípio, a presente instrução teria o objetivo de responder, sob a forma de um parecer, aos quesitos suscitados pela Secex-MA acerca de elementos técnicos apresentados nas manifestações do DNIT e do consórcio construtor em resposta às oitivas determinadas por este Tribunal.

14. No entanto, em face da reestruturação da Secretaria Geral de Controle Externo deste Tribunal, os presentes autos passaram à carga desta SeinfraRodoviaAviação, e por esta razão, visando à economia processual, considera-se ser pertinente já proceder, nesta instrução, à análise das manifestações, propondo os encaminhamentos subsequentes.

15. Conforme peças 23-24, foram realizadas as oitivas do DNIT e da Construtora Aterpa S/A (CNPJ 17.162.983/0001-65), líder do Consórcio Aterpa/Cimcop, para pronunciamento quanto às seguintes ocorrências:

a) classificação estrutural de cerca de 35% do pavimento como regular ou má, com necessidade de reforço ou reconstrução, segundo metodologia da Norma DNER-PRO 11/79;

b) trecho com ocorrência de exsudação, trilha de roda e deslocamento de revestimento em sentido longitudinal, do km 509 ao km 511,7, em ambos os sentidos;

c) trecho com ocorrência de exsudação e trilha de roda em estágio avançado, do km 531,5 ao km 529, em sentido descendente;

d) trecho com ocorrência de exsudação e trilha de roda em estágio inicial, do km 533,9 ao km 531,5, em sentido descendente.

16. Além disso, conforme peça 20, realizou-se a oitiva da Superintendência Regional do DNIT no estado do Maranhão (SRDNIT/MA) para pronunciamento quanto à deficiência na fiscalização do referido contrato, em razão de, no ato de recebimento provisório e em definitivo da obra, não ter efetuado ensaios que avaliassem objetivamente a qualidade da rodovia, como LVC, IRI e FWD.

17. Os argumentos dos interessados foram resumidos na instrução precedente da Secex-MA (peça 67), não obstante serão novamente apresentados nesta instrução, de modo a permitir uma melhor contextualização.

#### I. SÍNTESE DA MANIFESTAÇÃO DA CONSTRUTORA ATERPA (PEÇA 48)

18. Quanto à classificação estrutural de cerca de 35% do pavimento como regular ou má, com necessidade de reforço ou reconstrução, a manifestante distingue seus argumentos em dois aspectos centrais, a saber: (i) a aplicabilidade da Norma DNER-PRO 011/79 à avaliação da qualidade da obra executada; e (ii) a avaliação da suficiência das soluções do projeto e dos resultados obtidos com a obra ante a condição superficial e estrutural do pavimento anterior à sua execução.

19. No que tange ao primeiro aspecto (i), alega que a Norma DNER-PRO 11/79, de acordo com o teor dos textos normativos do DNIT, não se aplicaria à avaliação da qualidade do pavimento executado nos programas de restauração do DNIT, e sim à avaliação estrutural e ao dimensionamento de reforço de pavimentos, sendo apenas uma ferramenta para a elaboração de projetos de engenharia de restauração.

20. Os normativos técnicos do DNIT adequados à análise da execução do pavimento seriam a norma DNIT 31/2006-ES de CBUQ (e suas sucedâneas DNIT 031/2004-ES, DNER-ES 313/97 e ES-P22/71) e a norma DNER-ES 385/99 (de CBUQ com asfalto modificado por polímero), as quais não conteriam, em suas especificações sobre a qualidade do serviço executado, exigência relativa à medição de deflexões após a obra.

21. Assevera que a própria equipe de auditoria, em seu relatório, teria avaliado a condição

funcional da rodovia como boa, de acordo com os resultados de ensaios de IRI realizados em 5/11/2012, satisfazendo, na prática, o quesito de irregularidade longitudinal inferior a 2,7 m/km, exigido na Norma DNIT 031/2006-ES, pertinente à espécie dos serviços contratados.

22. Ademais, as normas DNIT 011/2004-PRO e DNER-PRO 277/97, que tratam, respectivamente, da Gestão da Qualidade em Obras Rodoviárias e da Metodologia para Controle Estatístico de Obras e Serviços, não exigiriam o controle de deflexões, nem a avaliação da capacidade estrutural do pavimento executado.

23. A avaliação das deflexões e da capacidade estrutural somente seria exigida em contratos do tipo Crema, em que se teria uma contratação por resultados, com cláusulas nos editais e contratos específicas exigindo o atendimento a parâmetros de desempenho, aí incluída a avaliação da capacidade estrutural via deflexões recuperáveis.

24. Defende que nas obras de restauração, caberia ao executor da obra a responsabilidade pela execução de cada serviço, sendo que, relativamente ao pavimento, seriam realizados controles de qualidade de vários itens para cada camada executada, por meio de ensaios de campo e de laboratório.

25. Sustenta que, em tese, a qualidade estrutural do pavimento seria indiretamente avaliada nesses ensaios de campo e de laboratório, pois se todos os parâmetros técnicos atestarem a conformidade da execução, principalmente quanto ao grau de compactação de cada camada, haveria condições para a obtenção de deflexão inferior ao valor admissível considerado no projeto, exceto em caso de falha deste projeto relacionada à definição de solução insuficiente. Havendo falha na elaboração do projeto, a execução da obra ficaria comprometida, mesmo com boa execução e controles de qualidade apurados e rigorosos. A empresa executora da obra cumpriria as determinações técnicas do projeto, e não poderia ser responsabilizada caso este contenha falhas que não sejam possíveis de verificação pelo executor e acarretem eventual má qualidade estrutural.

26. Quanto ao segundo aspecto (ii), argui as péssimas condições estruturais, superficiais e funcionais da rodovia, bem como os altíssimos índices de deflexão existentes antes da restauração realizada (42,9% dos valores teriam sido superiores a 140), os quais teriam sido sanados após a execução da obra, resultando em níveis de deflexão significativamente mais baixos.

27. Corroborando sua afirmação, apresenta, para cada solução de restauração adotada, dados comparativos entre valores de deflexão medidos antes e na conclusão da obra, e, posteriormente, pelo DNIT, a saber:

**Tabela 1 – Comparativo entre deflexões segundo o consórcio construtor**

| Solução de restauração                         | Extensão (km) | %    | Deflexão      |                      |         |
|--|---------------|------|---------------|----------------------|---------|
|  |               |      | Antes da obra | Na conclusão da obra | Do DNIT |
|  |               |      | 2009          | 2011                 | 2012    |
| Reciclagem como base                           | 29,38         | 32%  | 73 a 94       | 18 a 31              | 27 a 58 |
| Reciclagem como sub-base                       | 38,88         | 43%  | 97 a 154      | 16 a 64              | 29 a 87 |
| Reconstrução total – por problemas estruturais | 11,98         | 13%  | 168 a 207     | 19 a 80              | 43 a 77 |
| Elevação do greide                             | 10,96         | 12%  |               | 26 a 78              | 41 a 84 |
| Total  | 91,20         | 100% |               |                      |         |

Fonte: Manifestação do consórcio construtor (peça 48, p. 14).

28. Ainda com relação a esses dados, alega que as deflexões medidas com Viga Benkelman na conclusão da obra seriam inferiores às deflexões obtidas pelo DNIT em 2012 pelo fato de estas terem sido convertidas de valores de FWD para valores equivalentes a deflexões de Viga Benkelman por correlação matemática imprecisa, que tenderia a aumentar o valor da deflexão, distorcendo os resultados.

29. Embora reconheça que o projeto considerou soluções de restauração de maior porte, alega que, diante da gravidade da situação anterior do pavimento, seria um fato normal, na Engenharia, o risco de ocorrência de deflexões em parte do trecho após a conclusão da obra.

30. Por fim, argumenta a possibilidade de que as medições de deflexão tenham ocorrido na fase de consolidação do pavimento (fase que se sucede imediatamente após a construção, sendo caracterizada por um decréscimo desacentuado do valor da deflexão, decorrente da consolidação adicional proporcionada pelo tráfego nas diversas camadas do pavimento – item. 3.1 da DNER-PRO 011/79), na qual os valores podem se apresentar superiores à deflexão admissível.

31. No que se refere aos defeitos apontados no pavimento a partir da inspeção visual realizada pela equipe de auditoria, apresenta novo levantamento feito por integrantes do consórcio e consultores especializados (peça 48, p.4-6), e conclui, em síntese, que:

a) as ocorrências de exsudação seriam pontuais e de baixa magnitude, de modo que não provocariam quaisquer prejuízos ao fluxo normal de tráfego;

b) a análise estatística dos valores das flechas ou afundamentos nas trilhas de roda levantados com perfilômetro pela empresa Cibernétrica (contratada pelo TCU), resultaria em um máximo de 3,3 mm, valor que seria aceitável, pelas seguintes razões:

b.1) por se tratar de um trecho exposto ao tráfego há mais de um ano e meio;

b.2) por ser inferior aos parâmetros definidos na literatura técnica, que, com base em critérios terminais de equações de fadiga do pavimento quanto à deformação específica vertical de compressão, consideraria as flechas nas trilhas de roda como graves após suplantação dos seguintes valores: *Transport and Road Research Laboratory* (TRRL) - flecha máxima de 10 mm; *The Asphalt Institute* (L.E. Santucci) - flecha máxima de 13 mm; e *SHELL* (Claessem, Edwards, Sommer, Uge) - flecha máxima de 20 mm;

b.3) a norma DNER-PRO 010/79 consideraria o valor de flecha de 30 mm como indicativo de má qualidade do pavimento;

b.4) os afundamentos de trilha de roda, quando indicativos de falha executiva do pavimento, apresentariam evolução rápida, com afundamento visível e de gravidade já ao final do primeiro ano em que é aberto ao tráfego e sujeito a caminhões pesados.

32. Adicionalmente, apresenta planilha de cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) dos três segmentos, segundo a norma DNIT 006/2003-PRO, considerando a ocorrência de exsudação em uma das faixas do tráfego e as flechas nas trilhas de roda medidas pela empresa Cibernétrica, por meio do qual se chega a um resultado que permitiria classificar o pavimento no conceito “bom” (peça 48, p. 8-9).

33. Ressalta, ainda, a ausência de registros de acidentes ou afundamentos plásticos na trilha de roda, o que reforçaria as conclusões de que o pavimento se encontra em boas condições.

34. Ao final, conclui que não haveria necessidade de se executarem intervenções de recuperação, pelo fato de as manchas de exsudação em alguns pontos serem de pouca significância e por não haver registro de acidentes causados por deficiência de aderência pneu-pavimento, nem afundamentos plásticos após um ano e meio de exposição ao tráfego pesado.

## II. SÍNTESE DA MANIFESTAÇÃO DO DNIT (PEÇAS 36 E 37)

35. As manifestações em resposta às oitivas foram apresentadas pela SRDNIT/MA.

36. No que se refere à execução de serviços com qualidade deficiente, a SRDNIT/MA argumenta, inicialmente, que as normas e instruções de serviço do DNIT não exigem a aplicação do procedimento DNER-PRO 11/79 para verificação da qualidade da obra executada. Essa verificação seria feita segundo as normas DNIT 011/2004-PRO, que se refere à Gestão da Qualidade de Obras Rodoviárias, e DNER-PRO 277/97, referente a Metodologia para Controle Estatístico de Obras e

Serviços, as quais não exigiriam o controle das deflexões e da capacidade estrutural do pavimento.

37. Defende que a norma DNER-PRO 11/79 teria por objetivo a realização de procedimentos anteriores a obra, quais sejam, a elaboração de projetos de engenharia de restauração com emprego da metodologia de avaliação estrutural, e o dimensionamento do reforço dos pavimentos com base nas deflexões medidas sobre o pavimento velho, não tendo, portanto, nenhuma ligação com a qualidade da execução de um serviço após a conclusão da obra. Dessa forma, não seria procedente a alegação da equipe de auditoria de que tal norma fora desrespeitada e a lei fora descumprida, já que não se poderia utilizar uma norma que trata de um procedimento técnico de projeto para atestar a qualidade de execução de um serviço após a conclusão da obra.

38. Sobre os defeitos no pavimento apontados pela auditoria, informa que já teriam sido tomadas todas as providências necessárias junto ao consórcio construtor para correção das falhas detectadas, apresentando documentação que comprovariam tal afirmação (expedientes trocados com o consórcio e registro fotográfico).

39. Quanto à deficiência na fiscalização do referido contrato, em razão de não terem sido efetuados, no ato de recebimento provisório e em definitivo da obra, ensaios que avaliassem objetivamente a qualidade da rodovia, tais como LVC, IRI e FWD, a SRDNIT/MA argumenta que, nos contratos de obras de restauração, no âmbito do DNIT e do antigo DNER, não constariam cláusulas que determinem a realização de avaliação estrutural após a execução dos serviços para que se proceda ao recebimento das obras. Apenas nos contratos de CREMA 2ª Etapa estaria contratualmente prevista a obrigação de atendimento a padrões de desempenho, entre eles, o padrão de deflexão.

40. Afirma que, no contrato em questão, o consórcio estaria obrigado a atender, além dos ensaios de laboratório definidos em norma, a um IRI máximo de 2,7 m/km, e ressalta que o Relatório de Fiscalização 1023/2012 concluíra que os dados obtidos pela auditoria mostraram que a superfície da rodovia estava em boas condições de trafegabilidade em grande parte de sua totalidade na data da fiscalização (IRI<2,7).

41. Informa, ainda, que, apesar de não obrigatórias, teriam sido realizadas medições de deflexão no pavimento com o auxílio da Viga Benkelman em dois momentos — no final da execução da base e no final da execução do revestimento (estudo anexo à manifestação na peça 37, p. 3-7) —, e que não teriam sido detectados valores de deflexão superiores ao valor adotado como admissível, concluindo-se que o trecho apresentava condições estruturais satisfatórias, o que fora, inclusive, atestado pela equipe de fiscalização durante os trabalhos.

### III. ANÁLISE

42. Para análise, considera-se apropriado, para melhor compreensão, dividir as questões em discussão por tópicos, o que, portanto, será feito a seguir.

#### III.1. Com relação à classificação estrutural de cerca de 35% do pavimento como regular ou má, com necessidade de reforço ou reconstrução, segundo metodologia da norma DNER-PRO 11/79:

43. Em síntese, os principais argumentos trazidos quanto a essa questão foram:

a) a norma DNER-PRO 11/79 não poderia ser utilizada para fins de avaliação da qualidade estrutural do pavimento executado nas obras de restauração do DNIT, sendo apenas uma ferramenta para a elaboração de projetos de engenharia de restauração;

b) os normativos técnicos do DNIT aplicáveis à obra em questão não conteriam exigências relativas à avaliação estrutural do pavimento e ao cumprimento de parâmetros de deflexão máxima para fins de controle de qualidade da obra;

c) os resultados obtidos estariam associados às condições precárias do pavimento anteriores à execução da obra, de modo que, após a restauração, seria normal a ocorrência de locais com deflexões elevadas;

d) deflexões medidas com Viga Benkelman na conclusão da obra demonstrariam uma redução significativa dos valores preexistentes à obra; ademais, seriam inferiores às deflexões obtidas pelo DNIT em 2012 pelo fato de estas terem sido convertidas de valores de FWD para valores equivalentes a deflexões de Viga Benkelman por correlação matemática imprecisa, que tenderia a aumentar o valor da deflexão, distorcendo os resultados;

e) as medições de deflexão teriam ocorrido possivelmente quando o pavimento restaurado ainda estava na fase de consolidação, o que justificaria valores acima da deflexão admissível.

44. Listados os argumentos centrais apresentados pelos auditados, apresenta-se a seguir alguns conceitos técnicos que serão empregados ao longo desta análise.

45. Nesse sentido, cabe inicialmente lembrar que, dentre os aspectos que são levados em conta para avaliar o desempenho de um pavimento rodoviário, destaca-se o exame da sua condição funcional e da sua condição estrutural.

46. A condição funcional de um pavimento relaciona-se ao conforto e à segurança, e consiste na capacidade do pavimento de satisfazer a sua função principal, que é a de fornecer uma superfície com serventia adequada em termos de qualidade de rolamento (Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos - Publicação IPR-720, 2006, p. 41).

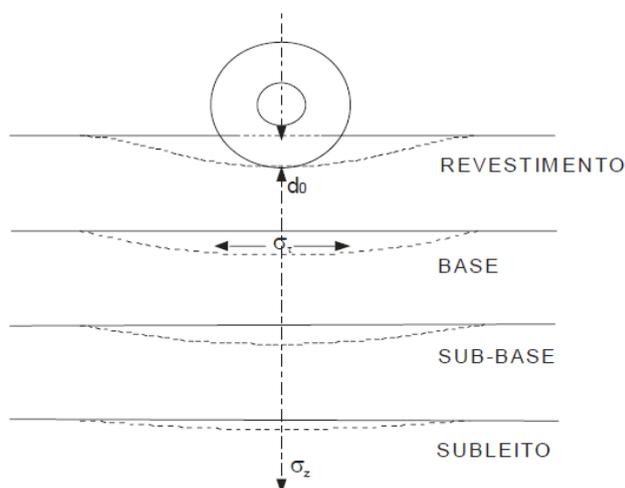
47. Há uma grande variedade de atributos ou parâmetros para caracterizar, por meio de índices, a condição funcional de um pavimento. Destes índices, merece ênfase o *International Roughness Index* - IRI (Índice de Irregularidade).

48. Já a condição estrutural refere-se à capacidade de um pavimento de manter sua integridade estrutural, sem apresentar falhas significativas (IPR-720, 2006, p. 42).

49. A avaliação estrutural objetiva a verificação da adequação do pavimento para resistir às solicitações que lhe são impostas, considerando fatores de tráfego e de vida útil. Essa avaliação pode ser feita por meio de ensaios que aferem as deflexões apresentadas pelo pavimento quando submetidos a determinado carregamento.

50. A deflexão de um pavimento representa a resposta das camadas estruturais e do subleito à aplicação do carregamento. Quando uma carga é aplicada em um ponto (ou uma área) da superfície do pavimento, todas as camadas fletem devido às tensões e às deformações geradas pelo carregamento (IPR-720, 2006, p. 83). A Figura 1 abaixo demonstra o comportamento de um pavimento quando sujeito a uma carga do tráfego:

**Figura 1 – Deformações no pavimento**



- POSIÇÃO ORIGINAL
- POSIÇÃO DEPOIS DA FLEXÃO
- $d_0$  = DEFLEXÃO VERTICAL NO REVESTIMENTO
- $\sigma_t$  = DEFLEXÃO HORIZONTAL DE TRAÇÃO NO REVESTIMENTO
- $\sigma_z$  = DEFORMAÇÃO VERTICAL NO SUBLEITO

Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (Publicação IPR-720, 2006, p. 84).

51. O estudo das deflexões ou das condições de deformabilidade dos pavimentos asfálticos é fundamental à compreensão de seu comportamento, já que estas refletem, em última análise, as condições estruturais das diversas camadas e do próprio subleito (IPR-720, 2006, p. 84).

52. Podem-se distinguir, com respeito à deflexão, as seguintes fases da vida do pavimento (IPR-720, 2006, p. 141, e DNER-PRO 011/79, item 3):

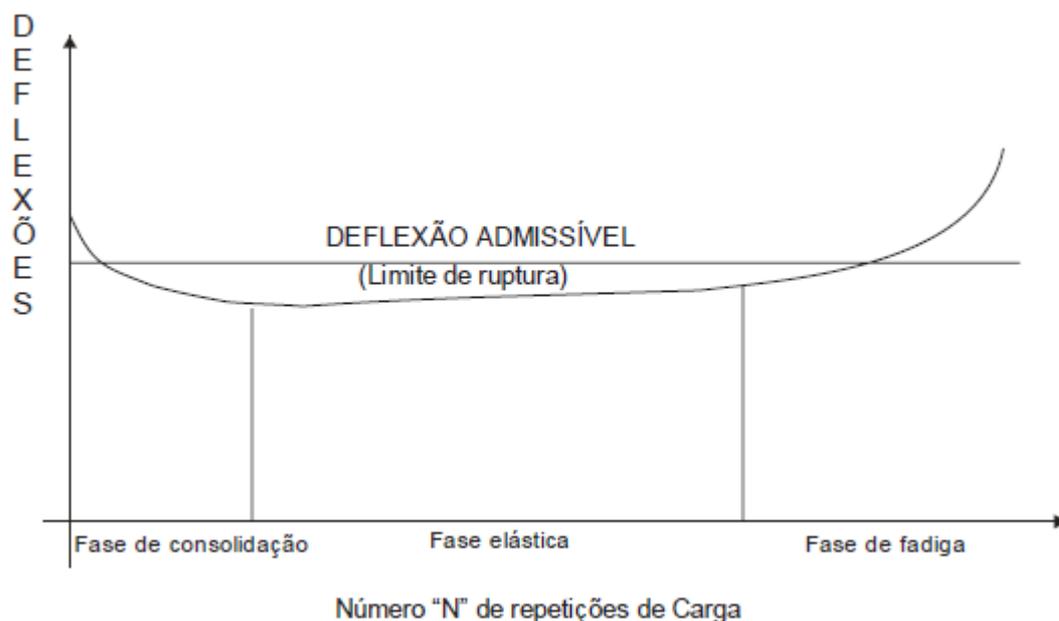
a) fase de consolidação: fase que sucede imediatamente à construção, sendo caracterizada por um decréscimo desacelerado do valor da deflexão, decorrente da consolidação adicional proporcionada pelo tráfego nas diversas camadas do pavimento, e ao fim da qual a deflexão tende a se estabilizar;

b) fase elástica: fase que sucede à de consolidação e que define a vida útil do pavimento, ao longo da qual o valor da deflexão se mantém aproximadamente constante ou cresce ligeiramente; e

c) fase de fadiga: fase que sucede à elástica, caracterizando-se por um crescimento acelerado do valor de deflexão do pavimento devido à perda da capacidade estrutural das camadas do pavimento, sendo também o momento em que a estrutura começa a exteriorizar os efeitos da fadiga, requerendo-se a adoção de medidas para reforço ou recuperação do pavimento.

53. A figura a seguir ilustra as fases descritas anteriormente:

**Figura 2 – Fases da vida do pavimento**

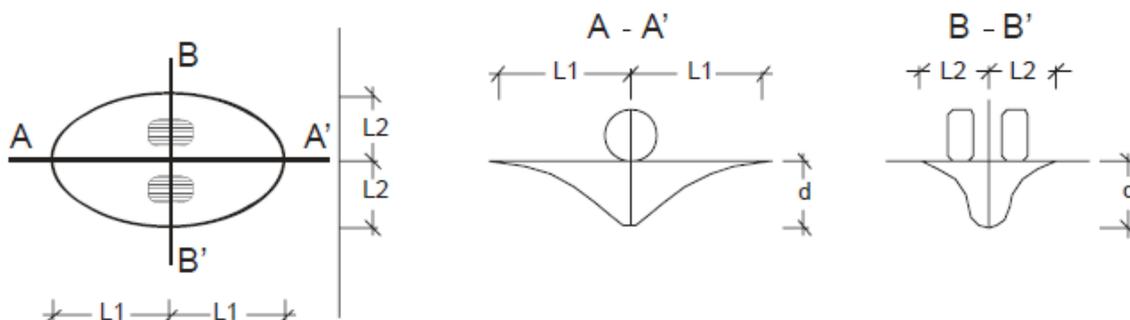


Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (Publicação IPR-720, 2006, p. 142).

54. Outro aspecto importante na avaliação estrutural de um pavimento diz respeito à bacia de deformação, que delimita a área de influência da carga aplicada sobre o pavimento. Considerando-se a aplicação de uma carga de roda dupla estática, a área anexa à carga que sofrerá deformação recuperável assume a forma aproximada de uma elipse, cujo eixo maior coincide com a direção de deslocamento do

tráfego (IPR-720, 2006, p. 81). À superfície assim formada dá-se o nome de bacia de deformação (Figura 3 abaixo).

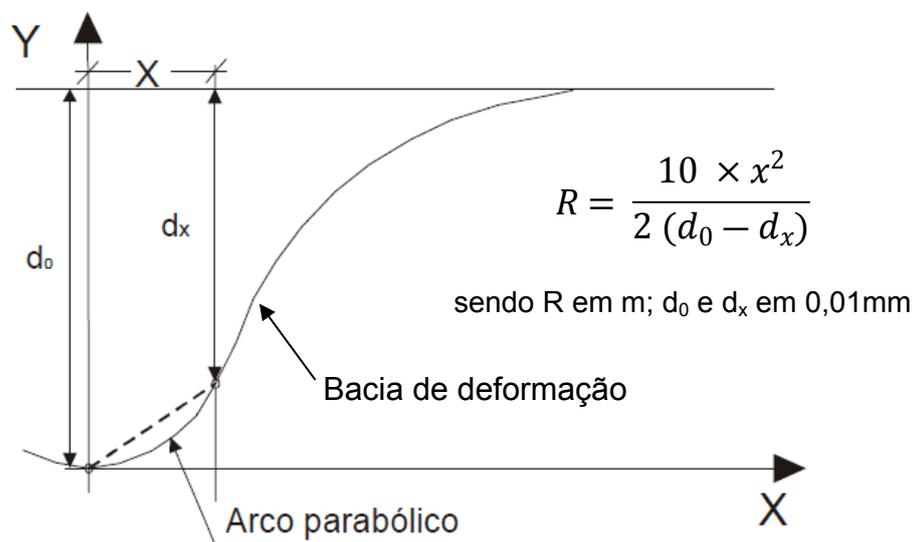
**Figura 3 – Esquema da bacia de deformação**



Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (Publicação IPR-720, 2006, p. 85).

55. Um dos principais parâmetros avaliados na bacia de deformação é o chamado **raio de curvatura**, o qual indica o arqueamento da bacia em sua porção mais crítica, em geral considerada a 25 cm do centro da carga (IPR-720, 2006, p. 82). Uma das expressões de cálculo mais utilizadas é a que corresponde ao ajuste de um arco parabólico que passa pelo ponto considerado, afastado genericamente do centro da carga de um valor “x”, e que depende da deflexão máxima ( $d_0$ ) e da deflexão no ponto considerado ( $d_x$ ), conforme representado na Figura 4 abaixo:

**Figura 4 – Bacia de deformação e raio de curvatura.**



Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (Publicação IPR-720, 2006, p. 86).

56. Um raio de curvatura baixo é indicativo de um severo arqueamento da bacia, denotando uma condição estrutural crítica (IPR-720, 2006, p. 82).

57. Apresentados os conceitos técnicos acima, cabe ainda esclarecer que o procedimento utilizado pela equipe de auditoria para a avaliação estrutural do pavimento do trecho em questão da BR-230/MA consistiu na análise de dados de deflexão fornecidos pelo próprio DNIT, os quais foram medidos por meio do equipamento denominado *Falling Weight Deflectometer* (FWD), aplicando-se a metodologia prevista na norma DNER-PRO 11/79 – Avaliação Estrutural de Pavimentos Flexíveis.

58. Conforme essa metodologia, atribui-se, ao pavimento, uma classificação estrutural segundo os seguintes dados: **Dp** (deflexão de projeto, que corresponde aos valores de deflexão obtidos das

medições realizadas), **Dadm** (deflexão admissível pelo pavimento, calculada em função do tráfego (número N) para o qual é projetado) e **R** (raio de curvatura, obtido a partir da aplicação dos valores de deflexão medidos na fórmula descrita na Figura 4 supra). Em função da classificação, definem-se medidas corretivas a serem adotadas para que o pavimento atenda a vida útil de projeto.

**Tabela 2 – Critérios para Avaliação Estrutural (conforme DNER-PRO 011/79)**

| Hipótese | Dados Deflectométricos Obtidos     | Qualidade Estrutural   | Necessidade de Estudos Complementares | Critério para Cálculo de Reforço | Medidas Corretivas             |
|----------|------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| I        | $D_p \leq D_{adm}$<br>$R \geq 100$ | BOA  | NÃO                                   |                                  | Apenas correções de superfície |
| II       | $D_p > D_{adm}$<br>$R \geq 100$    | Se $D_p \leq 3 D_{adm}$<br>REGULAR   | NÃO                                   | Deflectométrico                  | Reforço                        |
|          |                                    | Se $D_p > 3 D_{adm}$<br>MÁ   | SIM                                   | Deflectométrico e Resistência    | Reforço ou Reconstrução        |
| III      | $D_p \leq D_{adm}$<br>$R < 100$    | REGULAR PARA MÁ  | SIM                                   | Deflectométrico e Resistência    | Reforço ou Reconstrução        |
| IV       | $D_p > D_{adm}$<br>$R < 100$       | MÁ   | SIM                                   | Resistência                      | Reforço ou Reconstrução        |
| V        | -                                  | MÁ<br>O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas (IGG>180) | SIM                                   | Resistência                      | Reconstrução                   |

Fonte: DNER-PRO 011/79

59. Dessa forma, a identificação de pontos com deflexão superior à deflexão admissível ou com raio de curvatura menor do que 100 indica que o pavimento, nesses pontos, já requer medidas de reforço ou reconstrução. Essa condição, quando verificada em uma rodovia recentemente restaurada, tal qual o trecho da BR-230/MA em questão, denota que o pavimento não cumprirá a vida útil para a qual foi projetado.

60. Posto isso, passa-se à análise dos argumentos.

III.1.1. Argumento: a norma DNER-PRO 011/79 não poderia ser utilizada para fins de avaliação da qualidade estrutural do pavimento executado nas obras de restauração do DNIT, sendo apenas uma ferramenta para a elaboração de projetos de engenharia de restauração.

61. Não obstante a norma seja usualmente utilizada no dimensionamento de projetos de restauração, a metodologia empregada permite a interpretação dos dados para fins de avaliação da condição estrutural do pavimento após a sua execução. Um pavimento recém restaurado não deve apresentar valores de deflexão e de raio de curvatura que indiquem a necessidade de intervenções de restauração na forma prevista na DNER-PRO 011/79. Se isso ocorrer, significa que o pavimento recém restaurado já requer medidas de reforço ou reconstrução, e que, portanto, a sua restauração não atingiu o êxito desejado.

62. Cabe registrar que a própria norma, ao descrever o seu objetivo, no item 1, menciona:

## 1 OBJETIVO

Esta norma tem por objetivo estabelecer os procedimentos necessários para **a avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis existentes**, apontar as causas de suas deficiências e **fornecer elementos para o cálculo da vida restante** ou do reforço necessário para um novo número de solicitações de eixos equivalentes a eixo padrão durante o período considerado (número N). (grifou-se)

63. Portanto, não se acata o argumento.

III.1.2. Argumento: os normativos técnicos do DNIT aplicáveis à obra em questão não conteriam exigências relativas à avaliação estrutural do pavimento e ao cumprimento de parâmetros de deflexão máxima para fins de controle de qualidade da obra.

64. De fato, os normativos técnicos vigentes à época do Contrato 96/2010 não continham exigência de avaliação estrutural do pavimento por meio de deflexões para fins de aceitação dos serviços.

65. Entretanto, a qualidade do pavimento é uma característica intrínseca ao objeto contratado. Em outras palavras, não se afigura razoável que uma obra de restauração apresente durabilidade inferior àquela que foi concebida em seu projeto, salvo nos casos em que a deficiência de qualidade está atribuída a falhas de projeto e que não haja culpa dos responsáveis pela execução da obra no que diz respeito à identificação e à correção dessas falhas.

66. Ressalta-se que, no caso em exame, o consórcio construtor promoveu uma revisão do projeto, adequando-o à condição atualizada da rodovia naquela época (peça 72, p. 6-7). Desse modo, as deficiências de qualidade da obra executada lhe são imputáveis, sejam decorrentes de falhas na execução, sejam oriundas de falhas de projeto.

67. Adicionalmente, cabe acrescentar que, em caso anterior, o Tribunal se pronunciou firmando o entendimento no sentido da admissibilidade da exigência do cumprimento de parâmetros de qualidade, ainda que não estabelecidos em normas específicas para essa finalidade, conforme se depreende do trecho do voto que fundamentou o Acórdão 1.452/2009-TCU-Plenário, de relatoria do Ministro Substituto Marcos Bemquerer, transcrito a seguir:

6. De fato, a equipe de auditoria confirma a informação de que as normas do DNIT não estabelecem padrão de medição de irregularidade na construção de pavimentos rígidos. O quociente de irregularidade máximo admitido pela Norma DNIT 31/2006, de 35 contagens por quilômetro (QI= 35 contagens/km), é específico para a construção de pavimentos flexíveis. Disso resulta que, na forma como vêm sendo aplicadas, as normas técnicas do DNIT privilegiam tão-somente o controle da composição dos serviços relacionados à execução do pavimento rígido, sem controlar a qualidade desses serviços após o acabamento da placa.

7. Todavia, sob o aspecto técnico, cumpre considerar que o desconforto ao rolamento poderá prejudicar, no longo prazo, a estrutura da pista, diminuindo a sua vida útil e aumentando os custos de manutenção, conforme consta do seguinte trecho do relatório da equipe de fiscalização:

“Os parâmetros funcionais e estruturais, conquanto avaliáveis separadamente, são interdependentes. O desconforto ao rolamento, por exemplo, em decorrência da frequência exagerada de juntas de construção ou de outro defeito construtivo, pode representar a médio e longo prazo comprometimento da estrutura do pavimento. O que, num primeiro momento, significa para o usuário apenas a sensação desagradável de sentir o veículo pulando seguidamente (sempre que passa sobre uma junta), vai paulatinamente degradando o pavimento: como este foi dimensionado para cargas estáticas (considera-se que os veículos deslizam sobre a rodovia), quando ele é submetido a cargas dinâmicas (impactos resultantes dos pulos do veículo sobre a rodovia), a tendência é de desgaste acelerado do pavimento, com redução da vida útil.

De todos os parâmetros, o conforto ao rolamento ganha relevo. Além de ser passível de verificação objetiva, por meio dos índices de conforto e de irregularidade longitudinal (QI, IRI, IP), ele impacta diretamente os destinatários finais do empreendimento (os usuários, seja com a satisfação de uma direção suave, seja pela diminuição dos riscos de des controle do

veículo), e pode implicar, caso negativo, danos à estrutura do pavimento, diminuindo a vida útil e aumentando os custos de manutenção.”

8. Sob o enfoque jurídico, **não é admissível que o vácuo normativo do DNIT acerca dos quocientes de irregularidade dos pavimentos rígidos, decorrente da falta de tradição da autarquia por essa modalidade construtiva, venha a servir como justificativa à entrega de obras com menor nível de conforto aos usuários e risco de deficiência de execução.** Atentando-se para os princípios constitucionais da eficiência da Administração Pública e da economicidade dos atos de gestão, seria um contrassenso admitir que obras ao custo de R\$ 5 milhões por quilômetro, muito superior aos encontrados em grande parte das obras rodoviárias em pavimento flexível, venham a resultar um produto pior, sob o ponto de vista dos usuários, e que ainda poderá sofrer perda da sua maior robustez estrutural.

9. A equipe de auditoria informa que o conforto ao rolamento pode ser traduzido pelo International Roughness Index - IRI, aferido sobre o perfil longitudinal do pavimento mediante equipamentos específicos (perfilômetros). Esclarece, ainda, que o QI, adotado pelo DNIT, correlaciona-se com o IRI pela fórmula  $QI = 13 \times IRI$ , de modo que o QI máximo de 35 contagens/km equivale a um IRI de 2,7 m/km. Esse valor é compatível com a especificação técnica de IRI menor ou igual a 2,8 m/km, adotado pelo Departamento de Estradas de Rodagens do Estado do Paraná. (grifou-se)

68. Assim, resta claro que o fato de o DNIT não ter estabelecido, à época das obras, limites de aceitação para parâmetros de qualidade não serve como justificativa para a entrega de obras com falhas construtivas que acarretam menor nível de conforto aos usuários ou diminuição da vida útil do pavimento.

III.1.3. Argumento: os resultados obtidos estariam associados às condições precárias do pavimento anteriores à execução da obra, de modo que, após a restauração, seria normal a ocorrência de locais com deflexões elevadas.

69. Tal argumento foi trazido pelo consórcio construtor, no entanto não se apresentou qualquer fundamentação técnica para a alegação de que, em face das condições precárias do pavimento preexistentes, seria “fato normal em engenharia o risco de ocorrência de deflexão, em parte do trecho, após a conclusão da obra” (peça 48, p. 19).

70. Em tese, as soluções de projeto adotadas na obra, as quais, frise-se, foram revisadas pelo consórcio construtor, deveriam se mostrar suficientes para dotar o pavimento da capacidade estrutural necessária para suportar a vida útil requerida. Ressalta-se que o projeto de restauração (revisado pela construtora) contemplou, para a totalidade do trecho contratado, soluções de reconstrução do pavimento (peça 72, 1ª RPFO, p. 51).

71. Ainda que, de fato, tenha havido uma redução significativa das deflexões após a restauração, tal como afirmou o consórcio, a ocorrência de pontos com valores de deflexão ou de raio de curvatura que extrapolam os limites de aceitabilidade constantes de normativos do DNIT e adotados pela equipe de auditoria demonstra que, nesses locais, as soluções projetadas ou a sua execução não tiveram o êxito desejado.

III.1.4. Argumento: deflexões medidas com Viga Benkelman na conclusão da obra demonstrariam uma redução significativa dos valores preexistentes à obra; ademais, seriam inferiores às deflexões obtidas pelo DNIT em 2012 pelo fato de estas terem sido convertidas de valores de FWD para valores equivalentes a deflexões de Viga Benkelman por correlação matemática imprecisa, que tenderia a aumentar o valor da deflexão, distorcendo os resultados.

72. O argumento carece de elementos comprobatórios, uma vez que não foram apresentados os dados do suposto levantamento feito com Viga Benkelman na conclusão da obra, devidamente atestados pela fiscalização do DNIT, a partir do qual se chegaram aos intervalos de valores de deflexão informados na Tabela 1 supra.

73. Por outro lado, assiste parcial razão ao argumento sobre a correlação adotada pela equipe de

auditoria para conversão das medidas realizadas pelo DNIT com o FWD em valores referentes à Viga Benkelman.

74. Vale esclarecer que a principal diferença entre os dois equipamentos está na forma de aplicação de carga: dinâmica no FWD e estática na Viga Benkelman. Conforme o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (IPR-720, 2006, p. 86), a maior vantagem do FWD é a sua capacidade de simular as características de uma carga de tráfego transiente em termos de magnitude e frequência, o que não ocorre no ensaio estático com Viga Benkelman. As deflexões resultantes se aproximam, portanto, daquelas que seriam causadas por uma carga real dinâmica.

75. Os métodos de projeto de restauração, assim como os sistemas de gerência de pavimentos usualmente empregados pelo DNIT, até então, utilizam as deflexões Benkelman como parâmetro. Assim, o objetivo de estabelecer correlações entre as deflexões medidas com a Viga Benkelman e com o FWD é, a partir da deflexão obtida por este último equipamento, prever a deflexão correspondente da viga, validando o emprego das deflexões obtidas com o FWD nos métodos de projeto de restauração e nos sistemas de gerência de pavimentos.

76. Na avaliação estrutural realizada no presente caso, a equipe de auditoria utilizou a correlação apresentada na Tese de Doutorado do Eng. Salomão Pinto (COPPE/UFRJ-1991) intitulada “Estudo do Comportamento à Fadiga de Misturas Betuminosas e Aplicação na Avaliação Estrutural do Pavimento”, descrita no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (IPR-720, 2006, p. 88), a saber:

$$D_{VB} = -5,73 + 1,396 D_{FWD}, \text{ onde:}$$

$$D_{VB} = \text{deflexão Benkelman e } D_{FWD} = \text{deflexão FWD}$$

77. Embora o consórcio construtor não tenha apresentado qualquer evidência que comprove a sua afirmação de que a correlação adotada pela equipe de auditoria tenderia a “aumentar o valor da deflexão, distorcendo os resultados”, pode haver, de fato, uma imprecisão nessa correlação.

78. Depreende-se isso do próprio Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (IPR-720, 2006), que, na página 88, consta que:

As correlações entre deflexões características obtidas por Viga Benkelman e FWD são dependentes de diversos fatores e, principalmente, da resposta elástica da estrutura de pavimento que está sendo avaliada. Portanto, **não existem correlações de aplicação generalizada**, porém constata-se que geralmente as deflexões características Benkelman e os respectivos desvios padrões possuem valores superiores aos obtidos pelo FWD.

Os projetistas que utilizarem o FWD devem estabelecer suas próprias correlações com base em pesquisas locais.

79. No mesmo sentido, BERNUCCI et al. (2010), ao tratar das diferenças entre os dois equipamentos, ensinam que:

Embora ambos os tipos de defletômetro sejam preparados para medir os deslocamentos elásticos, pelas diferenças de concepção entre eles, as deflexões não são iguais, **nem existe uma correlação simples e universal entre as medidas realizadas com o FWD e a VB**. Em cada tipo de pavimento pode-se obter certa correlação entre esses valores, porém não generalizável.

(BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação Asfáltica. Rio de Janeiro, 2010).

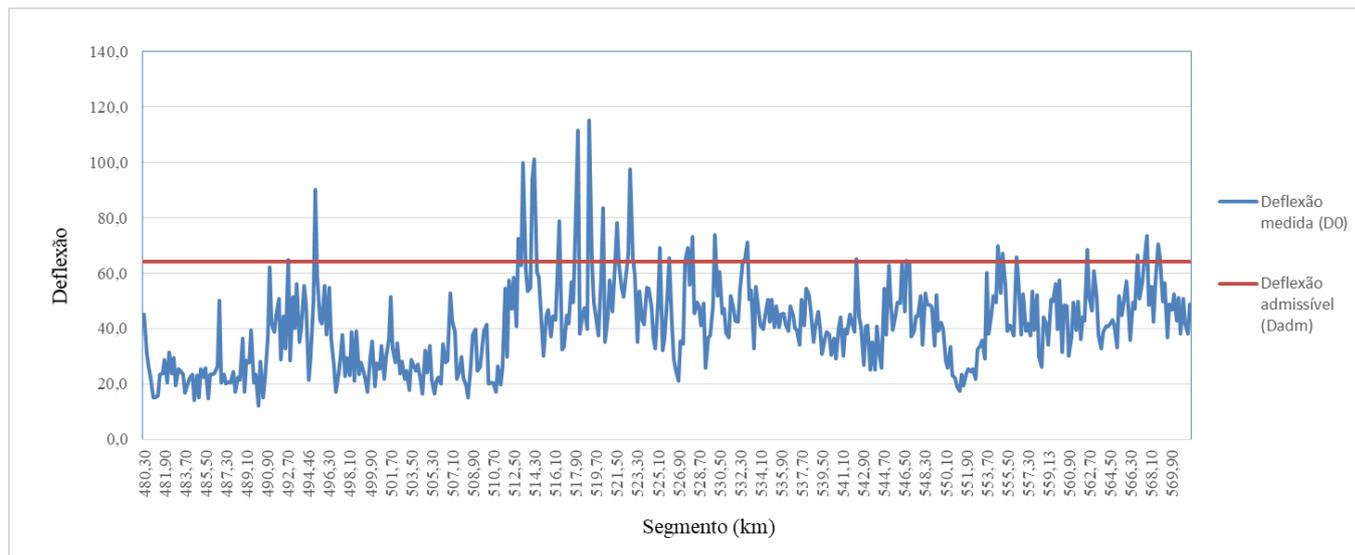
80. Assim, em que pese não restar comprovada a impropriedade na correlação adotada pela equipe de auditoria, o ideal seria obter a correlação real para a estrutura de pavimento executada na restauração do trecho da BR-230/MA em questão. Contudo, não mais se teria a garantia de êxito na obtenção de uma correlação representativa, dado o lapso de tempo decorrido desde a conclusão da obra.

81. Nesse sentido, diante da improbabilidade de se estabelecer uma correlação precisa entre as medidas de deflexão obtidas pelo FWD e as deflexões Benkelman, e haja vista que o presente processo visa à apuração de eventuais danos e responsabilidades decorrentes de deficiências de qualidade em uma

obra já concluída, pondera-se que, especialmente no caso ora em apreço, de forma conservadora, em favor dos responsáveis, e no intuito de assegurar que o eventual débito a ser apurado não exceda o real valor devido, conforme previsto no art. 210, §º 1º, inc. II, do Regimento Interno do TCU, cabe adotar na avaliação estrutural, para fins de comparação com o valor admissível, os valores de deflexão obtidos pelo FWD.

82. Observa-se, conforme a Figura 5 abaixo, que, mesmo adotando os valores de FWD, ainda permanecem segmentos com deflexões superiores ao valor admissível (aproximadamente 8% da extensão total).

**Figura 5 – Deflexões medidas com FWD x Deflexão admissível**



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do levantamento com FWD (peça 75).

III.1.5. Argumento: as medições de deflexão teriam ocorrido possivelmente quando o pavimento restaurado ainda estava na fase de consolidação, o que justificaria valores acima da deflexão admissível.

83. O argumento trazido trata-se de mera suposição, não havendo elementos técnicos que comprovem a hipótese aventada.

84. Além disso, as medições de deflexão consideradas pela auditoria foram realizadas **após pelo menos seis meses** decorridos da conclusão da obra (a última medição do contrato referiu-se a agosto/2011 e as medições de deflexão ocorreram em março/2012).

85. Embora não se tenham informações específicas acerca do tema nos manuais ou normativos do DNIT, há documentos técnicos no âmbito de alguns departamentos estaduais de estradas de rodagem que, para fins de aceitação do pavimento, estabelecem prazos inferiores a seis meses para realização de medidas de deflexão, a exemplo de excerto de normativo do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC transcrito abaixo (peça 73):

Procedimento para a determinação dos limites máximos aceitáveis de deflexão recuperável das camadas do pavimento (Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC):

3.5. Critérios para determinação da medida da deflexão

(...) As medidas de deflexão nas camadas asfálticas deverão ser efetuadas imediatamente após a execução e em torno de 8, 30, 90 e 180 dias (...)

OBS: A verificação das medidas de deflexão após 30 dias, serão para estudos e acompanhamento de sua evolução.

III.1.6. Conclusões quanto à condição estrutural do pavimento:

86. Ante as análises acima, conclui-se que os argumentos apresentados não afastam os indícios

de deficiência da qualidade estrutural do pavimento entregue nas obras de restauração do trecho da BR-230/MA objeto do Contrato 96/2010.

87. Contudo, há que se fazerem duas ressalvas quanto ao critério adotado para aceitação do pavimento na metodologia empregada pela equipe de auditoria.

88. A primeira ressalva diz respeito ao parâmetro referencial de deflexão.

88.1. Conforme já mencionado, a equipe de auditoria, em função das medidas de deflexão, classificou o pavimento conforme a norma DNER-PRO 011/79, que atribui à qualidade estrutural do pavimento os seguintes conceitos: “bom”, “regular”, “regular para má” e “má” (Tabela 2 supra).

88.2. Os segmentos cuja qualidade estrutural foi classificada como “regular”, “regular para má” e “má” foram rejeitados no critério adotado pela equipe de auditoria.

88.3. Ou seja, foram aceitos apenas os segmentos com qualidade estrutural “boa”, que é atribuída ao pavimento que apresenta deflexões menores ou iguais à deflexão admissível e raio de curvatura maior ou igual a 100 ( $D_p \leq D_{adm}$  e  $R \geq 100$ ).

88.4. Ocorre que, posteriormente à auditoria, o DNIT expediu a Instrução de Serviço 13/2013 (peça 74), a qual define e padroniza procedimentos técnicos e administrativos para recebimento de obras rodoviárias de pavimentação (pavimentos novos e restaurados), que foram objeto de intervenções de caráter estrutural.

88.5. Vale ressaltar que essa instrução resulta da consolidação dos trabalhos da FOC (Fiscalização de Orientação Centralizada) da qual fez parte a auditoria em questão no presente processo, que havia apontado, justamente, a ausência de normativos dispondo de critérios para aceitação de obras rodoviárias, dando, por conseguinte, origem ao Acórdão 328/2013-TCU-Plenário, que contemplou a seguinte determinação ao DNIT:

9.1. determinar ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) que, no prazo de 90 (noventa) dias, apresente ao TCU estudo que defina parâmetros mínimos de aceitabilidade de obras rodoviárias de construção, adequação e restauração, contemplando obrigatoriamente os seguintes aspectos:

9.1.1 exigência de ensaios deflectométricos e de irregularidade longitudinal, sem prejuízo de outros ensaios que forem considerados necessários;

9.1.2 procedimento administrativo a ser adotado no recebimento provisório e definitivo das obras dentro de sua competência, de modo a aferir objetivamente os critérios de aceitabilidade dos serviços;

9.1.3 procedimento administrativo a ser adotado com vistas a garantir o pleno cumprimento dos arts. 67, § 1º, e 69 da Lei 8.666/93; (...)

88.6. No que diz respeito à avaliação das deflexões, a IS 13/2013 define, entre outros padrões de desempenho a serem atendidos para aceitação do pavimento, a exigência de deflexões inferiores ou iguais à deflexão admissível **multiplicada por 1,1** e raio de curvatura maior que 100 ( $D_p \leq 1,1 \times D_{adm}$  e  $R > 100$ ).

88.7. Embora a IS 13/2013 tenha sido publicada após a obra de restauração da BR-230/MA, o critério de avaliação de deflexões previsto nessa norma é mais favorável aos responsáveis do que o adotado pela equipe de auditoria (já que aceita deflexões até 10% superiores à admissível).

88.8. Por essa razão, entende-se ser pertinente adotar o critério de avaliação de deflexões previsto na IS 13/2013.

89. A segunda ressalva quanto ao critério adotado para aceitação do pavimento na metodologia empregada pela equipe de auditoria relaciona-se ao **parâmetro referencial de raio de curvatura**.

89.1. O cálculo do raio de curvatura realizado pela equipe de auditoria considerou a expressão descrita na Figura 4 supra, adotando, como parâmetros, as medidas de deflexão obtidas do FWD no

centro de aplicação da carga ( $d_0$ ) e a 20 cm deste ponto ( $d_{20}$ ).

89.2. Contudo, depreende-se, da leitura de normativos do DNIT e outras fontes bibliográficas, que o adequado seria calcular o raio de curvatura considerando medidas de deflexão no centro de aplicação da carga ( $d_0$ ) e a 25 cm deste ponto ( $d_{25}$ ).

89.3. O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (IPR-720, 2006, p. 82), no capítulo que trata das noções de deformabilidade dos pavimentos, explica, quanto ao raio de curvatura:

Diversas tentativas foram efetuadas no sentido de identificar parâmetros ligados à forma das deformadas que auxiliassem na avaliação estrutural. Entre eles talvez o mais difundido seja o chamado raio de curvatura ( $R$ ), parâmetro indicativo do arqueamento da deformada na sua porção mais crítica, **em geral considerada a 25 cm do centro da carga**. (grifou-se)

89.4. Ademais, BERNUCCI et al. (2010) definem o conceito de raio de curvatura como sendo “círculo ou arco de parábola que passa por dois pontos da deformada (Viga Benkelman), normalmente sob a carga e a 25 cm do centro da mesma ( $d_0$  e  $d_{25}$ )” (BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação Asfáltica. Rio de Janeiro, 2010).

89.5. No mesmo sentido, a IS 13/2013, ao definir os procedimentos técnicos a serem realizados para aceitação das obras rodoviárias, estabelece:

Serão efetuadas medidas de deflexão ( $D_0$  e  $D_{25}$ ) com equipamento normatizado pelo DNIT, com espaçamento definido conforme alínea (a) deste item. O raio de curvatura será calculado apenas para os pavimentos flexíveis – asfálticos. (...)

89.6. Ocorre que o levantamento deflectométrico balizador da avaliação feita pela equipe de auditoria não trouxe medidas de deflexão a 25 cm do centro de aplicação da carga, conforme se verifica na peça 10 destes autos. As leituras de deflexão que mais que se aproximaram da deflexão  $d_{25}$  são aquelas obtidas a 20 cm ( $d_{20}$ ) e a 30 cm ( $d_{30}$ ) do centro de aplicação da carga.

89.7. Além disso, observa-se que a decisão por utilizar uma ou outra dessas medidas ( $d_{20}$  ou  $d_{30}$ ) influencia substancialmente o valor do raio de curvatura e, por conseguinte, o resultado da avaliação estrutural, conforme comparativo apresentado na peça 76.

89.8. Note-se que, quando se adota o cálculo do raio de curvatura com medidas de deflexão a 20 cm do centro de aplicação da carga (critério adotado pela equipe de auditoria), 32% dos segmentos são reprovados ( $R \leq 100$ ). Por sua vez, quando se utilizam deflexões a 30 cm do centro de aplicação da carga, apenas 2% dos segmentos são reprovados ( $R \leq 100$ ).

89.9. Diante da ausência de medidas de deflexão  $d_{25}$  e da substancial discrepância entre os raios de curvatura obtidos a partir das medidas de deflexão  $d_{20}$  e  $d_{30}$ , avalia-se que, neste caso específico, cabe, excepcionalmente, e de forma conservadora, adotar o critério mais favorável ao auditado, qual seja, raio de curvatura calculado a partir da medida de deflexão  $d_{30}$ .

90. Destarte, adotando-se o critério de avaliação estrutural proposto nesta instrução, recapitulando: exigência de deflexões inferiores ou iguais à deflexão admissível **multiplicada por 1,1** e cálculo do raio de curvatura segundo as deflexões  $d_0$  e  $d_{30}$ ; e considerando também, para fins de comparação com a deflexão admissível, os valores medidos com o FWD (sem uso de correlações, conforme abordado no tópico III.1.4), conclui-se que 96,30% do trecho apresentava condição estrutural aceitável e 3,70% apresentava condição estrutural reprovável (peça 77).

III.2. Com relação aos diversos defeitos no revestimento do pavimento, tais como exsudações, trincas, trilhas de roda, painelas e escorregamentos, em determinados segmentos do trecho.

91. Verifica-se, em síntese, que a manifestação do consórcio construtor traz argumentos que enveredam no intuito de minimizar a magnitude dos defeitos apontados. Por sua vez, a manifestação do DNIT sinaliza a adoção de ações corretivas.

92. Analisando-se, inicialmente, os elementos trazidos pelo DNIT, constata-se que apenas uma

parte dos defeitos apontados no Relatório de Fiscalização 1023/2012 foi solucionada, restando defeitos para os quais não foram apresentadas informações acerca de eventuais medidas corretivas, no caso, as ocorrências de exsudação e afundamento de trilha de roda entre os km 509 e 511,7, entre os km 530 e 531,5, e entre os km 531,5 e 533,9, assim como alguns defeitos isolados, que incluem painelas, trincas e escorregamentos.

93. Especificamente quanto aos afundamentos de trilhas de roda, o argumento de que as flechas estariam dentro de limites aceitáveis pode ser acatado, tendo em vista que a IS 13/2013 (norma que, embora posterior à execução da obra, define procedimentos para recebimento de obras rodoviárias do DNIT), estabelece, como parâmetro de aceitação, o valor máximo de 5,0 mm, sendo que as medidas de flecha realizadas com perfilômetro pela empresa Cibernétrica (contratada pelo TCU) apontaram um valor máximo estatístico de 3,3 mm, tendo-se encontrado apenas dois pontos com valores de flecha superiores a 5,0 mm (peça 48, p. 7), dos quais um está no segmento que foi corrigido pela empresa construtora.

94. Dessa forma, restariam sem solução os problemas de exsudação identificados entre os km 509 e 511,7, entre os km 530 e 531,5, e entre os km 531,5 e 533,9, assim como os demais defeitos isolados no pavimento. Como medidas saneadoras, caberia a correção dos defeitos ou a reparação do dano ao Erário por parte da empresa construtora.

95. Entretanto, em face do tempo decorrido desde a conclusão da obra, tendo a rodovia sido objeto de outras intervenções de manutenção posteriores, que, provavelmente, atacaram os defeitos apontados, não é possível, no presente momento, exigir medidas corretivas por parte da construtora, tampouco identificar com precisão o valor do dano associado aos referidos defeitos.

96. Cabe, também, reconhecer que as ocorrências foram pontuais e não representaram defeitos de relevante gravidade ou risco aos usuários da rodovia. Ademais, o Relatório de Fiscalização 1023/2012, com base nos ensaios de IRI, concluiu que a superfície da rodovia estava em boas condições de trafegabilidade em grande parte de sua totalidade na data da fiscalização (IRI < 2,7 m/km).

97. Em face dessas ponderações, avalia-se que, excepcionalmente, as justificativas apresentadas podem ser acolhidas, não sendo necessários encaminhamentos específicos relativos ao presente tópico.

III.3. Com relação às deficiências na fiscalização do referido contrato, em razão de, no ato de recebimento provisório e em definitivo da obra, não terem sido efetuados ensaios que avaliassem objetivamente a qualidade da rodovia, tais como LVC, IRI e FWD.

98. Em síntese, o DNIT defende não ter havido deficiências na fiscalização pelo fato de que, à época, não existiriam normativos que demandassem a realização de uma avaliação estrutural do pavimento por ocasião do recebimento da obra. Adicionalmente, afirma que, mesmo não sendo obrigatórias, teriam sido realizadas medições com Viga Benkelman no final da execução do revestimento, as quais teriam apresentado resultados satisfatórios.

99. Analisando-se os elementos trazidos pelo DNIT (peça 37, p. 3-7), verifica-se o resultado de medidas de deflexão realizadas com Viga Benkelman entre as estacas 8560 e 8509, ou seja, em um trecho de apenas 1,02 km de extensão. Somente com esses dados, não se pode comprovar que a fiscalização atestou as condições estruturais de toda a extensão do trecho contratado, que é de 91,21 km.

100. Contudo, de fato, não havia, à época, exigência normativa para a realização dos referidos ensaios quando do recebimento da obra, de modo que não se poderia exigir, dos responsáveis pela fiscalização do Contrato 96/2010, conduta diversa da que adotaram.

101. Ante o exposto, considera-se elidida a irregularidade quanto ao presente tópico.

102. Ressalta-se que o mesmo entendimento não isenta o consórcio construtor da responsabilidade pela deficiência de qualidade da obra executada, haja vista que a omissão normativa na definição dos procedimentos para recebimento da obra não pode servir de justificativa para a entrega,

por parte do contratado, de um pavimento com vida útil inferior àquela para qual foi concebido, conforme já abordado no tópico III.1.2 desta instrução.

#### III.4. Conclusão sobre as análises

103. Em face das análises, conclui-se pela confirmação de parte das irregularidades apontadas no Relatório de Fiscalização 1023/2012, especificamente, no que concerne à execução de serviços com qualidade deficiente (Achado 3.1 do Relatório de Fiscalização 1023/2012), tendo-se mantidos os indícios de comprometimento da capacidade estrutural do pavimento em 3,70% do trecho, percentual inferior ao que havia sido apontado no Relatório de Fiscalização (35,52%).

104. Dessa forma, configurada a irregularidade da qual resulta dano ao erário, mostra-se pertinente, em observância ao art. 47 da Lei 8.443/1992, c/c o art. 252 do Regimento Interno do TCU, a conversão deste processo em tomada de contas especial.

105. O prejuízo ao erário está associado ao fato de não haver sido entregue, à Administração, uma obra de restauração compatível, em termos de vida útil, com aquela que foi objeto da contratação, sendo que, para fins de quantificação, pode ser considerado como sendo o menor dos seguintes valores:

a) a soma das quantias pagas no Contrato 96/2010 relativas aos serviços de pavimentação executados nos segmentos reprovados na avaliação estrutural; ou

b) a soma dos custos incorridos na implementação das soluções necessárias para dotar o pavimento de condições estruturais suficientes para suportar a vida útil prevista no projeto.

106. No tocante à alínea “a” supra, realizou-se uma estimativa de dano com base nos quantitativos de pavimentação executados na pista de rolamento dos segmentos reprovados e nos preços contratados, obtendo-se um montante de R\$ 2.912.846,75, conforme memória de cálculo apresentada na peça 78 (valor a PI, na data-base 11/2008, já considerando a parcela de reajustamento).

107. Quanto à alínea “b”, não se dispõe, neste processo, de dados para realização do dimensionamento e previsão do custo das soluções necessárias para reestabelecer a vida útil do pavimento.

108. Não obstante, avalia-se que o dano calculado na forma prevista na alínea “a” (R\$ 2.912.846,75) pode ser utilizado como parâmetro para instauração da TCE e, inclusive, para citação dos responsáveis, sem prejuízo de que posteriormente sejam trazidos aos autos elementos passíveis de avaliação dos custos descritos na alínea “b” para posterior comparação com o dano ora calculado.

109. Além disso, para fins de atualização do débito, considera-se pertinente adotar a data de término do contrato (1/2/2012), sobretudo em razão da ausência de elementos nos autos que permitam apurar as datas nas quais foram efetuados os pagamentos ao consórcio construtor pelos serviços executados nos segmentos considerados reprovados na avaliação estrutural, em consonância com o disposto no art. 210, § 3º do Regimento Interno do TCU.

110. Ademais, entende-se que a responsabilidade pelo dano ao erário deve ser atribuída exclusivamente ao Consórcio Aterpa/Cimcop, haja vista que não se configurou o nexo de causalidade entre os fatos inquinados e a conduta dos agentes públicos do DNIT. Ressalta-se que já existe, no TCU, entendimento no sentido de ser possível condenar em débito apenas a contratada como responsável pelo dano ao erário, sem a responsabilização solidária de agente público, com fundamento no art. 71, inciso II, da Constituição Federal, c/c o art. 5º, inciso II, da Lei 8.443/1992 (Acórdão 1.546/2017-TCU-Plenário – Relator: Min. José Múcio Monteiro).

#### **CONCLUSÃO**

111. Nesta instrução, realizou-se a análise das manifestações do DNIT e do Consórcio Aterpa/Cimcop em resposta às oitivas determinadas pelo Exmo. Ministro José Múcio (peça 18), em face dos indícios de irregularidade apontados no Relatório de Fiscalização 1023/2012.

112. Com relação à irregularidade concernente à execução de serviços com qualidade deficiente (Achado 3.1 do Relatório de Fiscalização 1023/2012), mantiveram-se os indícios de comprometimento da capacidade estrutural do pavimento em 3,70% do trecho, percentual inferior ao que havia sido apontado no Relatório de Fiscalização (35,52%) (item III.1 desta instrução). Por outro lado, considerou-se elidida a irregularidade quanto aos aspectos funcionais do pavimento, sobre os quais haviam sido apontadas falhas pontuais no revestimento ao longo do trecho fiscalizado (item III.2 desta instrução).

113. Com relação à irregularidade concernente à deficiência na fiscalização do contrato (Achado 3.2 do Relatório de Fiscalização 1023/2012), apontada em face da ausência de ensaios que avaliassem objetivamente a qualidade da rodovia quando do recebimento da obra, tais como LVC, IRI e FWD, considerou-se elidida, uma vez que, à época, não havia normativos que demandassem a realização dos referidos ensaios, de modo que não se poderia exigir, dos responsáveis pela fiscalização do contrato, conduta diversa da que adotaram (item III.3 desta instrução).

114. Diante da confirmação de irregularidade da qual resulta dano ao erário, propõe-se, em observância ao art. 47 da Lei 8.443/1992, c/c o art. 252 do Regimento Interno do TCU, a conversão deste processo em tomada de contas especial.

115. Ressalta-se que o dano ao erário foi estimado, a princípio, em R\$ 2.912.846,75 (considerado na data de término do contrato, 1/2/2012, para fins de atualização do débito), a ser imputado, exclusivamente, às empresas Construtora Aterpa S/A (CNPJ 17.162.983/0001-65) e da Cimcop S/A – Engenharia e Construções (CNPJ 17.161.464/0001-82), integrantes do Consórcio Aterpa/Cimcop, haja vista que não se configurou o nexo de causalidade entre os fatos inquinados e a conduta de agentes públicos do DNIT.

#### **PROPOSTA DE ENCAMINHAMENTO**

116. Ante o exposto, submetem-se os autos à consideração superior, propondo que o Tribunal:

a) determine, com fundamento no art. 47 da Lei 8.443/1992, a conversão dos presentes autos em tomada de contas especial, na forma prevista no art. 41 da Resolução TCU 259/2014, e autorize a citação da Construtora Aterpa S/A (CNPJ 17.162.983/0001-65) e da Cimcop S/A – Engenharia e Construções (CNPJ 17.161.464/0001-82), empresas integrantes do Consórcio Aterpa/Cimcop, para que, no prazo de quinze dias, apresentem alegações de defesa quanto à irregularidade detalhada a seguir:

a.1) Irregularidade: execução de serviços com qualidade deficiente em parte do trecho objeto do Contrato 96/2010 (obras de restauração da rodovia BR-230/MA, segmento km 480,28 ao km 571,49);

a.2) Conduta: receber pagamentos por serviços executados com qualidade deficiente;

a.3) Dispositivos violados: art. 69 da Lei 8.666/93;

e/ou recolham aos cofres do Tesouro Nacional a quantia abaixo indicada, referente à irregularidade e à conduta de que trata o item anterior, atualizada monetariamente a partir da respectiva data até o efetivo recolhimento, abatendo-se na oportunidade a quantia eventualmente ressarcida, na forma da legislação em vigor;

| <b>VALOR ORIGINAL<br/>(R\$)</b> | <b>DATA DA<br/>OCORRÊNCIA</b> |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 2.912.846,75                    | 01/12/2012                    |

Valor atualizado até 24/9/2019: R\$ 4.262.659,93 (peça 79)

b) informe aos responsáveis que, caso venham a ser condenados pelo Tribunal, o débito ora apurado será acrescido de juros de mora, nos termos do § 1º do art. 202 do Regimento Interno do TCU;



c) encaminhe cópia da decisão a ser proferida ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), à Superintendência Regional do DNIT no estado do Maranhão, e às empresas integrantes do Consórcio Aterpa/Cimcop.

SeinfraRodoviaAviação, em 24/9/2019.

*(Assinado eletronicamente)*

Lucio Cardial Jacomini  
AUFC – Mat. 9453-6