

APÊNDICE Q. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS OBRAS

Neste Apêndice Q, a Equipe de Auditoria avalia a qualidade do produto “obra”, porém, adstrita às características geométricas da plataforma rodoviária, sobretudo quanto à sua classe, bem como à conformidade do pavimento às respectivas normas técnicas, inclusive, quanto ao dimensionamento e a alguns controles tecnológicos de mais fácil entendimento.

Nesse sentido, o balizamento desta avaliação teve por fundamento as disposições do Contrato de Concessão de Serviços Públicos nº. 1/1998, em especial, na Cláusula XVII c/c a Cláusula LXV, que tratam da qualidade das obras e serviços, assim redigidas:

Cláusula XVII – Da Qualidade das Obras e Serviços

1. Os critérios, indicadores, fórmulas e parâmetros definidores da **qualidade das obras** e dos serviços constam do PROGRAMA DE EXPLORAÇÃO DO SISTEMA RODOVIA DO SOL, anexo à este CONTRATO. [grifo nosso]
[...]

Cláusula LXV – Da Fiscalização da Concessão

[...]
5. A fiscalização da execução do PRDGRAMA DE EXPLORAÇÃO DO SISTEMA RODOVIA DO SOL compreenderá, especialmente:
[...]
b) o **controle por medição da execução** dos serviços de ampliação e recuperação do SISTEMA RODOVIA DO SOL, com ênfase na **observância** das **especificações, parâmetros e padrões de qualidade** estabelecidos no **PROGRAMA DE EXPLORAÇÃO** e nas **normas técnicas** aplicáveis;
[...]
19. O **DER/ES rejeitará**, no todo ou em parte, **a obra ou o serviço executado em desconformidade** com as cláusulas deste CONTRATO, com as condições do PROGRAMA DE EXPLORAÇÃO DO SISTEMA RODOVIA DO SOL, **com as normas técnicas para execução** de obras e serviços **do DER/ES ou com as normas técnicas da ABNT.** [grifo nosso]

Tendo as transcritas cláusulas como norte, adiante a qualidade das obras é avaliada quanto à classe rodoviária, ao dimensionamento do pavimento e aos controles tecnológicos.



Q.1 Classe rodoviária

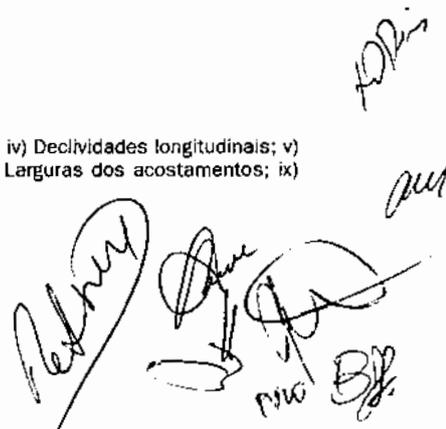
As rodovias estaduais, àquela época, deveriam ser classificadas quanto às suas características técnicas¹⁷⁸ segundo os preceitos da Resolução nº. 1084/1976 do Conselho Rodoviário Estadual, incluída no Anexo XIV deste Relatório de Auditoria, pelas seguintes designações:

- Classe Especial;
- Classe I;
- Classe II; e
- Classe III.

No caso desta Concessão, consta no PER, Volume IV, item 1 – Funções de Operação, de Conservação, de Ampliação e de Recuperação, subitem 1.4 – Serviços Correspondentes à Ampliação e subitem 1.7 – Resolução do Conselho Rodoviário Estadual do DER/ES, que todas as “obras” deveriam ter características técnicas de estradas de rodagem enquadradas na Classe I, prescrita na referida Resolução.

Lendo-se os projetos, e em se tratando, por exemplo, da característica **declividade longitudinal**, constata-se nos projetos da implantação do trecho “Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves” (primeiro trecho do contorno rodoviário de Guarapari) que em pelo menos **8 (oito)** ocasiões se ultrapassou a inclinação máxima de 4% (*quatro por cento*) admissível para essa designada Classe I (artigo 10 da citada Resolução). O mesmo acontece no trecho “Rodovia Jones dos Santos Neves – Meaípe” (segundo trecho do contorno rodoviário de Guarapari) em pelo menos outras **9 (nove)** ocasiões, dentre as quais 3 (*três*) superando a marca de 7% (*sete por cento*), portanto, não se enquadrando nem mesmo na inferior Classe III, relevo montanhoso.

¹⁷⁸i) Velocidades diretrizes; ii) Raios mínimos de curvaturas horizontais; iii) Curvas de transições; iv) Declividades longitudinais; v) Curvaturas verticais; vi) Distâncias de visibilidade; vii) Larguras das pistas de rolamentos; viii) Larguras dos acostamentos; ix) Larguras das faixas de domínio.



Quadro 11 – Declividade Longitudinal constatada nos projetos dos trechos rodoviários

DECLIVIDADE LONGITUDINAL			
SUBTRECHO	INCLINAÇÃO	EXTENSÃO¹	
TRECHO SETIBA - RODOVIA JONES DOS SANTOS NEVES (2260 metros)			
1	Est. 183 ~ Est. 189	5,64 %	120 m + 80 m
2	Est. 200 ~ Est. 206	4,84 %	120 m + 80 m
3	Est. 292 ~ Est. 298	6,00 %	120 m + 80 m
4	Est. 373 ~ Est. 403	5,20 %	600 m + 80 m
5	Est. 407 ~ Est. 417	5,67 %	200 m + 80 m
6	Est. 425 ~ Est. 437	5,88 %	240 m + 80 m
7	Est. 447 ~ Est. 453	4,58 %	120 m + 80 m
8	Est. 475 ~ Est. 480	5,37 %	100 m + 80 m
TRECHO RODOVIA JONES DOS SANTOS NEVES - MEAÍPE (1840 metros)			
1	Est. 1007 ~ Est. 1011	6,00 %	80 m + 80 m
2	Est. 1070 ~ Est. 1075	6,15 %	100 m + 80 m
3	Est. 1082 ~ Est. 1088	6,00 %	120 m + 80 m
4	Est. 1217 ~ Est. 1228	6,00 %	220 m + 80 m
5	Est. 1287 ~ Est. 1291	7,22 %	80 m + 80 m
6	Est. 1303 ~ Est. 1307	7,65 %	80 m + 80 m
7	Est. 1311 ~ Est. 1320	5,80 %	180 m + 80 m
8	Est. 1336 ~ Est. 1342	6,79 %	120 m + 80 m
9	Est. 1349 ~ Est. 1356	8,54 %	140 m + 80 m

¹ Acrescidos 80 m em cada subtrecho, correspondente a duas estacas antes e duas estacas depois, para possibilitar a transição.

Em se falando de relevo, poderia se argumentar que a Classe I comportaria inclinações de até 6% (*seis por cento*), portanto, reduzindo a quantidade de ocorrências para 5 (*cinco*), entretanto, isso não prospera: **a uma**, porque ainda permaneceriam essas 5 (*cinco*) ocorrências; **a duas**, porque esse limite de 6% (*seis por cento*) para a Classe I está adstrito a regiões ditas de relevo “montanhoso”. Ora, de fato a região em que se encontra a diretriz dos trechos em comento é zona de transição entre área de planície e área de serra, porém, senso comum, muito mais para a primeira do que para a segunda. Ademais, consta expressa e literalmente no PER, Volume II – Tomo 2, item 1 - Projetos Básicos e Especificações Técnicas, subitem 1.2.1 – A Região da Interseção do Traçado, que “(...) O **contorno rodoviário**

Plan
Ass


ora proposto percorre em toda a sua extensão a zona de **planície costeira**, explorando as condições favoráveis oferecidas pelos seus vales de fundo chato e suas encostas de pequenas declividades”¹⁷⁹.

Admitir terreno de relevo dito “montanhoso”, seria privilegiar o contratado, remunerando-o para acompanhar os preceitos normativos (de execução mais custosa), mas, na prática, deixando-o livre para não segui-los.

Assim, verifica-se 2.260,00 m (dois mil, duzentos e sessenta metros) de desconformidade numa extensão total de 10.900,00 m (dez mil e novecentos metros) do trecho “Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves” (correspondente a 20,73%), em pista dupla, mais 1.840,00 m (mil, oitocentos e quarenta metros) em 16.677,00 m (dezesesseis mil, seiscentos e setenta e sete metros) do trecho “Rodovia Jones dos Santos Neves – Meaípe” (correspondente a 11,03%), essa em pista simples.

Q.2 Dimensionamento do pavimento

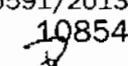
Tal qual na Seção D.11 deste Relatório de Auditoria, Apêndice D, a partir das fls. 10580 deste Processo TC 5591/2013, que trata da avaliação do preço paradigma da conservação especial, mas agora com o intuito de avaliar a qualidade do pavimento efetivamente executado frente ao então ofertado e contratado (também remunerado), o procedimento adotado pela Equipe de Auditoria foi o de solicitar às pessoas envolvidas a respectiva **memória de cálculo do dimensionamento**, por intermédio dos mesmos e lá citados ofícios, no caso, a ARSI (Ofício nº. 1/2013, em 15 de agosto de 2013), o DER/ES (Ofício nº. 2/2013, em 15 de agosto de 2013) e a própria Concessionária (Ofício nº. 3/2013, em 15 de agosto de 2013).

Com relação à **ARSI** e à **Concessionária Rodovia do Sol S.A**, valem as mesmíssimas respostas então transcritas por ocasião da referida Seção D.11 deste Relatório de Auditoria, Apêndice D, a partir das fls. 10580.

¹⁷⁹ Processo TC 5591/2013. fls. 4282.



Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo
1ª Secretaria de Controle Externo

PROC. TC Nº 5591/2013
Fls. 10854
Ass: 
Mat. 203.161

Quanto ao **DER/ES**, dentre o rol de documentos encaminhados ao TCEES em atendimento ao respectivo ofício, a Equipe de Auditoria identificou somente dois documentos que pudessem estar relacionados a esse propósito, os intitulados “Projeto Executivo da Rodovia do Sol – Volume 1 – Relatório de Projeto” e “Projeto Executivo da Rodovia do Sol – Volume 3 – Memória Justificativa”, ambos datados de setembro de 2001, portanto, os considerados nesta análise.

Ademais, destaca-se que ambos os documentos, em folhas de rosto, dizem respeito somente ao trecho “Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves”, não obstante no item 4.5.1 da **Memória Justificativa** constar que o “(...) **projeto de pavimentação elaborado abrangeu as duas partes da Rodovia ES-060 - Contorno de Guarapari** (...)”¹⁸⁰. Então, nada foi encontrado a esse respeito pela Equipe de Auditoria, mormente para o trecho “Rodovia Darly Santos – Setiba”.

A título de entendimento, o dimensionamento de um pavimento, nas palavras do renomado professor-doutor Wlastermiller de Senço,

(...) consiste na determinação das camadas de reforço do subleito, sub-base, base e revestimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao subleito¹⁸¹, sem que o conjunto sofra ruptura, deformações apreciáveis ou desgaste superficial excessivo¹⁸².

Ainda para efeito de entendimento, sempre houve diversos métodos científicos aplicáveis ao dimensionamento de pavimentos, mas todos consideram três elementos ou grandezas em comum, segundo o citado autor (coerentemente com a sua própria definição), quais sejam: o **subleito**; o **tráfego**; e os **materiais das camadas**. Como o subleito e os materiais das camadas são bem explorados mais adiante, na questão dos controles tecnológicos, esta análise ficará adstrita ao estudo do tráfego e suas implicações no dimensionamento do pavimento, mas, claro, sempre sob o enfoque da qualidade.

¹⁸⁰ Projeto Executivo da Rodovia do Sol (ES-060): Memória justificativa. Anexo XIX.

¹⁸¹ Subleito: Maciço tecnicamente infinito que serve de fundação para um pavimento.

¹⁸² SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. São Paulo: Pini, 1997. p. 409.



Nesse mister, a metodologia utilizada pela Equipe de Auditoria foi a adotada pelo DNIT (à época DNER), qual seja, o **Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis**, de autoria do Engenheiro Murillo Lopes de Souza, a mesma que consta nos dois documentos oriundos do DER, o “*Relatório de Projeto*” e a “*Memória Justificativa*”.

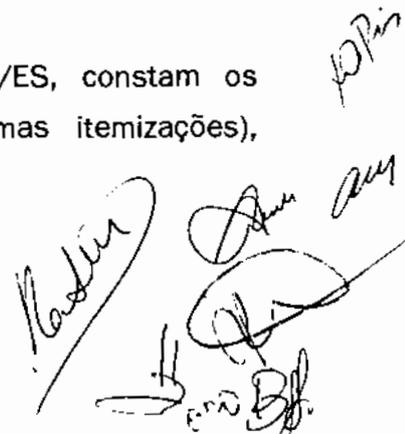
Por esse método, quanto ao tráfego, o pavimento é dimensionado em função do número equivalente de operações de eixo padrão durante o período de projeto escolhido, o denominado Número “N”, segundo a fórmula apresentada na Equação 5, abaixo:

Equação 5 – Dimensionamento do pavimento: cálculo do número “N”
$$N = V \times FV \times FR$$

Onde:

- V: Volume de tráfego na faixa considerada de fluxo mais intenso, no período de projeto;
- FV (fator de veículo): É o fator, resultante do produto “FC x FE”, que transforma o tráfego real no período de projeto em um tráfego equivalente de eixos padrão;
- FC (fator de carga): É o fator que transforma o efeito da passagem de qualquer tipo de veículo do tráfego real sobre o pavimento ao efeito provocado pela passagem do veículo padrão, ou seja, transforma o tráfego real em número equivalente de veículos padrão;
- FE (fator de eixo): É o fator que transforma o tráfego real em número equivalente de veículos padrão em número de passagens de eixos equivalentes;
- FR (fator climático regional): É o fator que reflete a influência das variações de umidade dos materiais do pavimento na capacidade de suporte desses materiais.

Reportando-se novamente aos documentos oriundos do DER/ES, constam os seguintes registros, em ambos os volumes (com as mesmas itemizações), fundamentais no cálculo de “N”:



Handwritten signatures and initials, including a large signature that appears to be 'Kadler' and other illegible marks.

- Item 3.3.2.1: a precipitação total média anual de 1.116 mm (*mil, cento e dezesseis milímetros*);
- Item 3.5.2.1: o estudo de tráfego constante da proposta vencedora da licitação como fonte de informação de dados;
- Item 3.5.5: 80% (*oitenta por cento*) dos veículos pesados utilizarão a faixa da direita de cada pista;
- Item 4.5.3: a vida útil de pavimento igual a 15 (*quinze*) anos.

Ainda que estas informações constem de documentos que a princípio diriam respeito somente ao trecho entre “Setiba – Meáipe”, que se denomina “Contorno de Guarapari”, é bastante razoável que sejam estendidas também para o trecho “Rodovia Darly Santos – Setiba”, especialmente quanto ao referido estudo de tráfego constante da Proposta Comercial da licitante vencedora, como sabido, utilizado para efeito da previsão de receita, cuja única praça de pedágio se situa a meia distância desse percurso.

Por uma questão de coerência, ressalta-se a impossibilidade de eventualmente se desprezar o estudo de tráfego constante da Proposta Comercial da licitante vencedora, tendo em vista que esse estudo, como dito, é o que de fato fora utilizado para efeito de previsão da receita decorrente da execução contratual, aliás, o risco do negócio. Equivale a dizer que o que se ofertou e se contratou fora uma rodovia cujas características seriam compatíveis ao tráfego projetado.

Estes mesmos documentos oriundos do DER/ES ainda trazem, já calculados (em ambos os documentos, precisamente no item 3.5), os Fatores de Veículos que supostamente teriam sido utilizados nos seus cálculos, conforme apresentado no Quadro 12, abaixo, que suportam, juntamente com as referidas informações, o seu Número $N = 3,60 \times 10^6$, entretanto, sem a devida demonstração da obtenção desse valor¹⁸³, repita-se, relativo ao trecho “Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves”:

¹⁸³No volume intitulado Memória Justificativa há referência a quinze quadros relacionados ao assunto (nºs. “3.5.1” ao “3.5.15”), mas nenhum disponibilizado.

WP/25
am
BP
2012

Quadro 12 – Fatores de Veículos – DER/ES

FATORES DE VEÍCULOS		
TRECHO SETIBA - RODOVIA JONES DOS SANTOS NEVES		
TIPO DE VEÍCULOS	AASHTO¹	USACE²
2C	0,21	0,27
3C	0,69	3,09
2S2	1,58	4,18
2S3	2,11	7,17
3S3	2,95	20,32

¹AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

² USACE US Army Corps of Engineers

Observação: O Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNIT (à época DNER), segundo o seu "Manual de Estudo de Tráfego", adota os Fatores de Veículos calculados com base nos Fatores de Carga desenvolvidos pelo USACE, porquanto avaliam os efeitos do carregamento na deformação permanente do pavimento.

Por outro lado, não obstante a possibilidade de se calcular esses Fatores de Veículos, eles são relativamente fáceis de serem encontrados na literatura disponível, conforme apresentado no Quadro 13, tendo em vista a padronização técnico-legal do transporte de cargas, alcançando os seguintes valores para os tipos de veículos identificados pela Equipe de Auditoria no estudo de tráfego constante da proposta vencedora:

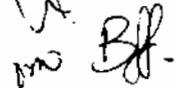
Quadro 13 – Fatores de Veículos encontrados na literatura

FATORES DE VEÍCULOS	
TRECHO RODOVIA DARLY SANTOS - SETIBA	
TIPO DE VEÍCULOS	USACE
2C	3,57
3C	8,83
2S2	12,12
2S3	12,87

Nota: Valores obtidos no artigo "Uma Investigação da Influência do Excesso de Carga no Dimensionamento de Pavimento Flexível: Um Estudo de Caso da Rodovia BR-364/163/MT", incluído em anexo a este Relatório de Auditoria e apresentado no "4º Congresso de Infraestrutura de Transportes", de autoria das Ms. Eng^{as}. Claudia Cristina Ferro e Fernanda Plati Sobreiro, ambas do Departamento de Transportes da EESC-USP e do Prof. Ms. Rodrigo Feres Leandro, da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia-MG.

Handwritten signatures and initials:





Assim, com estas informações e considerações, conforme demonstrado na Tabela 113, abaixo, encontra-se **$N = 1,87 \times 10^7$** , para o trecho “Rodovia Darly Santos – Setiba”:

Tabela 113 – Cálculo do número “N”

CATEGORIA ¹	V ¹ (2001~2005)	FV	FR ²	N _i (N _i = V x FV x FR)
2C	1.430.122	3,567		7.141.743
3C	484.547	8,827		5.967.935
2S2	120.370	12,116	1,4	2.041.764
2S3	196.624	12,867		3.541.945
TOTAL	2.231.663		N	18.713.388 1,87E+07

¹Base no estudo de tráfego da proposta vencedora da licitação, bem como a taxa de 80% dos veículos pesados utilizando a faixa considerada de fluxo mais intenso.

²Base na publicação “Manual de Técnicas de Pavimentação”, da autoria de Wiastermiler de Senço [Editora Pini, 1997], que preconiza este valor “1,4” quando a altura média anual de chuvas se situa entre 800 mm e 1.500 mm.

A título de calibração, e citando mais uma vez o professor-doutor Wiastermiler de Senço¹⁸⁴, quando houver deficiência ou falta de dados, é proposto adotar os valores “FC = 1,70” e “FE = 2,07”. Nesse sentido, para a passagem de 2.231.663 (*dois milhões, duzentos e trinta e um mil, seiscentos e sessenta e três*) veículos de carga no período de 15 (*quinze*) anos, o número “N” assumiria, então, o valor de “ $1,10 \times 10^7$ ” [= 2.231.663 x 1,70 x 2,07 x 1,4 = 10.994.510,94], portanto, confirmando pelo menos o exponencial “ 10^7 ”, de importância capital na definição da espessura da camada de revestimento (usualmente denominada de “capa asfáltica”).

Ressalta-se que essa conta se restringe somente ao tráfego projetado para um segmento de trecho, aquele que transpassa a barreira da Praça de Pedágio na Rodovia do Sol, enquanto outros segmentos, por exemplo, o que divide os bairros Barra do Jucú e Terra Vermelha, senso comum, de elevada densidade urbana,

¹⁸⁴ SENÇO, Wiastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. São Paulo: Pini, 1997.

[Assinaturas manuscritas]

demandariam tráfego superior, via de consequência, sugerindo o aumento do número "N".

Uma vez calculado o número "N", e retornando-se ao Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis adotado pelo DNIT (à época DNER), tem-se que, no caso, para valores situados entre " 1×10^7 " e " 5×10^7 " (observe a importância do exponencial " 10^7 "), o revestimento deve ser em **concreto betuminoso com 10 cm de espessura**, conforme mostrado no Quadro 14, abaixo.

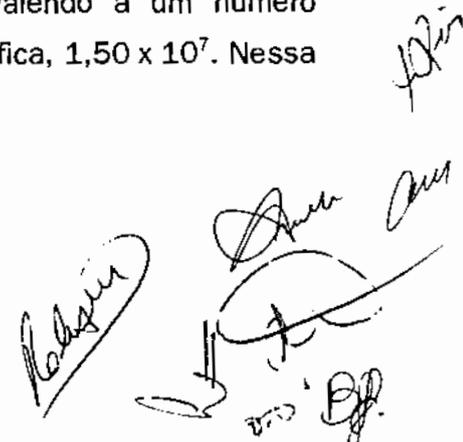
Quadro 14 – Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis adotado pelo DNIT

REVESTIMENTO DO PAVIMENTO		
NÚMERO "N"	TIPO	ESPESSURA
menor que 1×10^6	tratamentos betuminoso	-
1×10^6 a 5×10^6	revestimento betuminoso	5 cm
5×10^6 a 1×10^7	concreto betuminoso	7,5 cm
1×10^7 a 5×10^7	concreto betuminoso	10 cm

Para os outros dois trechos ("Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves" e "Rodovia Jones dos Santos Neves – Meaípe"), os respectivos tráfegos provavelmente serão distintos daquele projetado para o trecho "Rodovia Darly Santos – Setiba", ante pelo menos duas importantes interseções – uma em Setiba e outra na Rodovia Jones dos Santos Neves, porém, a proposta vencedora não cuidou de trazer os devidos estudos, ao que tudo indica pelo fato desses dois trechos não disporem de praças de cobrança de pedágio.

Por conta disso, em sede de auditoria, parece razoável em se considerar que 80% (oitenta por cento) dos **veículos de carga** passantes pela Praça do Pedágio na Rodovia do Sol também transitem pelo Contorno de Guarapari¹⁸⁵ (trecho "Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves – Meaípe"), logo, equivalendo a um número $N = 14.970.709$ [= $18.713.387 \times 80\%$], ou, em notação científica, $1,50 \times 10^7$. Nessa

¹⁸⁵ Não exclui a possibilidade de outros, a mais, pelo fator "origem x destino".



hipótese, e por esse critério, permaneceria o mesmo tipo de revestimento indicado para o trecho “Rodovia Darly Santos – Setiba”, qual seja, **concreto betuminoso com 10 cm (dez centímetros) de espessura**.

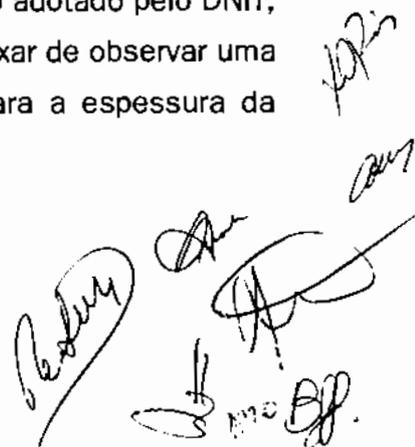
Pela conta de calibração, ante a deficiência ou falta de dados, ter-se-ia o número $N = 8.795.609 [= 2.231.663 \times 80\% \times 1,7 \times 2,07 \times 1,4]$, ou, em notação científica, $8,80 \times 10^6$. Por esse critério, o tipo de revestimento indicado permaneceria **concreto betuminoso, porém, com 7,5 cm (sete centímetros e meio) de espessura**.

Ora, seja com base nos respectivos desenhos técnicos ou nos já referidos documentos “Relatório de Projeto” e “Memória Justificativa” encaminhados pelo DER/ES, verifica-se a indicação da espessura de **5 cm (cinco centímetros)** nos eixos principais, portanto, **a metade dos 10 cm (dez centímetros)** requeridos pelo menos para o trecho “Rodovia Darly Santos – Setiba” e, na melhor das hipóteses, em mais de 33% (*trinta e três por cento*) abaixo dos **7,5 cm (sete centímetros e meio)** requeridos para o Contorno de Guarapari (*trecho “Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves – Meaípe”*).

Ademais, reportando-se aos controles tecnológicos, como já dito, bem explorado adiante, a Equipe de Auditoria constatou *in situ*, em toda a extensão concedida, através de prospecções efetuadas com apoio técnico do próprio DER/ES¹⁸⁶, que as espessuras das capas asfálticas efetivamente executadas de fato se situam em valores abaixo do limite mínimo estabelecido pela norma.

Quanto às espessuras das demais camadas que usualmente constituem o pavimento, particularmente das bases e das sub-bases, indicadas nos projetos “*as built*”, a Equipe de Auditoria concluiu, para esses novos cálculos de 10 cm (*dez centímetros*) e 7,5 cm (*sete centímetros e meio*) relativos às capas asfálticas, numa avaliação expedita somente à luz do método de dimensionamento adotado pelo DNIT, como sendo razoáveis as dimensões lá registradas, mas sem deixar de observar uma incoerência entre os 15 cm (*quinze centímetros*) projetados para a espessura da

¹⁸⁶ Em cortesia a uma solicitação da Equipe de Auditoria.



base do subtrecho que perpassa o aglomerado urbano entre a Barra do Jucu/Terra Vermelha e Interlagos, e os 20 cm (*vinte centímetros*) projetados para outros trechos, senso comum, de menos tráfego.

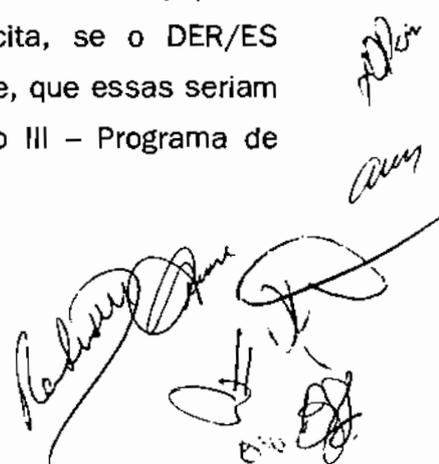
Q.3 Controles tecnológicos

Este tópico complementa o anterior, avaliando a conformidade do pavimento efetivamente executado às respectivas normas técnicas, mas agora em relação a alguns controles tecnológicos, como dito, particularmente aqueles que a Equipe de Auditoria julga como de mais fácil compreensão pelo leitor, senão os mais importantes da construção rodoviária.

A título de entendimento, em obras, **controles tecnológicos** são o conjunto de ações que visam verificar se as especificações técnicas prescritas pelos projetos estão sendo atendidas, tanto dos materiais empregados, quanto dos serviços executados. Muitas destas especificações já se encontram normatizadas, como as produzidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, inclusive relacionadas com obras rodoviárias.

Em se tratando de rodovias, especialmente quanto ao que se denomina de pavimento (entendido neste trabalho como sendo as camadas do subleito, da sub-base, da base e da capa asfáltica), não obstante os respectivos normativos da ABNT, também é usual a adoção dos desenvolvidos pelo DNIT (à época DNER), reconhecidamente uma autoridade no assunto.

Pesquisando-se nos documentos editalícios, como já referido, encontra-se na Cláusula LXV, item 19, do Contrato de Concessão de Serviços Públicos nº. 1/1998, como condição de aceitabilidade das obras, a necessidade de atendimento às normas técnicas do “DER/ES” ou da “ABNT”. Apesar do insucesso da Equipe de Auditoria em identificar nestes documentos, de forma explícita, se o DER/ES dispunha de normas próprias, pode-se deduzir, com razoabilidade, que essas seriam as do DNER, em vista do que consta, por exemplo, no Anexo III – Programa de



Exploração de Rodovias, Volume IV – Descrição das Funções de Operação, de Conservação, de Ampliação e de Recuperação¹⁸⁷.

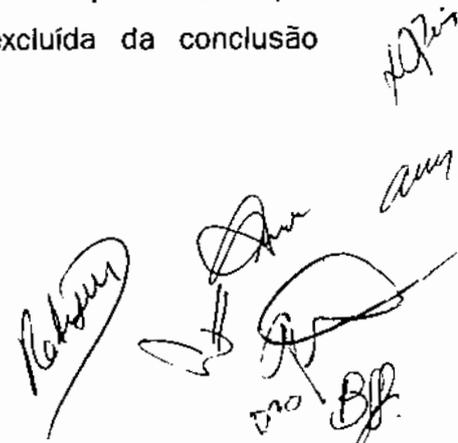
Observa-se, em toda íntegra deste documento, apenas **7 (sete)** referências ao termo “ABNT”, das quais 6 (*seis*) relacionadas com estruturas de concreto e uma de forma geral, contra a citação de **21 (vinte e um)** regramentos do “DNER”, todos esses vinculados à disciplina “pavimento”.

Então, nessa linha, a Equipe de Auditoria elegeu, a seu critério, em sede de auditoria, a verificação parcial do cumprimento das seguintes normas rodoviárias:

- Especificação de Serviço **DNER-ES 299/97** – Pavimentação – Regularização do Subleito: quanto aos ensaios de “Índice de Suporte Califórnia”; “Expansão”; “Grau de Compactação” e “Índice de Grupo”;
- Especificação de Serviço **DNER-ES 301/97** – Pavimentação – Sub-base Estabilizada Granulometricamente: quanto aos ensaios de “Índice de Suporte Califórnia”; “Expansão”; “Grau de Compactação” e “Índice de Grupo”, bem como aferição da “Espessura da Camada”;
- Especificação de Serviço **DNER-ES 303/97** – Pavimentação – Base Estabilizada Granulometricamente: quanto aos ensaios de “Índice de Suporte Califórnia”; “Expansão”; “Grau de Compactação”; “Granulometria” e “Índice de Liquidez & Índice de Plasticidade & Equivalente de Areia”, bem como aferição da “Espessura da Camada”;
- Especificação de Serviço **DNER-ES 313/97** – Pavimentação – Concreto Betuminoso: somente quanto à aferição da “Espessura da Camada”.

Deve-se ter mente que esta camada “capa asfáltica” é bem explorada na Seção Q.2, deste Apêndice Q, fls. 10853 e seguintes deste Processo TC 5591/2013, em abordagem sobre o dimensionamento do pavimento, constando aqui somente por uma questão de organização dos assuntos, portanto, excluída da conclusão específica desta Seção Q.3.

¹⁸⁷ Processo TC 5591/2013. fls. 4015-4120.



Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo
1ª Secretaria de Controle ExternoPROC. TC Nº 5591/2013
Fls. 10863
Ass: 
Mat. 208.161

Observe que todas estas normas se aplicam, como a própria classificação indica, à execução de serviços, logo, também definidoras das condicionantes para os recebimentos dos produtos decorrentes, dentre as quais se enquadram o rol de ensaios e aferições acima elencados, e, via de consequência, as quantidades estatísticas requeridas.

Para ter uma idéia quantitativa, tome, por exemplo, somente o controle tecnológico quanto ao “Índice de Suporte Califórnia” e somente da camada da base, relativo aos três trechos em análise (Rodovia Darly Santos – Setiba; Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves; Rodovia Jones dos Santos Neves – Meaípe), cuja extensão total¹⁸⁸ a ser ensaiada mede 76.137,00 m (*setenta e seis quilômetros, cento e trinta e sete metros*). Para essa grandeza, repita-se, somente em se tratando do controle tecnológico para garantia da obtenção do “Índice de Suporte Califórnia” requerido, a respectiva Especificação de Serviço DNER-ES 303/97 preconiza, numa conta rasa, nada menos do que **254 (duzentos e cinquenta e quatro)** ensaios¹⁸⁹.

Assim, da mesma forma que noutras oportunidades, a Equipe de Auditoria oficiou à Concessionária Rodovia do Sol S.A. (Ofício nº. 08/2013, em 12 de setembro de 2013), que foi incumbida da execução da obra, para obter cópia dos resultados de todos os controles tecnológicos produzidos no decorrer da construção, sendo-lhe formalmente respondido:

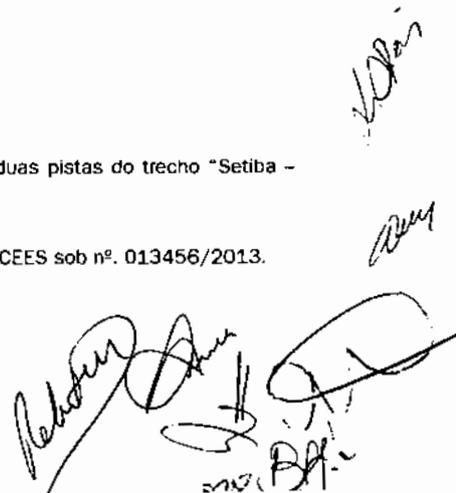
Os documentos estão guardados em local fora da sede da empresa, estamos separando e preparando para entrega dos mesmos a este Tribunal¹⁹⁰.

Sem embargo, ainda que tais resultados tivessem sido apresentados, haveriam de serem testados para que, sempre em sede de auditoria, fossem validados. Então, na linha de verificação parcial do cumprimento das já elencadas normas rodoviárias, a

¹⁸⁸ Incluídas as vias marginais do trecho “Rodovia Darly Santos – Setiba” e consideradas as duas pistas do trecho “Setiba – Rodovia Jones dos Santos Neves”.

¹⁸⁹ 254 = 76.137 m + 300 m (um ensaio para cada 300 m de pista).

¹⁹⁰ Expediente da Concessionária Rodovia do Sol S.A.: CT/DIR/PRES nº. 236, protocolizada no TCEES sob nº. 013456/2013.



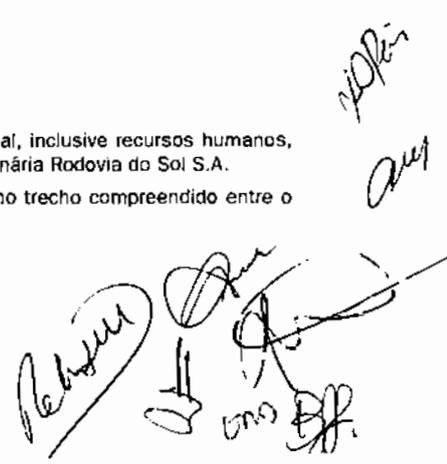
Equipe de Auditoria, por intermédio do DER/ES¹⁹¹, prospectou um total de **20 (vinte)** pontos¹⁹² determinados ao seu arbítrio, na extensão dos três trechos construídos, cujos resultados foram incluídos no Anexo XVI deste Relatório de Auditoria e resumidos pela Equipe de Auditoria nas tabelas incluídas no Apêndice R deste Relatório de Auditoria, a partir das fls. 10869 deste Processo TC 5591/2013, e cuja análise é apresentada adiante.

Antes, porém, são necessárias algumas definições de termos técnicos utilizados nesta análise, a título de facilitar o entendimento dos resultados encontrados e da sua importância sob o aspecto da qualidade, bem como o referenciamento dos 20 (vinte) pontos investigados:

- Subleito: Camada (teoricamente infinita) que serve de fundação para um pavimento;
- Sub-base: Camada com as mesmas funções da camada da base, sendo executada quando, por razões de ordem econômica, for conveniente reduzir a espessura daquela camada;
- Base: Camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos da passagem dos veículos, distribuindo-os ao subleito, e sobre a qual se constrói o revestimento;
- Capa asfáltica: Camada feita com ligante betuminoso, impermeável tanto quanto possível, destinada a receber diretamente a ação da passagem dos veículos e a resistir aos esforços horizontais dela oriundos, bem como melhorar as condições do rolamento quanto ao conforto e segurança;
- Índice de Suporte Califórnia: Medida (%) que permite avaliar a perda de resistência de solos sob a ação da umidade. Quanto maior, melhor;
- Limite de Liquidez: Medida (%) que permite avaliar a resistência ao cisalhamento de solos. Quanto menor, melhor;

¹⁹¹ Em prestimoso apoio para obtenção dos dados, disponibilizando todo seu aparato laboratorial, inclusive recursos humanos, materiais e logísticos, assim como, contando com a colaboração da ARSI e da própria Concessionária Rodovia do Sol S.A.

¹⁹² Na verdade, 22 (vinte e dois) pontos, entretanto, dois foram desprezados por se situarem no trecho compreendido entre o Hospital Santa Mônica e a Rodovia Dary Santos, portanto, fora da extensão analisada.



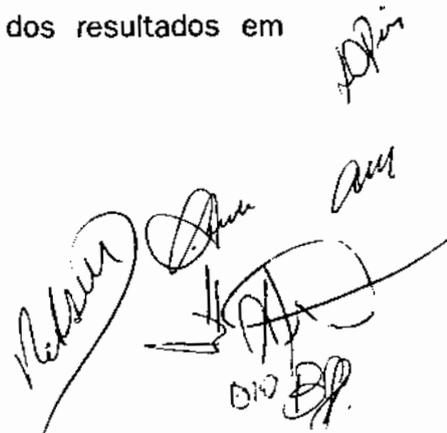
- Grau de Compactação: Medida (%) que permite avaliar o aumento da resistência ao cisalhamento de solos. Quanto maior, melhor;
- Índice de Grupo: Medida (escala variando de "0" a "20") que permite avaliar a capacidade de suporte de solos. Qualidade decrescente de "0" para "20";
- Espessura da Camada: Medida que permite avaliar a distribuição no subleito dos esforços verticais oriundos da passagem dos veículos;
- Granulometria: Medida (escala variando de "A" a "F") que permite avaliar os solos eventualmente utilizados nas camadas de pavimentos, segundo suas dimensões e distribuição, repercutindo em outros indicadores, como Limite de Líquidez e Grau de Compactação. Qualidade decrescente de "A" para "F";

Os pontos escolhidos para serem sondados foram referenciados em "km (quilômetro)", tendo origem (ou "km 0") na Praça de Pedágio em Vitória, seguindo progressivamente no sentido sul, assim identificados:

- Trecho entre a Rodovia Darly Santos e Setiba: km 13,5 - km 14,9 - km 20,9 - km 25_{indo} - km 25_{vindo} - km 26,4 - km 29 - km 32_{indo} - km 32_{vindo} - km 37;
- Trecho entre Setiba e a Rodovia Jones dos Santos Neves: km 40,4 - km 41,8 - km 45,5 - km 46 - km 46,1 - km 52,7;
- Trecho entre a Rodovia Jones dos Santos Neves e Meaípe: km 56,8 - km 58,8 - km 63,5 - km 65,8;

A análise dos dados para verificação parcial do cumprimento da Especificação de Serviço **DNER-ES 299/97** – Pavimentação – Regularização do Subleito:

- Índice de Suporte Califórnia: **89,5% (oitenta e nove e meio por cento)** dos resultados em desconformidade, abaixo do mínimo indicado no projeto e exigido pela norma;
- Expansão: Todos os resultados conformes;
- Grau de Compactação: **21% (vinte e um por cento)** dos resultados em desconformidade, abaixo do mínimo exigido pela norma.

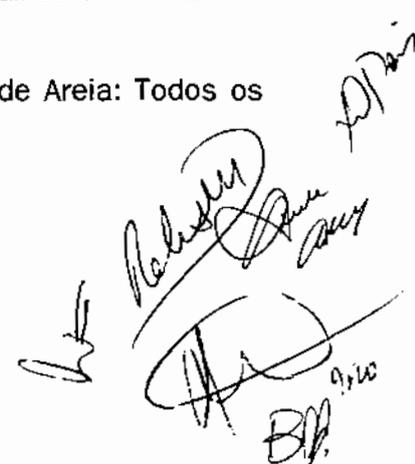


A análise dos dados para verificação parcial do cumprimento da Especificação de Serviço **DNER-ES 301/97** – Pavimentação – Sub-base Estabilizada Granulometricamente:

- Índice de Suporte Califórnia: **50% (cinquenta por cento)** dos resultados em desconformidade, abaixo do mínimo exigido pela norma;
- Expansão: Todos os resultados conformes;
- Grau de Compactação: **55% (cinquenta por cento)** dos resultados em desconformidade, abaixo do mínimo exigido pela norma;
- Espessura da Camada: **60% (sessenta por cento)** dos resultados em desconformidade, sendo **5% (cinco por cento)** abaixo da mínima e **55% (cinquenta e cinco por cento)** acima da máxima, ambas exigidas pela norma;
- Índice de Grupo: **75% (setenta e cinco por cento)** dos resultados em desconformidade, acima do máximo exigido pela norma.

A análise dos dados para verificação parcial do cumprimento da Especificação de Serviço **DNER-ES 303/97** – Pavimentação – Base Estabilizada Granulometricamente:

- Índice de Suporte Califórnia: **10% (dez por cento)** dos resultados em desconformidade, abaixo do mínimo exigido pela norma;
- Expansão: Todos os resultados conformes;
- Grau de Compactação: **20% (vinte por cento)** dos resultados em desconformidade, abaixo do mínimo exigido pela norma;
- Espessura da Camada: **50% (cinquenta por cento)** dos resultados em desconformidade, sendo 30% (trinta por cento) abaixo da mínima e 20% (vinte por cento) acima da máxima, ambas exigidas pela norma;
- Granulometria: **85% (oitenta e cinco por cento)** dos resultados em desconformidade, não se enquadrando em nenhuma das faixas de “A” a “D” exigido pela norma;
- Índice de Liquidez & Índice de Plasticidade & Equivalente de Areia: Todos os resultados conformes.



Handwritten signatures and initials, including a large signature and the initials 'B.P.' and '9/10'.

A análise dos dados para verificação parcial do cumprimento da Especificação de Serviço **DNER-ES 313/97** – Pavimentação – Concreto Betuminoso:

- Espessura da Camada: **100% (cem por cento)** dos resultados em desconformidade, sendo 95% (noventa e cinco por cento) abaixo da mínima e 5% (cinco por cento) acima da máxima, ambas exigidas pela norma.

Para facilitar a visualização e a compreensão dos resultados apresentados dos ensaios e controles tecnológicos, a Equipe de Auditoria elaborou o Quadro 15, mostrado adiante.

Quadro 15 – Resultados dos controles tecnológicos

ANÁLISE DOS CONTROLES TECNOLÓGICOS - RESUMO INCIDÊNCIA DE AMOSTRAS COM DESCONFORMIDADES TÉCNICAS				
ENSAIO	CAPA	BASE	SUB-BASE	SUBLEITO
Índice de Suporte Califórnia	NE	10 %	50 %	89,5 %
Expansão	NE	Conforme	Conforme	Conforme
Grau de Compactação	NA	20 %	55 %	21 %
Espessura da Camada	100 %	50 %	60 %	NA
Índice de Grupo	NE	NE	75 %	NA
Granulometria	NA	85 %	NE	NA
LL & IP & EA	NA	Conforme	NE	NE

Legenda:

NE: Não Exigido (não consta da norma técnica como condição para aceitação do serviço executado)

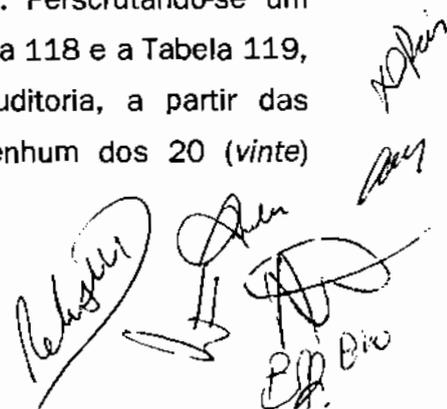
NA: Não Analisado (consta da norma técnica como condição para aceitação do serviço executado)

LL: Limite de Liquidez

LP: Limite de Plasticidade

EA: Equivalente de Areia

Como se vê, e já dito, todas as camadas constitutivas da disciplina **pavimento** executadas pela Concessionária Rodovia do Sol S.A., comprovadamente, apresentam problemas de ordem técnica de engenharia, desde a sua origem, o que as impediriam, até mesmo, de serem recebidas pelo Poder Concedente, seja por força das respectivas normas técnicas, seja por força contratual. Perscrutando-se um pouco mais a Tabela 115, a Tabela 116, a Tabela 117, a Tabela 118 e a Tabela 119, todas apresentadas no Apêndice R deste Relatório de Auditoria, a partir das fls. 10869 deste Processo TC 5591/2013, nota-se que nenhum dos 20 (vinte)



Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo
1ª Secretaria de Controle Externo

PROC. TC Nº 5591/2013
Fls. 10868
Ass: 
Mat/203.161

pontos investigados pela Equipe de Auditoria passou incólume aos ensaios executados, mesmo que essa quantidade eventualmente seja considerada restrita.

A propósito de “quantidade restrita”, ressalta-se, mais uma vez, que este trabalho se desenvolve em sede de auditoria, portanto, não se sujeitando aos métodos estatísticos prescritos nas normas aqui referidas. Entenda-se que esses métodos deveriam ter sido cumpridos, de fato, pela Concessionária, na oportunidade da execução das obras, num primeiro momento, como condição *sine qua non* de aceitabilidade dos serviços supostamente concluídos; noutro momento, como garantia da qualidade requerida, de sorte que, se tivessem sido observados, certamente estes 20 (*vinte*) testes efetuados validariam os resultados esperados, ou seja, a boa qualidade ofertada e contratada (e remunerada ao longo da execução contratual).

Atenção especial há de ser concedida ao subleito, cuja importância se depreende da sua própria definição, pois uma vez comprometido põe em risco todas as demais camadas constitutivas do denominado pavimento, sustentando-as, ainda que essas sejam executadas à perfeição técnica. Nesse sentido, como se observa nas tabelas inseridas no Apêndice R deste Relatório de Auditoria, a partir das fls. 10869 deste Processo TC 5591/2013, duas das suas exigências normativas cruciais, a saber, o “Índice de Suporte Califórnia” e o “Grau de Compactação”, especialmente o primeiro, deixam a desejar, cujos resultados encontrados em quase 90% (*noventa por cento*) dos 20 (*vinte*) locais estudados pela Equipe de Auditoria ficaram bem abaixo do mínimo requerido de “12” (*doze*) pontos percentuais, numa média de “7,15” (*sete unidades e quinze centésimos*), com valores variando entre “10,7” (*dez unidades e sete décimos*) e “2,5” (*dois e meio*) pontos.

