



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
Centro de Tecnologia /Departamento de Transportes
Av, Roraima, 1000, Campus, Camobi, Santa Maria, RS, CEP: 97105-900



Manifestação Técnica **(RT LMCC Nº 146550)**

Santa Maria/RS, 17 de Abril de 2023

De: Prof. Dr. Luciano Pivoto Specht / UFSM

Para: Concessionária Rota de Santa Maria (Sacyr Concessões)

Assunto: Discussão Técnica acerca do material encontrado no km 101 da RST 287

Venho por meio desta, apresentar Manifestação Técnica acerca do material encontrado no km 101 da RST 287, nas proximidades de Santa Cruz do Sul, durante o processo de escavação da pista para execução dos reparos (segmento este sob responsabilidade da Concessionária Rota de Santa Maria do Grupo Sacyr), conforme Escritura Pública de Ata Notarial Nº. 1.453-006, que fez, em 31 de março de 2023, Henrique Silveira Netto Trentin, Tabelião Substituto do 2º Tabelionato de Notas de Santa Cruz do Sul, relatando visita e observações realizadas na rodovia em 17 de março de 2023.

Tratava-se de um remendo profundo que estava sendo executado e do depósito de material inerte proveniente de tal atividade; o material já se encontrava escavado (próximo a Speranza Caminhões). O referido segmento trata-se de uma obra de duplicação relativamente recente (entre 3 e 6 anos atrás) junto ao perímetro urbano de Santa Cruz do Sul – acesso à Avenida Melvin Jones)

O que está sendo questionado é a adequação do material encontrado nas camadas finais de terraplenagem (CFT), notadamente o tamanho dos blocos e fragmentos de rocha e demais aspectos que pudessem levar a degradação acelerada ou não esperada do pavimento asfáltico ali existente.

Para tanto, faz-se necessário a consulta as Especificações dos órgãos públicos da administração da malha rodoviária. Tais normativas representam o consenso de especialistas

acerca de determinada prática construtiva (Especificações de Serviço), materiais (Especificações de Materiais), ensaios (Método de Ensaio), assim como procedimentos, terminologia, etc.. e servem para, além de uniformizar as atividades, trazerem o máximo retorno dos recursos investidos em infraestrutura, refletindo as melhores técnicas e procedimentos disponíveis no momento.

No caso em tela, o que se busca avaliar é a forma como foi executado o aterro no qual está assente o pavimento rodoviário da RSC 287 e, para tanto, duas normativas são fundamentais. No âmbito Estadual, as Especificações Gerais do DAERS/RS de 1998 (<https://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201607/27150257-especificacoes-gerais-1998.pdf>) traz em seu capítulo sobre Terraplenagem, a normativa DAER-ES-T 05/91 que versa sobre Aterros e no âmbito federal o DNIT apresenta a norma DNIT 108/2009 - ES - Terraplenagem - Aterros - Especificação de Serviço (https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_108_2009_es-1.pdf).

A normativa do DAER-ES-T 05/91 define, no item 1, que: *Aterros são segmentos de rodovia, cuja implantação requer o depósito de materiais provenientes de cortes ou de empréstimos, jazidas, no interior dos limites das seções de projeto, "off-sets", que definem o corpo estradal*, apresenta ainda as operações necessárias para sua construção. No seu item 2 apresenta os Materiais a serem empregados em tal atividade, no 3 os Equipamentos e no 4 a Execução. São permitidos o emprego de materiais terrosos e rochosos desde que atendam os requisitos da normativa.

A despeito do emprego de rocha a normativa traz em seu item 4.2 (Aterro de rochas) as diretrizes para emprego de tal material como aterro, como por exemplo: o corpo dos aterros de rocha será construído em camadas sucessivas, para toda a largura de seção transversal, com espessura máxima de 0,75m. A maior dimensão de qualquer pedra utilizada deverá ser, no máximo, igual a 0,60m. Os interstícios entre as pedras maiores serão preenchidos com pedras de menor tamanho, devendo ser obtido um conjunto livre de grandes vazios e engaiolamentos etc.. Mais especificamente sobre o caso em tela (que refere-se não ao corpo do aterro mas sim a CFT – Camada Final de Terraplenagem) o item d traz que os últimos 0,90m

de aterro deverão ser executados em camadas de, no máximo, 0,30m de espessura, e que não poderá conter pedras com dimensões superiores a 0,20m. A conformação das camadas deverá ser executada mecanicamente, devendo o material ser espalhado com equipamento apropriado e devidamente compactado, por meio de rolos vibratórios.

Ainda no próprio item há o complemento: todo o bloco de dimensões superiores às especificadas, que seja necessário à construção, será quebrado e reduzido às dimensões exigidas e utilizado na construção de aterros onde o projeto indicar.

Resta claro que a normativa do DAER/RS não permite que sejam utilizadas pedras com tamanho acima de 20cm em camadas finas de terraplenagem.

A norma DNIT 108/2009 - ES - Terraplenagem - Aterros - Especificação de Serviço vai na mesma linha e em seu item 5.3.12 menciona: *Em regiões onde houver ocorrência predominante de materiais rochosos, deve ser admitida a execução do corpo do aterro com o emprego dos mesmos materiais, conforme definido no projeto de engenharia, ou desde que haja conveniência, e a critério da Fiscalização. A rocha deve ser depositada em camadas, cuja espessura não deve ultrapassar a 0,75 m. Os últimos 2,00 m do corpo do aterro devem ser executados em camadas de, no máximo, 0,30 m de espessura. A conformação das camadas deve ser executada mecanicamente, devendo o material ser espalhado com equipamento apropriado e devidamente compactado por meio de rolos vibratórios. Deve ser obtido um conjunto livre de grandes vazios e engaiolamentos e o diâmetro máximo dos blocos de pedra deve ser limitado pela espessura da camada. O tamanho admitido para maior dimensão da pedra deve ser de 2/3 da espessura da camada compactada.*

Podemos então calcular que 2/3 de 30cm (por se tratar das CFT) que daria os mesmos 20cm da normativa do DAER. Depreende-se que o tamanho máximo dos fragmentos de rocha empregados nas camadas finais do aterro devam ser de, no máximo, 20cm, e resta concluir que, de acordo com o relato fotográfico da Escritura Pública de Ata Notarial Nº. 1.453-006, existem blocos com dimensões maiores que o permitido que fariam parte do aterro em discussão.

Ainda, na esteira do que está sendo discutido pode-se acrescentar quais as consequências do emprego de rochas de sobre tamanho nas camadas finais do terrapleno. A resposta vem em duas vertentes, não excludentes e que se pode ocorrer de modo simultâneo.

a) a presença de blocos de tamanho superior a 20cm causam uma dificuldade de travamento do material; por vezes ficam espaços vazios tão grandes que, com o passar do tempo (devido a alterações de umidade, vibrações oriundas do tráfego e presença de água) podem ser preenchidos com o material fino adjacente, o que leva a uma redução de volume e consequente afundamento na superfície do pavimento, normalmente afundamentos localizados, mas que também podem evoluir para afundamentos em trilhas de roda.

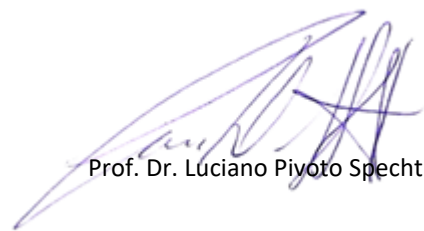
b) de forma concorrente, a presença de blocos mal travados e vazios de ar levam a uma redução de rigidez da camada, o que influencia todo o comportamento resiliente da estrutura levando a degradação precoce do revestimento, por fadiga. A curva de degradação de uma estrutura de pavimento asfáltico flexível prevê a elevação de deflexões com o tempo, devido à danificação da camada asfáltica por fadiga o que culmina com o aparecimento de trincas e a necessidade de fresagem da camada e/ou reforço da estrutura (estes conceitos estão bem apresentados em PRO 11/79 – Avaliação Estrutural de Pavimentos Flexíveis e no IPR 720 - Manual de Restauração de Pavimentos Flexíveis). O que se espera, em um pavimento normal, é que a partir de um reforço e/ou do reestabelecimento da camada asfáltica o pavimento ganhe um novo ciclo de vida.

No caso em tela, em que o pavimento apresenta uma condição anômala em uma camada (Camada Final de Terraplenagem), somente a escavação e remoção desta camada é capaz de reestabelecer as condições estruturais normais e adequadas para um novo ciclo de vida.

Não obstante, é digno de nota que, muitas vezes o mecanismo descrito em (b) acontece, ocorre o trincamento do revestimento e então acontece a entrada de água pela superfície potencializa o mecanismo descrito em (a).

Por fim, é possível concluir que a camada possui blocos de tamanhos acima do permitido pelas especificações e isso, como se esperava, levou o pavimento a um comportamento aquém do esperado.

Sendo que tínhamos a apresentar, seguimos à disposição.



Prof. Dr. Luciano Pivoto Specht

Prof. Dr. Luciano Pivoto SPECHT
Universidade Federal de Santa Maria
Av. Roraima, 1000, Cidade Universitária
Camobi, Santa Maria, RS, CEP: 97105-900
☎ +55 55 3220 6149 / 8432
📞 +55 55 98448 5976
✉ luspecht@gmail.com
✉ luspecht@ufsm.br