

## Análise superficial de revestimentos do tipo areia asfalto no município de Manaus (AM)

Superficial analysis of asphalt sand type finishes in the municipality of Manaus  
(Amazonas State, Brazil)

**Lídici Pomin de Simas<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
lidicipomin@hotmail.com

**Patrícia de Magalhães Aragão Valença<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
patriciamavalenca@hotmail.com

**Consuelo Alves da Frota<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
cafrota@ufam.edu.br

---

**Resumo.** Devido às peculiaridades geotécnicas de Manaus, as obras de pavimentação são executadas, em geral, com misturas do tipo areia asfalto, que, aliadas às condições climáticas adversas da região – elevadas temperaturas e alto índice pluviométrico, acarretam, em regra, pavimentos com expressivo e prematuro processo de deterioração. Neste estudo, analisou-se o desempenho funcional dessa estrutura por meio de um levantamento visual de patologias em um trecho representativo da malha viária do Município, de acordo com as normas estabelecidas pelo DNIT, além de apontar suas possíveis causas. Os resultados indicaram que essa via apresenta o revestimento variando de ruim a péssimo, onde grande parte das patologias associa-se, principalmente, ao fato de essas misturas não apresentarem o agregado graúdo como seu partícipe e em decorrência das subcamadas, com solos finos, apresentarem baixo suporte para a pavimentação.

**Palavras-chave:** patologia, levantamento visual, areia asfalto.

**Abstract.** Due to the geotechnical peculiarities of Manaus, in general, the pavement construction works use asphalt sand mixtures, which, allied to adverse weather conditions in the region – high temperatures and high rainfall, lead, as a general rule, to a significant and premature deterioration process. In this study we analyzed the performance of this structure by means of a visual survey of pathologies in a representative excerpt of roads in the municipality, in accordance with the norms established by DNIT; in addition, we pointed to their possible causes. The results indicated that this route presents coating ranging from bad to terrible, where most of the pathologies are associated mainly to the fact that these mixtures do not present the coarse aggregate as their participant and as a result of sublayers, with thin soils, present the low support for the paving.

**Key words:** pathology, visual survey, sand asphalt.

---

<sup>1</sup> Grupo de Geotecnia (GEOTEC) da Universidade Federal do Amazonas. Av. Gal. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Coroado, 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

## Introdução

Ao trafegar por Manaus, observa-se que os pavimentos, em geral, encontram-se em precárias condições de utilização. Pode-se associar esse fato, sobretudo, à presença do revestimento asfáltico do tipo areia asfalto (AAUQ). A matéria-prima para obtenção do material pétreo, visando à confecção do concreto asfáltico, dista mais de 200 km da capital (Sarges *et al.*, 2010), o que torna dispendiosa sua exploração.

Associado às citadas características geotécnicas e ao intenso tráfego, Manaus apresenta período anual de intensa precipitação pluviométrica (junho a dezembro) e elevada temperatura ao longo do ano, contribuindo sobremaneira para o surgimento de patologias como fendas, afundamentos, escorregamentos, panelas, dentre outras.

Tais defeitos geram, segundo Villibor *et al.* (2008), consequências como o aumento de aproximadamente 58% no consumo de combustível, de cerca de 38% no custo de manutenção de veículos, em até 100% no tempo de percurso e, principalmente, acréscimo em 50% no índice de acidentes.

Este trabalho analisou as patologias em um trecho característico das vias urbanas de Manaus, bem como avaliou a superfície desse pavimento baseado nas normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), além de indicar as possíveis causas desses defeitos tomando como base a literatura brasileira.

Conforme Danielecki (2004), um levantamento superficial afere as condições funcionais e estruturais dos pavimentos por meio da identificação de patologias presentes na superfície dessas estruturas.

## Metodologia

### Características da área em estudo

Na realização deste trabalho, foi selecionada uma área de, aproximadamente, 900m de extensão na Zona Centro-Oeste da cidade de Manaus, denominada Avenida Desembargador Paulo Jacob, localizado no Bairro Hileia entre as coordenadas 3°3'1.29"S e 60°2'1.57"O e 3°2'57.81"S e 60°1'32.17"O (Figura 1), sendo esse trecho confeccionado com mistura asfáltica do tipo areia asfalto usinada a quente (AAUQ).



**Figura 1.** Extensão da área em estudo.

**Figure 1.** Extension of the study area.

Fonte: Google Earth.

## Metodologia

Para melhor compreensão das patologias, observaram-se os tipos de automóveis que circulam na região. Nota-se, pela Figura 2a, que o tráfego na via estudada é composto, essencialmente, por veículos leves, tendo a presença de veículos pesados em decorrência da existência de empresas transportadoras localizadas na citada via (Figura 2b).

Dividiu-se a via pesquisada em dois trechos, objetivando delimitar os pontos de observação. O Trecho 1 refere-se à pista onde se localizam as transportadoras, e o Trecho 2 é oposto ao primeiro.

O processo de apontamento das patologias consistiu em: (a) percorrer o local a pé, registrando, com câmera fotográfica, os tipos de patologias e, com mapas, sua localização; (b) classificar os defeitos encontrados; (c) apontar possíveis causas para cada patologia; e (d) realizar uma avaliação total do percurso. Para tanto, utilizaram-se, câmera fotográfica digital, trena de 20 m, prancha com papel, caneta, calculadora e GPS.

Para a classificação das patologias, foi utilizada a norma DNIT 005/2003 – TER, onde são indicados os seguintes defeitos relacionados aos pavimentos flexíveis:

(a) Fenda: qualquer descontinuidade que conduza a aberturas de fissuras (menor porte) ou trincas (maior porte); (b) Afundamento: deformação permanente caracterizada por uma depressão na superfície do pavimento; (c) Corrugação ou ondulação: tipo de deformação de ocorrência transversal, que agrupadas, cau-



**Figura 2.** (a) Tráfego leve. (b) Empresas transportadoras.

**Figure 2.** (a) Light traffic. (b) Carriers.

sam ondulações na superfície do pavimento; (d) Escorregamento: deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento; (e) Exsudação: degradação ocasionada pela migração do excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento; (f) Desgaste: efeito caracterizado por uma aspereza superficial do revestimento, devido ao arrancamento progressivo dos agregados do pavimento pelo tráfego intenso; (g) Panela ou buraco: uma cavidade que se forma no revestimento, podendo alcançar as camadas mais inferiores do mesmo, provocando a desagregação dessas camadas; (h) Remendos: preenchimento do defeito com massa asfáltica, realizado normalmente em uma operação denominada de “tapa-buraco”.

O apontamento das possíveis causas desses defeitos será realizado de acordo com a literatura enquanto a avaliação do percurso seguirá a norma DNIT 008/2003 – PRO, podendo classificar o revestimento em ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo.

## Resultados e discussão

### Levantamento das patologias

As patologias encontradas foram identificadas e analisadas. Com isso, determinaram-se possíveis causas de acordo, principalmente, com Rodrigues *et al.* (2008), como explicita-se:

#### Trincas

##### (a) Trinca Transversal

Esse defeito apresenta-se ao longo do percurso com variadas formas, como evidenciam as Figuras 3, 4 e 5. Conforme a literatura, sugere-se como principal causa a contração do

revestimento asfáltico devido à variação da temperatura e/ou à perda de viscosidade do ligante. As trincas próximas à borda da pista (Figura 6) podem ter como agente a má execução do acostamento, ação erosiva da água ou até mesmo a ruptura plástica das camadas inferiores ao revestimento.

##### (b) Trinca Longitudinal

Essas trincas podem ser consequentes da ligação inadequada entre as camadas e o recalque das subcamadas (Figura 7). Adicionalmente, Bernucci *et al.* (2008) citam que trincas longitudinais longas podem estar associadas ao envelhecimento do ligante asfáltico (Figura 8).

##### (c) Trincas em blocos

São trincamentos que dividem o pavimento em peças no formato retangular (Figura 9 e 10), tendo como causa a baixa resistência à tração da mistura e/ou a contração da capa asfáltica em função da variação de temperatura.

##### (d) Trincas couro de jacaré

Como mostrado na Figura 11, as trincas tipo couro de jacaré formam blocos com orientações variadas. Sua origem deve-se à baixa viscosidade dos materiais do revestimento, à instabilidade nas subcamadas, à espessura insuficiente do revestimento, além das deformações repetidas advindas do tráfego e da contração da capa asfáltica pela variação de temperatura.

#### Afundamentos

Foram identificados do tipo plástico (Figura 12) derivados de deformações permanentes, seja do revestimento asfáltico ou das camadas subjacentes, incluindo o subleito. Conforme





**Figura 3.** Trinca transversal.

**Figure 3.** Transverse crack.



**Figura 4.** Trinca transversal em sequência.

**Figure 4.** Continuous transverse crack.



**Figura 5.** Trinca transversal com abertura de maior porte.

**Figure 5.** Large transverse crack.



**Figura 6.** Trinca de canto.

**Figure 6.** Crack in the corner.



**Figura 7.** Trinca longitudinal próximo ao bordo da faixa.

**Figure 7.** Longitudinal crack near edge of lane.





**Figura 8.** Trinca longitudinal no meio da faixa.  
**Figure 8.** Longitudinal crack in the center of lane.



**Figura 9.** Trinca tipo Bloco com nível de deterioração baixo.  
**Figure 9.** Block crack with low level of deterioration.

Prestes (2001), quando essa patologia ocorre na borda da pista, é consequência de defeitos de suporte ou estabilidade – má qualidade dos materiais ou teores de água muito elevados. Ressalta-se que tais defeitos localizavam-se nos pontos de estacionamento dos caminhões.

#### *Escorregamento*

Evidenciam-se, nas Figuras 13 e 14, exemplos encontrados no trecho analisado, onde



**Figura 10.** Trinca tipo Bloco com nível de deterioração médio.  
**Figure 10.** Block crack with medium level of deterioration.



**Figura 11.** Trinca tipo couro de jacaré.  
**Figure 11.** Fatigue (Alligator) cracking.



**Figura 12.** Afundamento plástico.  
**Figure 12.** Rutting.

há deterioração de nível médio e alto. Estes podem estar associados à má dosagem experimental da mistura asfáltica e/ou excesso de ligante, umidade excessiva das subcamadas. Em complemento, Bernucci *et al.* (2008) mencionam como uma das principais causas desse defeito a inadequada imprimação do revestimento – gerando deslocamentos transversais e misturas asfálticas com excessiva participação de agregados miúdos.



**Figura 13.** Escorregamento com nível de deterioração alto.

**Figure 13.** Slippage with a high level of the deterioration.



**Figura 14.** Escorregamento com nível de deterioração médio.

**Figure 14.** Slippage with a medium level of the deterioration.

#### *Panelas*

As patologias do tipo panela (Figura 15) também foram identificadas. Conforme Yoshizane (2005), em geral, ocorrem como uma fase evolutiva de outros defeitos, que progredem sob a ação do tráfego e em presença de água para uma fragmentação e até a remoção de parte do revestimento e/ou da base. Além disso, a aplicação insuficiente de asfalto e a ruptura da base associadas a uma drenagem deficiente são outros fatores que corroboram com o aparecimento desse defeito.



**Figura 15.** Panela.

**Figure 15.** Pot hole.

#### *Remendos*

Apesar de surgirem alusivos a uma atividade de conservação, podem ser considerados como uma patologia, por apontar locais de fragilidade e por alterar a trafegabilidade (Bernucci *et al.*, 2008). Na Figura 16, evidencia-se uma área reparada, apresentando cor e textura diferenciadas em relação à superfície circundante. Na Figura 17, observa-se um exemplo da falta de técnica nesses procedimentos.

#### *Outros defeitos*

Outras patologias presentes no trecho examinado não constam na norma DNIT 005/2003 – TER. Procurou-se, então, outras referências visando a classificá-las.

#### *(a) Deslocamento do revestimento*

A Figura 18 exemplifica essa patologia, consoante Balbo (1997), que deriva da imprimação ineficiente entre o revestimento e a camada subjacente, adicionado à ação do tráfego e/ou da chuva.

#### *(b) Falta de drenagem superficial*

Problemas na execução do sistema de macro drenagem superficial pode ocasionar o aparecimento de poças com a presença de trinças, como mostra a Figura 19, gerando, assim, desconforto na trafegabilidade.

#### *(c) Trinca Circular*

Apresenta forma fechada com aspecto circular (Figura 20). De acordo com Balbo (1997), a gênese dessa patologia está associada ao inchamento da base da estrutura do pavimento.



d) Deslocamento e remoção dos agregados  
Segundo Bernucci *et al.* (2008), o tipo de patologia da Figura 21 relaciona-se a problemas na adesividade do ligante asfáltico com o agregado, gerando seu descolamento e sua remoção pelo tráfego e/ou agregados com baixa resistência mecânica ou química.



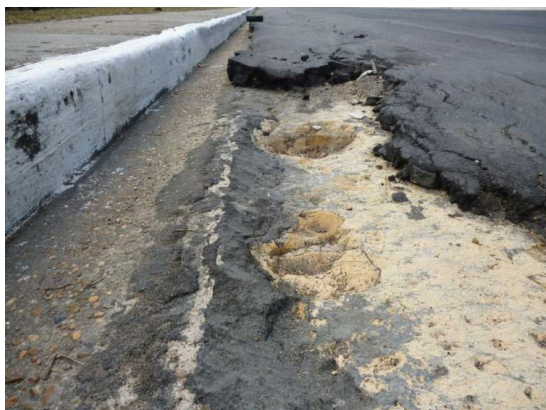
**Figura 16.** Remendo.

**Figure 16.** Patching.



**Figura 17.** Remendo mal executado.

**Figure 17.** Patch failure.



**Figura 18.** Deslocamento do revestimento.

**Figure 18.** Displacement of the asphalt coating.



**Figura 19.** Falta de drenagem superficial.

**Figure 19.** Lack of the surface drainage.



**Figura 20.** Trinca circular.

**Figure 20.** Crack circle.

**Tabela 1.** Índice de Gravidade Global Expedito.

**Table 1.** Index of the Expedito global severity

	Trecho 1	Trecho 2
Pt	0,65	0,65
Ft	70	85
Poap	0,7	0,7
Foap	35	15
Ppr	1,00	1,00
Fpr	31	13
$IGGE = (Pt \times Ft) + (Poap \times Foap) + (Ppr \times Fpr)$	<b>101</b>	<b>79</b>

**Tabela 2.** Conceitos do índice de condição dos pavimentos flexíveis.

**Table 2.** Concepts of the status index the flexible pavement.

Conceito	Descrição	ICPF
<b>Ótimo</b>	Necessita apenas de conservação rotineira.	5 – 4
<b>Bom</b>	Aplicação de lama asfáltica – desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas.	4 – 3
<b>Regular</b>	Correção de pontos localizados ou recapeamento - pavimento trincado, com “painelas” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 – 2
<b>Ruim</b>	Recapeamento com correções prévias - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.	2 – 1
<b>Péssimo</b>	Reconstrução - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base.	1 – 0

**Tabela 3.** Índice do estado da superfície do pavimento.

**Table 3.** Index of the pavement state surface.

Descrição	IES	Conceito
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	<b>Ótimo</b>
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	<b>Bom</b>
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2	
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	<b>Regular</b>
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4	
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	<b>Ruim</b>
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7	
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	<b>Péssimo</b>
$IGGE > 90$	10	





**Figura 21.** Deslocamento e remoção dos agregados.

**Figure 21.** Polished aggregate.

### *Análise superficial*

Após o levantamento das patologias, executou-se, segundo a norma do DNIT 008/2003, uma avaliação da superfície desse pavimento. Ressalta-se que esse levantamento visual realizou-se a pé em um percurso de aproximadamente 900m (extensão total da via). Obteve-se, de acordo com a Tabela 1, o cálculo do Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE), onde: Ft e Foap estão relacionados com o número de trincas e deformações, enquanto Fpr relaciona-se com a quantidade de defeitos do tipo painéis e remendos; e Pt, Poap e Ppr referem-se ao peso dessas patologias de acordo com a gravidade de cada tipo.

Em relação ao Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF), observa-se uma estrutura com correção de pontos localizados ou recapeados, classificada como regular, de acordo com valores encontrados na Tabela 2, variando de 2 a 3.

Portanto, o Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES) resultou em Péssimo e Ruim para o Trecho 1 e o Trecho 2, respectivamente, de acordo com a Tabela 3.

### **Conclusão**

Analísaram-se as patologias presentes em um revestimento representativo do Município de Manaus, confeccionado com areia asfalto — mistura comumente utilizada na região. Apresenta-se um pavimento com atividades de conservação (remendos) e com defeitos do tipo afundamentos, escorregamento, trincas, painéis, entre outros.

Pode-se associar o aparecimento, em grande parte, de determinados defeitos ao emprego do revestimento do tipo AAUQ, tornando a via propícia ao desenvolvimento, por exemplo, de trincas em bloco, couro de jacaré, afundamentos, escorregamentos, painéis, deslocamento e perda de agregados. Além disso, os remendos encontrados com frequência na via indicam precoce deterioração pela falta de sustentação das subcamadas.

Igualmente, defeitos como trincas transversais e longitudinais, além de escorregamento, deslocamento e perda de agregados, podem estar vinculados ao uso inadequado do ligante asfáltico. As patologias do tipo trincas do tipo longitudinais, couro de jacaré, de canto e circulares, afundamentos e painéis também podem estar associadas aos problemas nas subcamadas do pavimento.

Vale lembrar que o uso de materiais inadequados, a atuação do tráfego sobre uma estrutura que não apresenta capacidade de suporte (característico da região), períodos de grande estiagem e intensas chuvas, altas temperaturas e uma inadequada construção desencadeiam uma série de defeitos visivelmente encontrados nas vias urbanas da cidade de Manaus.

Igualmente, os resultados apontaram para o Índice do Estado da Superfície de ruim a péssimo, elucidando parte da precária situação das vias em Manaus.

Ressalta-se que o trabalho sistemático de mapeamento de defeitos em um sistema viário mostra-se de suma importância para garantir a trafegabilidade, porquanto possibilita uma manutenção corretiva a um custo relativamente mais baixo.

### **Referências**

- BALBO, J.T. 1997. *Pavimentos asfálticos: patologia e manutenção*. São Paulo, Plêiade, 103 p.
- BERNUCCI, L.B.; MOTTA, L.M.G.; CERATTI, J.A.P.; SOARES, J.B. 2008. *Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros*. Rio de Janeiro, Petrobras-Asfaltos, 501 p.
- DANIELESKI, M.L. 2004. *Proposta de Metodologia para Avaliação Superficial de Pavimentos Urbanos: Aplicação à Rede Viária de Porto Alegre*. Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 151 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). 2003a. DNIT 005/2003–TER. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia. Rio de Janeiro, DNIT. Disponível em: [www.dnit.gov.br](http://www.dnit.gov.br). Acesso em: 10/10/2013.

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). 2003b. DNIT 008/2003 – PRO. Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Rio de Janeiro, DNIT. Disponível em: [www.dnit.gov.br](http://www.dnit.gov.br). Acesso em: 10/10/2013.
- PRESTES, M.P. 2001. *Métodos de Avaliação Visual de Pavimentos Flexíveis – Um Estudo Comparativo*. Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 108 p.
- RODRIGUES, J.K.G.; MORAIS, C.A.S.; LUCENA; A.E.F.L.; LUCENA, L.C.F.L. 2008. *Manual: Avaliação, Manutenção e Restauração de pavimentos de vias públicas*. Campina Grande, EDUFPG, 64 p.
- SARGES, R.R.; NOGUEIRA, A.C.R.; FROTA, C.A.; SILVA, C.L. 2010. Depósitos argilosos Cenozóicos do estado do Amazonas: utilização como agregados de argilas calcinadas para pavimentações na região Amazônica. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium*, 1:33-49.
- VILLIBOR, D.F.; CINCERRE, J.R.; RABAÇA, S.R.; NEVES, M.A. *Identificação de defeitos e soluções de recuperação de rodovias vicinais de São Paulo*. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO (RAPv), 39, Recife, 2008. *Anais...* Recife.
- YOSHIZANE, H.P. 2005. *Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico*. Limeira, Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET), 32 p.

Submetido: 11/09/2012

Aceito: 30/07/2013