

---

# IMPORTÂNCIA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO NA COMPACTAÇÃO DOS SOLOS

## *TECHNICAL FOLLOW-UP IMPORTANCE IN SOIL COMPACTION*

GONÇALVES, Erik Luis; SILVA, Pedro Manoel;  
Graduandos do Curso de Engenharia Civil – UNIFEOB);  
[erik.goncalves@sou.unifeo.edu.br](mailto:erik.goncalves@sou.unifeo.edu.br)

**RESUMO.** Os avanços tecnológicos têm a importante função de amenizar diversos desafios que atuam na elaboração de projetos estruturais para a construção civil, como por exemplo os softwares para simulações e cálculos avançados, niveladores a laser, vibradores de concretos equipamentos modernos que ajudam a evitar falhas e erros, desde a concepção do projeto até a compra e utilização de materiais, possibilitando um desenvolvimento eficiente quando se trata de pequenas e grandes obras. Trataremos aqui sobre a interdição de uma ponte situada na rua Dr. Afonso Dias de Araújo, no centro da cidade de Bandeira do Sul, sobre a qual, apesar de a prefeitura municipal ter acesso às tais tecnologias citadas acima, sofreu patologias em sua estrutura devido a ganância política ao tentar terminar a obra em curto prazo para inaugurá-la ainda no mandato atual, o que prejudicou na qualidade do resultado final. O próprio BNDS ([www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br), 2015) entende que a solução dos problemas de infraestrutura passa a ser condição necessária para a melhoria do bem-estar da população urbana, permitindo que todos tenham acesso a serviços básicos como energia elétrica, comunicações, transporte urbano e saneamento. Atrelado a isto, a ampliação da infraestrutura promove a consolidação da integração regional, reduz custos e propicia o crescimento da produtividade e qualidade dos bens e serviços da estrutura produtiva.

**Palavras-chave:** Ponte; Patologia; Camada asfáltica; Política; Alternativas.

**ABSTRACT.** Technological advances have the important function of alleviating various challenges that act in the elaboration of structural projects for civil construction, such as software for simulations and advanced calculations, laser levelers, concrete vibrators, modern equipment, which help prevent failures and errors, from the design of the project to the purchase and use of materials, enabling efficient development when it comes to small and large works. We will deal here about the interdiction of a bridge located on the street Dr. Afonso Dias de Araújo, in the center of the city of Bandeira do Sul, on which - although the city has access to such technologies mentioned above - suffered pathologies in its structure due to political greed when trying to finish the work in the short term to inaugurate it still in the current mandate, which hurt the quality of the final result. The BNDS itself ([www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br), 2015) understands that solving infrastructure problems becomes a necessary condition for improving the well-being of the urban population, allowing everyone to have access to basic services such as electricity, communications, urban transport and sanitation. Related to this, the expansion of infrastructure promotes the consolidation of regional integration, reduces costs and promotes the growth of productivity and quality of goods and services of the productive structure.

**Keywords:** Bridge; Pathology; Asphalt layer; Politics; Alternatives.

## INTRODUÇÃO

A partir da necessidade de aprimorar a qualidade de vida dos moradores da cidade de Bandeira do Sul, foi feito o estudo do problema apresentado acima a fim de transcrever sobre

as disfunções na obra como um todo, na sua estrutura, nas ligações de seus terraplenos e na sua pavimentação. Tendo como objetivo chegar a uma resolução produtiva para a questão, apresenta-se nesse artigo, análises que permitem apontar as causas das obstruções, que com certeza, tem relação com a exposição aos fenômenos naturais como a água das chuvas, o aquecimento solar e a ação dos ventos. Com a utilização das tecnologias atuais, torna-se possível indicar uma proposta de correção estrutural do asfalto com a utilização de materiais alternativos, o que será discutido ao decorrer deste trabalho.

## METODOLOGIA

Para a elaboração do presente relatório, foi realizada uma visita na ponte em questão, no dia 10/03/2022. A ponte foi inaugurada em outubro de 2020, estamos analisando esse caso após 1 ano e 6 de sua inauguração. Não houve realização de ensaio específico para determinação de dados ou informações técnicas.

As 07 (sete) imagens a seguir, produzidas pelos próprios autores, demonstram as patologias encontradas.



“BERNUCCI et al. (2008) *várias causas podem gerar o trincamento jacaré, entre elas: ação da repetição de cargas do tráfego; ação climática – gradientes térmicos; envelhecimento do ligante e perda de flexibilidade seja pelo tempo de exposição seja pelo excesso de temperatura na usinagem; compactação deficiente do revestimento; deficiência no teor de ligante asfáltico; subdimensionamento; rigidez excessiva do revestimento em estrutura com elevada deflexão; reflexão de trincas de mesma natureza; recalques diferenciais; entre outros. Podem aparecer em trilhas de roda, localizadamente, junto às bordas ou de forma generalizada.*”





*“BERNUCCI et al. (2008) afundamento por consolidação localizado; problemas ou deficiências construtivas, falhas na compactação, presença de solo “borrachudo”, problemas de drenagem, rupturas por cisalhamento localizadas; em geral desenvolvem-se trincas nas depressões.”*

Como pode-se perceber na imagem superior, a corrosão provavelmente ocorreu devido a falhas na compactação, com isso o solo não demonstra capacidade adequada de carga para suportar os carregamentos que são aplicados no pavimento, causando assim, esse afundamento.



Como se observa na imagem, que se trata do outro encontro da ponte, até a data desta visita, não se encontra com patologias aparentes no revestimento asfáltico.



Na imagem, mostra-se o problema descrito neste parecer, de modo que também é possível observar que ocorreu uma depressão na via (linha pontilhada), causada pela passagem dos veículos, resultante possivelmente de compactação mal feita do terrapleno.

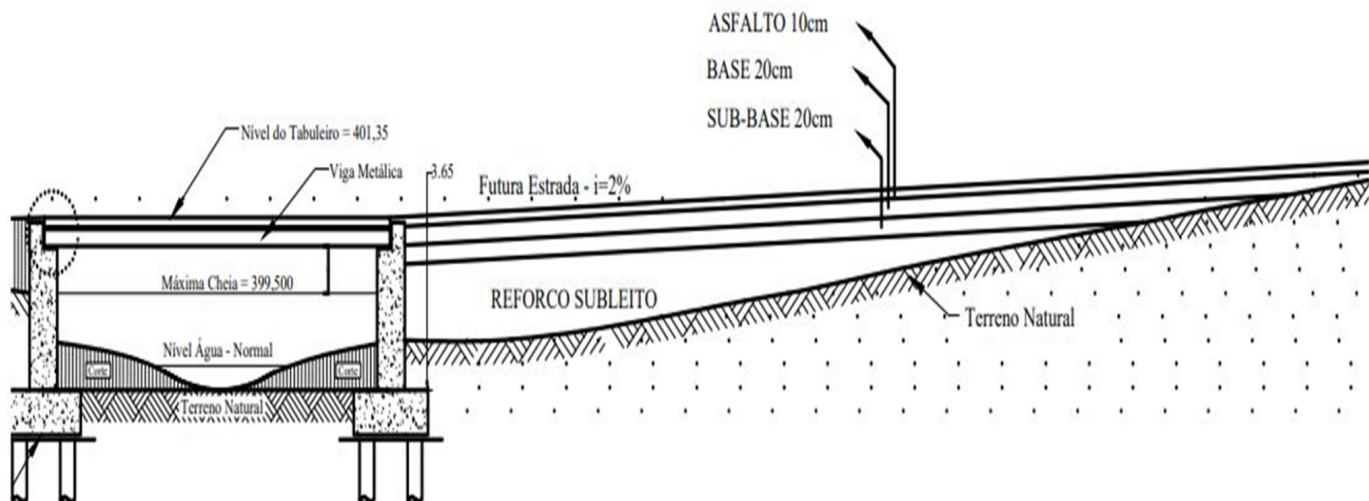




Na imagem, demonstra-se a depressão que é possível observar na via (linha pontilhada). Deformações desse tipo têm origem variada, mas sendo também possível relacionar à compactação deficiente das camadas subjacentes ao pavimento asfáltico, o que faz com que ocorram trechos de recalque.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão divididas em etapas a execução da correção do problema. Começando então por interditar as ruas que ligam a via principal até o asfalto danificado, logo em seguida realizar a quebra do restante da camada asfáltica e retirar o entulho. Deve-se escavar todo aterro da faixa delimitada de 15m x 8m até atingir o solo natural e feita a remoção, o próximo passo é dar início a um novo aterro seguindo a normas do DNIT 031/2006



O pavimento asfáltico é constituído por quatro camadas principais: camada superficial asfáltica (10cm), apoiada sobre camadas de base (20cm), de sub-base (20cm) e de reforço do subleito (20cm). O revestimento asfáltico é a camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las às camadas inferiores, impermeabilizando o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento. A base é a camada sobre a qual se constrói o

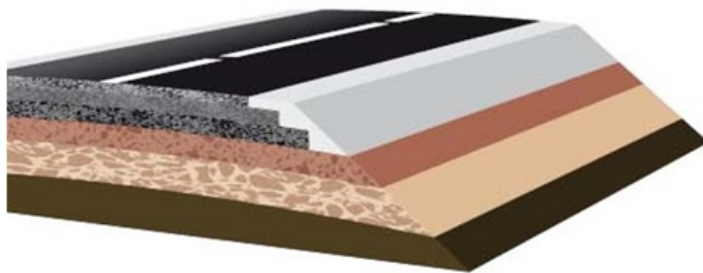
revestimento e é destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos e distribuí-los adequadamente às camadas inferiores. A sub-base é a camada complementar à base, ela é desenvolvida quando por circunstâncias técnico-econômicas não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização. O reforço do subleito atua melhorando a capacidade de suporte do subleito de fundação do pavimento, de modo a reduzir a espessura da sub-base e evitar gastos excessivos.

A relação a seguir, apresenta os materiais com seus respectivos valores de acordo com a quantidade necessária para a correção da obra. (Quadro 1)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE CUSTOS							
PROJETO INTEGRADO MODULAR - MÓDULO 7							
Erick Luis Gonçalves - Pedro Manoel							
REFERÊNCIA: SINAPI 04/2022							
ITEM		CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1		SINAPI					
1.1	PRELIMINAR	4813	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUÇÃO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA "N. 22", ADESIVADA, M2 480,00 DE "2,4 X 1,2" M (SEM POSTES PARA FIXAÇÃO)	m²	2,88	480,00	1.382,40
1.2	SUBLEITO	100577	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO DE SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO	m³	24,00	1,02	24,48
1.3	SUBLEITO	367	AREIA PARA REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	m³	24,00	24,00	576,00
1.4	SUBLEITO	97918	TRANSPORTE DE AREIA COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA	Txkm	1.728,00	1,40	2.419,20
1.5	SUB-BASE	100564	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUB-BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLO (PREDOMINANTEMENTE ARENOSO)	m³	24,00	98,10	2.354,40
1.6	SUB-BASE	97918	TRANSPORTE DE MATERIAIS COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	Txkm	1.728,00	1,40	2.419,20
1.7	BASE	100564	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLO (PREDOMINANTEMENTE ARENOSO) BRITA - 40/60 - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	m³	24,00	98,10	2.354,40
1.8	BASE	97918	TRANSPORTE DE MATERIAIS COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	Txkm	1.728,00	1,40	2.419,20
1.9	ASFALTO	96402	EXECUÇÃO DE PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C. AF_11/2019	m²	120,00	2,73	327,60
1.10	ASFALTO	95995	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CAMADA DE ROLAMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	m³	7,20	1.717,47	12.385,78
1.11	ASFALTO	97918	TRANSPORTE DE MATERIAIS COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	Txkm	259,20	1,40	362,88
						<b>TOTAL</b>	<b>27.005,54</b>

*Material Alternativo: Asfalto de Borracha*





**Muitas evoluções em MISTURAS ASFÁLTICAS nos últimos 20 anos:**

- SMA;
- GAP GRADED;
- CPA;
- Asfalto Borracha;
- Asfalto com Polímero;
- Warm Mix Asphalt (WMA – Asfalto Morno Espumado);
- Asfalto morno com uso de aditivos químicos;
- etc...

**Para as camadas de base, porém são utilizadas ainda as mesmas soluções:**

- Macadame Hidráulico;
- Base Granular;
- Base Granular Cimentada;
- Mistura Solo-brita, solo-cimento.

Os custos ainda são muito elevados em relação ao asfalto convencional, mas levando em consideração a qualidade, durabilidade e menor custo manutenção tornam-se essencial o uso do asfalto-borracha para um melhor pavimento, tendo em vista que a reciclagem dos pneus descartados como mostra a figura abaixo seria uma solução para os problemas ambientais. A adição de borracha de pneus inservíveis ao asfalto é uma alternativa eficiente de gerar benefícios dos polímeros e agentes antioxidantes presentes na borracha de pneu ao ligante asfáltico. Oda (2000), descreve que a aplicação do ligante asfalto-borracha tem sido feita em diversos serviços de pavimentação, como selagem de trincas, tratamentos superficiais, camadas intermediárias entre pavimento existente e a camada de reforço e em concreto asfáltico usinado à quente. As misturas asfálticas são normalmente confeccionadas a partir da incorporação de borracha triturada de pneus inservíveis ao Cimento Asfáltico de Petróleo sendo submetida a aquecimento ou não, podendo também ser usado como aditivo depois do processo de extrusão. O processo de via seca (borracha- agregado) a borracha é imediatamente triturada e colocada em contato com os agregados antes da adição ao asfalto, com massa de agregado é de 0,5 a 3% de borracha granulada. Via úmida ao contrário ao processo por via seca, a borracha moída é adicionada ao CAP aquecido, contendo cerca de (5 a 25%) do peso total do ligante- asfalto, por último é acionado os agregados, produzindo o pavimento modificado com borracha de pneus (PMB).

*Asfalto de Borracha As Características Do Ligante Modificado Por Borracha*

- Aumento da flexão
- Destilação sustentável de pneus
- Economia de combustível
- Envelhecimento mais lento

- 
- Maior viscosidade
  - Maior capacidade de impermeabilização
  - Mais aderência ao trafegar e melhora da frenagem
  - Melhor elasticidade
  - Menor risco de aquaplanagem
  - Menos sensibilidade a variações extremas de temperatura
  - Redução do ruído entre pneu e pavimento
  - Reduz a espessura da pavimentação

Os pavimentos ecologicamente recicláveis asfalto borracha, tem suas propriedades comprovadas quanto aos benefícios de sua aplicação, porém o custo de implantação é superior ao asfalto convencional, sai mais caro em média 30%, considerando apenas a execução do serviço.

Execução de pavimento em asfalto convencional:

R\$ = 46,66/ m<sup>2</sup>

Execução de pavimento em Asfalto- borracha com preparo de base:

R\$ = 77,2/ m<sup>2</sup>

O asfalto modificado de Borracha que durante toda a pesquisa mostrou-se que suas propriedades apresentam um aumento significativo da sua durabilidade, vida útil, devido a obtenção de um ligante betuminoso com excelentes propriedades elastômero, com alta viscosidade a altas temperaturas e com excelente viscosidade a baixas temperaturas. Além destas melhorias nos revestimentos asfálticos, ajuda na diminuição da problemática ambiental dos depósitos de pneus inservíveis que vem preocupando autoridades de diversas partes do país. Com a construção civil ganhando novos métodos construtivos, inovando em tecnologia e qualidade buscando um melhor desempenho faz-se necessários programas que possam diminuir os impactos ambientais com foco na sustentabilidade

Segue imagens ilustrativas do modelo citado:





## CONCLUSÃO

Conforme as informações e as citações descritas neste parecer, de acordo com a visita, verifica-se que a ponte situada na Rua Dr. Afonso Dias de Araújo tem a origem dos problemas relacionados à possível deficiência na compactação do solo, no aterro realizado no encontro de ligação entre a ponte e a via, e com isso, as patologias identificadas na pavimentação asfáltica ocorreram. Contudo, realizando todas as etapas de compactação dos solos das camadas asfáltica do modo que o DNIT exige, é possível prevenir esses tipos de contratempos.

Tendo em vista que o baixo número de empresas que fornecem o pavimento alternativo o encarece, ele deve ser entendido como segunda opção, uma vez que a área delimitada nesse caso é muito pequena. Porém tratando-se dos problemas ambientais gerados a partir do elevado descarte de borracha e do seu demorado tempo de decomposição, nota-se que o investimento no asfalto desse material, trará como consequência grandes benefícios já que o Brasil vem enfrentando uma forte crítica sobre suas medidas de combate à poluição e pressão para rever suas práticas.

---

## REFERÊNCIAS

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação Asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. 1. ed. Rio de Janeiro, 2008.

Entenda o que é um pavimento asfáltico - Guia da Engenharia

Microsoft Word - DNIT031\_2006\_ES.doc (www.gov.br)

ABDOU, M. R.; BERNUCCI, L. L. B. **Pavimento ecológico: uma opção para pavimentação de vias das grandes cidades**. São Paulo, 2014.

BERNUCCI, L.B; MOTTA, L.M; CERRATI, J.A.P; SOARES, J.B. Pavimentação asfáltica formação básica para os engenheiros. 3 Ed. Rio de Janeiro, 2010.

CONAMA [www.mma.gov.br/port/conama](http://www.mma.gov.br/port/conama). Acesso em 10 de Setembro de 2009

DI GIULIO, G. Vantagens ambientais e econômicas no uso de borracha em asfalto. Inovação Uniemp, Campinas, v. 3, n. 3, jun. 2007.

Teor De Umidade Do Agregado Miúdo - NBR 9775 | Trabalhosfeitos

<https://maiscontroleerp.com.br/tecnologia-na-construcao-civil/>

<https://www.suportesolos.com.br/blog/determinacao-do-indice-de-suporte-california-cbr-ensai-o-geotecnico-resumo/129/#:~:text=O%20Ensaio%20de%20CBR%20%C3%A9,em%20uma%20brita%20graduada%20padr%C3%A3o>

<https://youtu.be/kxXQCrgUpvc>

<https://youtu.be/A1GFdASLGD8>