

Levantamento visual das patologias na cidade de Manaus-Am

Visual Survey of pathologies in city of Manaus-Am

Daiana Góes Cavalcante, Pedro Henrique da Silva Crisóstomo, Lourdes Cristina Porfirio da Silva, Reginaldo José Queiroz de Souza, Daniela Muniz D'Antona Guimarães, Consuelo Alves da Frota

Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, AM
daianagoes@ufam.edu.br, phcrisostomo@yahoo.com.br, lourdesporfirio@yahoo.com.br,
reginaldo_jq_souza@hotmail.com, daniela_dantona@yahoo.com.br,
cafrota@ufam.edu.br

RESUMO: Manaus mostra historicamente recorrentes e prematuras patologias nos seus pavimentos. Neste trabalho tais problemas foram avaliados visualmente, segundo o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) atinente às normas TER 005/2003 e PRO 009/2003, em duas zonas distintas da cidade, a citar: a) Zona Sul: constituída pelas vias do Polo Industrial, as quais permitem o transporte das cargas em contêineres aos portos; b) Zona Oeste: avaliada segundo ruas e avenidas, de um bairro residencial, destinadas principalmente ao transporte coletivo. Os resultados, tomando-se por base os levantamentos visuais realizados e os Valores de Serventia Atual, indicaram vias com conceito entre ruim e regular.

ABSTRACT: Manaus shows historically recurrent and premature pathologies in their pavements. In this work such problems were assessed visually, second the Asphalt Pavement Restoration Manual of DNIT (National Department of Transport Infrastructure), terms TER 005/2003 and PRO 009/2003 standards, in two distinct areas of the city, they are: a) South Zone: composed Industrial Pole routes which allow transport of cargo in containers to ports; b) West Zone: evaluated second streets and avenues, a residential neighborhood, designed mainly to collective transportation. The results, based on the Visual surveys conducted and the Current Service Roads Values, indicated routes with concept between bad and regular.

1. INTRODUÇÃO

Manaus, capital do estado do Amazonas, mundialmente conhecida por seu potencial turístico, suscitado principalmente pela biodiversidade da floresta amazônica, desponta como principal centro financeiro e econômico da região norte do país, creditado a Zona Franca de Manaus (ZFM), que promove a integração produtiva e social desta região ao país. A disseminação das indústrias no citado município desencadeou um desenvolvimento rápido, gerando a migração de população advinda de todo o Brasil, à procura de emprego no Pólo Industrial de Manaus (PIM), que é responsável por movimentar grande parte da economia do estado e o principal contribuinte para o município deter o sexto maior Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, superando o montante de R\$ 38 bilhões, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [11].

Parte significativa das mercadorias produzidas pela ZFM é exportada por meio hidroviário pelos Terminais de Uso Privativo (TUPs) — Porto Chibatão e Porto Superterminais, ambos localizados no bairro Colônia Oliveira Machado, e pelo Porto Público. Outra parte da carga movimentada nas hidrovias se dá por meio dos TUPs para balsas, espalhados em toda a parte costeira da cidade. As cargas com maior valor agregado e baixa densidade são exportadas por meio do modal aéreo, onde se destaca o Aeroporto Internacional Eduardo Gomes.

Outra possibilidade consistiria no uso das rodovias. O principal destino no país das cargas manauenses é a região sudeste, cujo transporte pelo modal supracitado ocorre num tipo específico conjugado, denominado roll-on/ roll-off, cujas carretas adentram com suas cargas em balsas para então, chegar a uma localidade e seguir por rodovia até o seu destino final. A combinação de

modais sucede devido à deficiência por rodovias que conectam Manaus as demais regiões do país, sabendo-se que há somente uma rodovia federal em condições de tráfego (BR-174), que liga a capital do Amazonas ao extremo norte do país.

Apesar da importância no escoamento de cargas de Manaus, particularmente em meados de 2004, o Porto Público passou a ser alvo de grande conflito, porquanto a necessária ampliação da capacidade operacional era restringida por pressões políticas. Tais problemas podem ser evidenciados no ano seguinte, quando o citado porto começou a indicar uma redução de 28% na sua movimentação, SNPH [21] *apud* Moita [17], levando vários especialistas a afirmarem que esta situação poderia consistir em um dos maiores entraves para a logística na região Norte, conforme COOPEAD/UFRJ [5]. Tal resultado pode ser confirmado pelos dados correspondentes ao ano de 2007, onde juntos os TUPs Superterminais e Chibatão movimentaram 97% dos contêineres, corroborando a queda no desempenho operacional do Porto Público. Ressalta-se a contribuição do Porto Privativo Chibatão, no ano de 2008, que foi o responsável pela maior movimentação de contêineres (60%) do Estado. Dados de 2011 mostram que o crescimento anual médio da movimentação de contêiner para o município está na ordem de 17% SNPH [21] *apud* Moita [17].

A Superintendência Estadual de Navegação, Portos e Hidrovias – SNPH [23] revela que os citados portos simultaneamente movimentaram mais de 410 mil unidades de contêineres no ano de 2010, quase 30% a mais se comparado ao ano anterior, distribuídos em embarque e desembarque, além do transporte de navegação por cabotagem e longo curso, conforme indicam as Figuras 1 a 3.

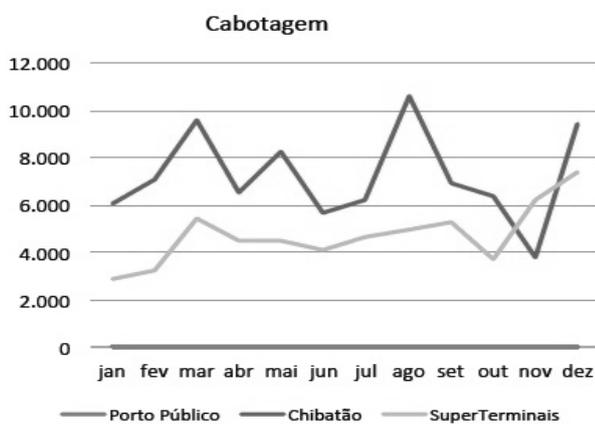


Figura 1. Movimentação de cargas em mil unidades de contêineres x tempo.
FONTE: SNPH, 2010.

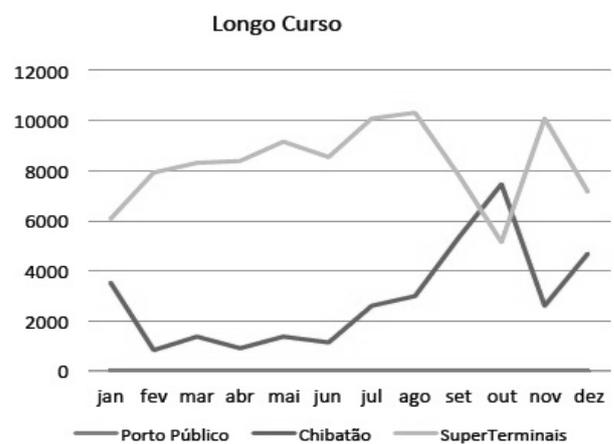


Figura 2. Movimentação de cargas em mil unidades de contêineres x tempo.
FONTE: SNPH, 2010.

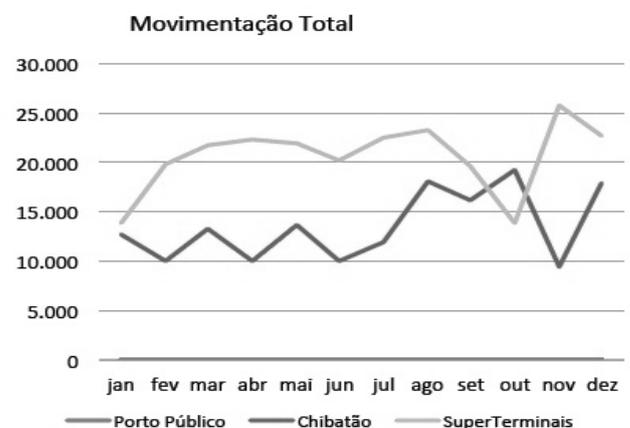


Figura 3. Movimentação de cargas em mil unidades de contêineres x tempo.
FONTE: SNPH, 2010.

Nota-se, de acordo com as citadas figuras, a peculiaridade de cada TUP, quando comparado à Movimentação Total, Cabotagem e Longo Curso: a) o TUP-Chibatão caracteriza-se principalmente pela navegação de Cabotagem (aquela que se dá pela costa do país); b) o TUP-Superterminais apresenta uma preponderância na navegação de Longo Curso (entre portos de diferentes nações). Para tanto, as cargas a serem destinadas aos portos privativos, advindas das fábricas, neste trabalho situadas nos bairros Distrito Industrial I e II, é feito por um trecho até aos Portos Privativos anteriormente citados, que neste trabalho denominou-se TRECHO ZS (Zona Sul). Dessa forma, avaliou-se visualmente o pavimento que resiste ao tráfego deste segmento de importância econômica para a ZFM. As vias, pertencentes ao trecho em questão, estão estabelecidas nos bairros Betânia, Colônia Oliveira Machado, São Lázaro e Crespo, localizados na Zona Sul do município de acordo com a divisão de bairros constante da

legislação municipal [15], dispostos na Figura 4 e identificados pela numeração 27, 28, 29 e 30, respectivamente.

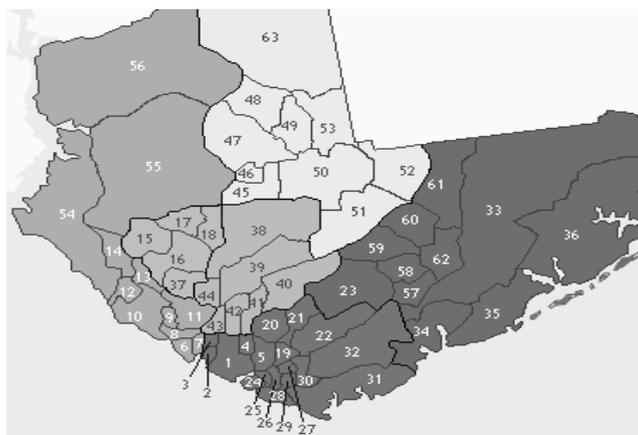


Figura 4. Mapa da delimitação dos bairros do Município de Manaus.

FONTE: Lei Municipal 1404 de 14/01/2010.

Por outro lado, optou-se igualmente por analisar pavimentos pouco solicitados, como é o caso das vias situadas no bairro Tarumã, Zona Oeste de Manaus, que segundo o IBGE [12] apresenta um crescimento populacional em torno de 284%, relativo ao último censo realizado no ano de 2000.

Analogamente ao TRECHO ZS, os pavimentos desse bairro são utilizados somente para o transporte de pessoas por meio de automóveis privados e coletivos, com insignificantes solicitações de cargas atinentes ao primeiro trecho analisado. As vias constantes neste bairro, que até o ano de 2006 era considerado um bairro rural, sendo integrado à citada zona residencial pela legislação [15], igualmente foram vistoriadas visualmente, onde receberam no presente trabalho, a nomenclatura TRECHO ZO (trecho Zona Oeste) que se encontra referenciado com o número 55, conforme a Figura 4.

Escolhidas as vias — com características diferenciadas de tráfego, realizou-se o levantamento visual das patologias, objetivando avaliar a situação da superfície destas estruturas, visando compreender as principais causas da deterioração precoce dos pavimentos regionais, bem como a influência das irregularidades no conforto e segurança dos usuários do tráfego. Dessa forma, as patologias encontradas nos trechos avaliados, levando-se em consideração que o pavimento do TRECHO ZS é o mais solicitado e antigo, respeitante às vias do TRECHO ZO. Esta última informação, pôde-se constatar nos

levantamentos realizados *in loco*, onde se verificou em alguns segmentos do pavimento com maior solicitação, a presença de brita proveniente do arenito, rocha sedimentar muito explorada em Manaus na década de 70, porém superficialmente escassa na atualidade. Em contrapartida, ressalta-se que a construção mais recente do TRECHO ZO, alusivo as suas principais vias pavimentadas, possuem não mais que oito anos, segundo informações obtidas em entrevista junto a Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEMINF.

O presente artigo se insere na linha de pesquisa Pavimentos, vinculada ao Grupo de Geotecnia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e voltada ao estudo de soluções para as históricas patologias das vias urbanas do Município de Manaus - AM, atividade de investigação científica levada a efeito com a participação de bolsistas de Iniciação Científica e alunos do Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos da Amazônia (PPG-ENGRAM).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Na etapa inicial desta pesquisa, realizou-se visitas técnicas aos órgãos e empresas visando obter dados, que corroborassem com o presente trabalho. Para o trecho de grande circulação de cargas e pessoas (TRECHO ZS), entrevistou-se o diretor técnico da Superintendência Estadual de Navegação, Portos e Hidrovias (SNPH-AM) e se obteve dados atinentes às cargas movimentadas no percurso analisado, conforme Figuras 1 a 3. Dessa forma, classificou-se tal pavimento como altamente solicitado. Para as vias menos solicitadas, que compõem o TRECHO ZO realizou-se pesquisa junto à Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF), onde se conseguiu dados referentes ao tempo de execução destes pavimentos, bem como se verificou que em tais vias se realizaram, em abril de 2011, operações “Tapa Buracos” da Prefeitura Municipal de Manaus.

Em momento posterior, fez-se a seleção das vias que seriam avaliadas em ambos os trechos. Para o trecho da Zona Sul, escolheu-se a Avenida General Rodrigo Otávio, após o contorno da Praça Francisco Pereira da Silva (Bola da Suframa) até o início da Rua Felismino Soares, sito no bairro Colônia Oliveira Machado, com destino aos TUPs,

em ambos os sentidos, conforme indica a Figura 5. O segundo trecho considerado neste trabalho, localiza-se na Zona Oeste de Manaus, onde foram escolhidas ruas e avenidas de pequena e grande circulação, onde se analisou alguns segmentos de 500 m no bairro Tarumã, inclusos na Av. Ponta Negra, Rua Praia do Futuro, Praia da Canoa Quebrada, Praia Grande, Praia de Copacabana e Praia dos Mosqueiros. Como esta área não possui registros por satélites, confeccionou-se um esquema geral no *software* AUTO CAD das vias deste local, conforme se apresenta na Figura 6.

Os materiais utilizados no levantamento realizado foram simplificados devido à classificação das patologias de pavimentos flexíveis, quanto ao valor de serventia atual (VSA) empregada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT [6], serem somente de cunho visual. Para tanto, utilizaram-se: máquina fotográfica digital, trena de 20 m, prancha com papel, caneta e GPS, que determinou as coordenadas dos pontos mais significativos vistoriados neste trabalho, constam na Tabela 1.



Figura 5. Vista Aérea do TRECHO ZS, destacado.
FONTE: Adaptado de Google Earth, 2011.



Figura 6. Esquema Geral do TRECHO ZO destacado.

Tabela 1. Coordenadas geográficas de pontos específicos - TRECHO ZS.

Pontos	Latitude	Longitude
P9	3° 8'9.14"S	59°59'18.55"O
P64	3° 8'46.71"S	59°59'52.48"O
P77	3° 8'44.65"S	59°59'39.19"O
P112	3° 8'9.74"S	59°59'18.21"O

Realizou-se visitas no percurso escolhido da Zona Sul, ao longo do período compreendido entre abril a junho de 2011. Entretanto, antes de iniciar o levantamento das manifestações patológicas, fez-se necessário estabelecer critérios para a avaliação visual do pavimento. Neste caso, foram norteados pela norma do DNIT [6], que preconiza os procedimentos exigíveis para a avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, baseado no seu valor de serventia atual (VSA) — indica o grau de conforto e suavidade ao rolamento proporcionado pelo pavimento. Assim, fez-se a classificação visual das patologias do referido pavimento segundo as literaturas [2] e [20].

O procedimento ocorreu percorrendo-se o trecho, onde se visualizava as patologias de acordo com as exemplificadas pela classificação, onde se faziam registros fotográficos e escritos descrevendo tal defeito. Igualmente as mesmas eram localizadas por meio do aparelho receptor móvel que adota o Sistema de Posicionamento Global (GPS), visando poder retornar, caso fosse necessário, para uma avaliação posterior. Quando possível, fez-se medições de algumas patologias, como comprimento de trincas, por exemplo. Ressalta-se, no entanto que, medir os defeitos naquela via foi dificultoso, devido ao tráfego intenso de veículos, ônibus, caminhões leves, médios e pesados, provenientes de contêineres vazios ou carregados. Os avaliadores consideraram principalmente as panelas, saliências, irregularidades transversais e longitudinais da superfície. Grandes depressões resultantes do recalque de aterros deveriam ser ignoradas segundo a especificação do DNIT [8].

No TRECHO ZO, a pesquisa foi aplicada em campo no período de maio a junho de 2011. Os materiais empregados neste levantamento foram os mesmos presentes na vistoria do TRECHO ZS, utilizando ainda, o método descrito pelo DNIT [6]. A quantificação dos defeitos do pavimento flexível realizou-se pelo método de visualização, percorrendo-se toda uma extensão de 500 m,

registrando-se os dados em uma ficha elaborada pela equipe de avaliação para cada rua e avenida, por meio de quesitos norteados por normas do referido órgão, constantes nas referências [7] e [8], e os defeitos localizados e classificados segundo a referência [20].

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre as funcionalidades do revestimento, tem-se a impermeabilidade e o oferecimento do acabamento final, melhorando o conforto e a resistência à derrapagem, conforme cita Rocha & Costa [19]. O levantamento dos defeitos dessa superfície tem por finalidade avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos, permitindo um diagnóstico da situação funcional. Com isso permite estabelecer soluções tecnicamente adequadas, indicando as melhores alternativas para a manutenção ou restauração da referida estrutura. No que tange as patologias encontradas nos trechos em estudo, tem-se dentre outras causas, para a deterioração do revestimento: a) ação do tráfego no TRECHO ZS (carga por eixo), considerando que a Avenida General Rodrigo Otávio recebe veículos com cargas pesadas, advindas das indústrias do Pólo Industrial de Manaus, confrontando-se com o TRECHO ZO, que é trafegado por veículos de passeio e ônibus; b) as solicitações climáticas, notadamente pelo elevado índice pluviométrico e altas temperaturas regionais.

A gênese das patologias no pavimento está ligada, em geral, pela má execução do projeto, problemas construtivos, falha na seleção dos materiais, utilização de materiais pouco resistentes para a construção das camadas, inadequações nas alternativas de conservação e manutenção. Tais fatores provocam a falência estrutural do revestimento e das subcamadas, ocasionando problemas no rolamento, conforto e segurança da via.

3.1. Trincas e fissuras

Nos trechos em estudo foram observadas trincas: a) longitudinais; b) transversais; c) em bloco, conforme Figura 7; e d) “couro-de-jacaré” (Figura 8). Baseado nas literaturas [6], [9], [19], [20], [22] e [25], aplicando a essa situação, têm-se como principais motivos para os defeitos,

respectivamente: a) ligação inadequada entre as camadas do pavimento; b) e c) contração devida a alta temperatura da região; d) além da contração da capa asfáltica devido a alta temperatura, deve se considerar as deformações repetidas pelo tráfego intenso e espessura insuficiente do revestimento. Todas as mencionadas trincas foram percebidas no decorrer dos trechos avaliados, variando somente o grau de severidade.



Figura 7. Trinca em bloco - Av. Rodrigo Otávio (ZS).

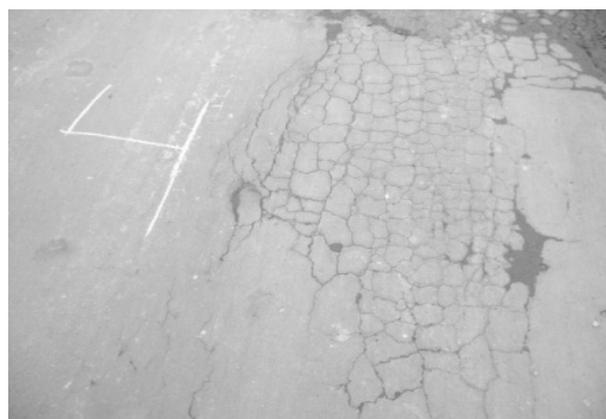


Figura 8. Trincas couro-de-jacaré - Rua Praia do Furuto (ZO).

3.2. Deteriorações dos remendos

Os remendos representam a porção da superfície do pavimento maior que $0,1\text{m}^2$, removida e substituída após a construção inicial. Assim como a avaliação do nível de severidade, a forma de execução dessa patologia depende igualmente do tipo de defeito apresentado, como descreve a referência [25]. Observou-se tal patologia em diversos trechos da Avenida General Rodrigo Otávio, nos dois sentidos de tráfego, bem como nas ruas avaliadas no bairro do Tarumã. Aponta-se como possível causa dessa deterioração, incidente nos trechos em estudo, o escorregamento da mistura asfáltica após a má-execução dos remendos e erros de dosagem da mistura asfáltica,

agravada pelo aumento da temperatura e excesso de carga, conforme se visualiza na Figura 9.



Figura 9. Remendo com escorregamento da mistura asfáltica, com panela (ZS).

3.3. Painelas

Painelas são cavidades de diversos tamanhos que ocorrem no revestimento, resultantes de uma desintegração localizada. Esses pontos de fraqueza do pavimento, geralmente causados por aplicação insuficiente de asfalto ou por ruptura da base associada a uma drenagem deficiente, evoluem, sob a ação do tráfego e em presença de água, para uma fragmentação, até a remoção de partes do revestimento e/ou da base [25].

Encontraram-se ao longo dos trechos ZS e ZO, várias painelas de magnitudes variadas. Na Av. Rodrigo Otávio, tornou-se difícil realizar medições das dimensões devido ao grande fluxo de veículos. Segundo o Manual de Avaliação, Manutenção e Restauração de Pavimentos de Vias Urbanas Rodrigues *et al* [20], várias são as causas destas patologias, dentre o expressivo número desse defeito, encontrado na referida avenida manauense, apontam-se conforme as Figuras 10 e 11 as painelas com maiores níveis de severidade.



Figura 10. Painelas em trincas do tipo "Couro de jacaré" (ZS).

Na Figura 10, observa-se que, possivelmente, a gênese desse problema seja a fadiga do revestimento, enquanto na Figura 11 se nota defeito estrutural da camada subjacente, visto que tal patologia era profunda e facilmente se visualizava a base do pavimento.



Figura 11. Painela profunda (ZS)

Para o caso das ruas do bairro Tarumã, verificou-se que as painelas, conforme Figura 12, se formam num primeiro estágio no revestimento apresentando dimensões variadas. Iniciam-se com trincas por fadiga evoluindo para uma degradação maior na superfície do pavimento. Possivelmente causada pela má adesividade entre o revestimento e a camada inferior a ele.



Figura 12. Painela - Rua Praia do Futuro (ZO)

3.4. Defeitos de superfície

Quanto às patologias relativas aos defeitos de superfície, baseando-se nas referências [6], [7], [8] e [20], encontraram-se afundamentos de trilhas de rodas, envelhecimento de misturas asfálticas, soltamento de agregado da mistura, escorregamento do revestimento, falhas nas áreas de entradas e saídas dos empreendimentos e falta de aderência entre o asfalto e a superfície do

paralelepípedo. Atinou-se que as patologias como desprendimento de agregado da mistura, conforme Figura 13, trilhas de roda e escorregamento do revestimento (Figura 14), se concentram em determinados trechos, enquanto o envelhecimento da mistura se encontra por todo o trecho onde não se realizou a operação tapa-buraco.



Figura 13. Soltamento de agregado (ZS).



Figura 14. Escorregamento (ZS)

Na Zona Oeste do município, notou-se a incidência de falhas no acostamento, exibida na Figura 15, que são deteriorações decorrentes de irregularidades laterais do revestimento. Nesta localidade, o nível de deterioração é alto e causado principalmente pelo excesso de vegetação, lixo e esgoto.



Figura 15. Falhas no acostamento - Rua Praia do Futuro (ZO)



Figura 16. Falta de drenagem superficial - Rua Praia do Futuro (ZO).

Problemas devido à falta de drenagem superficial, conforme Figura 16, também são comuns na região. Desnível de caixa coletora, observado na Figura 17, em relação ao nível do revestimento foi igualmente encontrado. Os afundamentos de revestimento, exposto na Figura 18, apresentam além da depressão na região das trilhas de rodas um solevamento lateral, que é causado pela ruptura das camadas do pavimento em decorrência da ação do tráfego.



Figura 17. Desnível de Caixa Coletora - Rua Praia do Futuro (ZO).



Figura 18. Afundamento de Revestimento - Rua Praia do Futuro (ZO).

3.5. Incidências das principais patologias e valor de serventia atual

Para efetuar-se uma comparação mais direta, agruparam-se as patologias, que resultaram em quatro grupos principais: a) Defeitos de Superfície e de Drenagem (Elevação, Trilha de Roda, Borrachudo, Levantamento, Afundamento, Ondulações, Desgaste, Desnível de Caixa Coletora, Falhas na Sarjeta e no Acostamento, Falta de Drenagem Superficial, entre outros); b) Pannels; c) Deterioração do Remendo; e d) Trincas (Fissuras, Trincas Longitudinais, Trincas transversais, Trincas em Bloco, Trincas “Couro-de-Jacaré”), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Comparação entre incidências das principais patologias nos trechos de estudo.

Patologias	Qtd	
	ZS	ZO
Defeitos de Superfície e de Drenagem	87	187
Pannels	15	42
Deterioração dos Remendos	70	51
Trincas e Fissuras	78	55

Ao analisar a Tabela 2, é imediata a observação da predominância das patologias enquadradas como Defeitos de Superfície e de Drenagem, entre as quais, destaca-se para o trecho ZS, o Desgaste proveniente da falta de adesão entre o ligante e o agregado. Justamente onde se notou esse defeito, observou-se como agregado graúdo o seixo, que possui uma superfície lisa, dificultando a aderência com o ligante, ocasionando na perda da película asfáltica que envolve o agregado com o aumento da intensidade do tráfego. Quando se analisa o trecho ZO, verificou-se que a maior parte dos defeitos dos

pavimentos é relacionada a falhas no acostamento das vias, incluindo a transição da sarjeta para a pista de rolamento. As ondulações aparecem em cenário intermediário quanto à incidência, porém conotam deformações transversais ao eixo da pista, provenientes de problemas com o subleito. As demais patologias deste grupo obtiveram amostragem pequena, quando confrontadas com as supracitadas, apesar de também possuírem seu grau de criticidade, quando se analisa o efeito do envelhecimento, variação da temperatura, execução, ação da água, entre outros fatores que implicam no bom comportamento do pavimento ao longo de sua vida útil.

Nota-se a alta incidência de remendos e trincas nos dois trechos em estudo. Os recorrentes remendos observados podem ser elucidados quando se compreende que a gênese da deterioração é a fadiga prematura do revestimento, causada pela falta de suporte das camadas inferiores (base e/ou sub-base), o que caracteriza como consequência dos pavimentos em Manaus que geralmente possuem somente duas camadas: o subleito e o revestimento. Tais defeitos foram encontrados com exaustão.

O elevado número de trincas inventariadas é explicado pelo agrupamento de todos os tipos (longitudinais, transversais, em bloco e do tipo “Couro-de-jacaré”) reunidos em um grupo maior. Ainda assim, a ampla ocorrência deste defeito deve-se ao fato de ocorrer uma alternância climática em Manaus, sem regularidade, provocando pequenas variações de temperaturas, mas capazes de danificar um revestimento mal executado, sobre um subleito pouco resistente, deixando a estrutura vulnerável à ação erosiva da água. Além de características do CAP utilizado em misturas asfálticas do Município manauense, como a Penetração (indicando viscosidade insuficiente para as características regionais) e o Ponto de Amolecimento, cuja temperatura superficial indicada está abaixo da situação real dos pavimentos regionais. Estudos recentes realizados em Manaus, segundo referência [18], a refletividade (ou a absorção) da radiação solar realmente influencia o aumento de temperatura nos revestimentos presentes. Observou-se que o maior pico de temperatura superficial (59,7°C) incide no pavimento de menor albedo, no caso o revestimento de Areia-Asfalto e o menor pico de temperatura superficial (51,4°C) ocorre no

pavimento de maior albedo/refletividade, sendo este o pavimento rígido.

Por outro lado, determinou-se o Valor de Serventia Atual do pavimento que diminui com o passar do tempo, em decorrência principalmente, de dois fatores: o tráfego e as intempéries. O clima contribui para a aceleração da deterioração do pavimento, uma vez que a água da chuva pode provocar queda de capacidade de suporte. Como consequência, a estrutura ao ser solicitada pelo tráfego sofre maiores deslocamentos, provocando danos estruturais e de superfície. O pavimento já trincado na superfície facilita a entrada de água e, conseqüentemente, aumenta os danos do pavimento. Quando esses danos atingem valores baixos de serventia, devem ser efetuadas as manutenções corretivas. Com isso, o valor de serventia eleva-se novamente, podendo atingir valores iguais ou maiores à serventia inicialmente determinada para este pavimento Rocha & Costa [19].

Baseado na avaliação proposta pela especificação do DNIT [6], conforme Figura 19, obtiveram-se para o sentido de tráfego Bola da Suframa – Portos (ZS-1) e o sentido Bola da Suframa – Portos (ZS-2), os resultados do $VSA=2,9$ e $VSA=2,1$, respectivamente. Ambos caracterizaram a serventia da via como regular. No caso das ruas avaliadas no Bairro do Tarumã, já no TRECHO ZO, VSA foi classificado como péssimo, já que $VSA=1,0$. Este resultado pode ser explicado quando se constata que os pavimentos das ruas deste trecho possuem um expressivo número de trincas e panelas de grandes dimensões, a ponto de impedir a passagem de um veículo de maior porte, remendos e ondulações que comprometem o conforto, além da ausência de drenagem superficial.

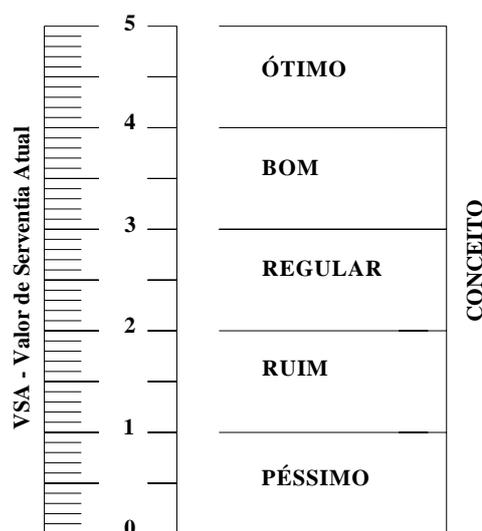


Figura 19. Valores de Serventia Atual.
FONTE: DNIT 009/2003.

4. CONCLUSÕES

Os principais agentes patológicos propulsores aos defeitos nos pavimentos são basicamente a atuação do tráfego sobre uma estrutura de pavimentação que não apresenta capacidade de suporte nas camadas subjacentes de base e sub-base, o que é característico da região apresentar-se estruturado apenas em revestimento e subleito, e a intercalação climática entre períodos de grande estiagem e de intensas chuvas, acoplados as altas temperaturas. Ressalta-se que Manaus possui um revestimento de AAUQ assentado sobre um subleito argiloso, conforme Bento & Frota [3]. Estes fatores somados a má execução dos pavimentos e ação erosiva da água desencadeiam uma série de defeitos visivelmente encontrados nas vias urbanas da cidade (por exemplo, em estudo).

Particularmente, os defeitos mais comuns nos trechos da Zona Oeste são as falhas de superfície e drenagem, devido à falta de manutenção preventiva, execução correta e uso de material apropriado. Associa-se ao aparecimento de defeitos a aplicação do seixo como agregado graúdo nas misturas de revestimento, nos trechos da Zona Sul, propiciando o surgimento de desgaste devido à má adesividade entre o ligante e o agregado aliado a sua superfície lisa o qual diminui a coesão.

Verificou-se igualmente que os revestimentos empregados no trecho da Zona Oeste são do tipo AAUQ, material este que não apresenta resistências adequadas (tanto às intempéries quanto às deformações, possivelmente

pela ausência do agregado graúdo), tornando as vias propícias ao desenvolvimento de trincas e panelas, principalmente pelo grande número de remendos realizados pela Prefeitura na operação “Tapa Buracos”, onde entram em colapso rapidamente pela falência estrutural das camadas do pavimento.

Os índices de serventia encontrados, para as zonas estudadas, variaram de regular a ruim, elucidando parte da precária situação das ruas e avenidas da cidade. Sabe-se que o trabalho de mapeamento de defeitos é de suma importância para a posterior identificação dos problemas e aplicação da manutenção corretiva. Sugere-se para trabalhos futuros a Avaliação Objetiva, DNIT [7], desses trechos com maior precisão, utilizando instrumentos adequados que meçam, por exemplo, deflexões e afundamentos nas pistas.

REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto – Abeda. *Manual Básico de Emulsões Asfálticas: Soluções para Pavimentar sua Cidade*. Rio de Janeiro 2001.
2. Balbo, J. T. *Pavimentos Asfálticos – Patologias e Manutenção*. São Paulo: Plêiade, 1997.
3. Bento, A. H.; Frota, C. A. . *Mapeamento Geotécnico da Área Urbana de Manaus - AM*. In: III Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 1998. III Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. Florianópolis, SC, 1998. v. CD-ROM.
4. Bertollo, S. A. M. *Considerações sobre a Gerência de Pavimentos Urbanos em Nível de Rede*. Dissertação – (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos - USP. 1997.
5. COOPEAD/UFRJ (2005). *Indicadores de Transporte Rodoviário Brasileiro*. Disponível em: <http://cel.coopead.urj.br>. Acesso em 25 de março de 2008.
6. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 005/2003 – TER: *Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia*. Rio de Janeiro: IPR, 2003.
7. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 006/2003: *Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos – Procedimento*. IPR, 2003.
8. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 009/2003 – PRO: *Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento*. Rio de Janeiro: IPR, 2003.
9. Domingues, F. A. A. *Manual para Identificação de Defeitos de Revestimento Asfálticos de Pavimentos*. São paulo, 1993.
10. Domingues, F. A. A. *MID - Nossos Equipamentos para Medição de Irregularidade dos Pavimentos*. São Paulo, 1994.
11. Fernandes Júnior, J. L.; Oda, S.; Zerbini, L. F. *Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Notícias do censo 2010*. Disponível: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>, Capturado: 07/09/2011.
13. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Posição ocupada pelos 100 maiores municípios em relação ao Produto Interno Bruto a preços correntes e participações percentuais relativas e acumuladas, segundo os municípios e respectivas Unidades da Federação*. Disponível: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2003_2007/tab01.pdf, Capturado: 07/09/2011.
14. Instituto do Asfalto. *The Asphalt Handbook*. MS-4. 1989.
15. Lei nº 1.401, de 14 de janeiro de 2010 (D.O.M. 14.01.2010 – N. 2365 Ano XI). *Dispõe sobre a criação e a divisão dos bairros da cidade de Manaus, com estabelecimento de novos limites, e dá outras providências*. Câmara Municipal de Manaus. Diretoria Legislativa. Disponível: <http://dom.manaus.am.gov.br/pdf/2010/janeiro/dom2365cad1.pdf/view>, Capturado: 07/09/2011.
16. Lucena, A. E. F. L. *Utilização do resíduo oleoso das atividade de exploração em revestimento asfáltico de estradas*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2008.
17. Moita, M. H. V; Santos, J. T. A. N.; Cardoso, P. *Atributos de Paralisação como Indicador de Produtividade da Operação Portuária de Cabotagem em Manaus*. Revista de Literatura dos Transportes. Sociedade Brasileira de Planejamento de Transportes. Vol5, nº 4, pp. 70-87. 2011

- 18.Picanço, H. M; Cartaxo, E. F; Pereira, P. S. H; Frota, C. A. *Refletividade, radiação solar e temperatura em diferentes tipos de revestimentos das vias urbanas no município de Manaus (AM)*. In: Congresso de Infraestruturas de Transportes, 5, São paulo, 2011, Anais... São Paulo: ANDIT, 2011.
- 19.Rocha, R. S. & Costa, E. A. L. *Patologias de Pavimentos Asfálticos e suas Recuperações - Estudo de Caso da Avenida Pinto de Aguiar*. Universidade Católica de Salvador: Bahia, 2009.
- 20.Rodrigues, J. K. G., Morais, C. A. S., Lucena, A. E. F. L., Lucena, L. C. F. L. *Manual: Avaliação, Manutenção e Restauração de pavimentos de vias públicas*. Campina Grande: EDUFPG, 2009.
- 21.SNPH – Sociedade de Navegação Portos e Hidrovias - (2009) Estatística Geral – Informações Gerenciais: Portos de Manaus e Unidades Regionais. Disponível em:<<http://200.242.43.250/?Id=47>>. Acesso em: 25 de Janeiro 2010.
- 22.Souza, Maurício José de. *Patologias em Pavimentos Flexíveis*. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo 2004.
- 23.Superintendência Estadual de Navegação, Portos e Hidrovias - SNPH. *Chibatão e TUP-Superteminais*. Amazonas: Silveira, J. V; 2010.
- 24.Vieira, Elias Antonio. *Quantificação e avaliação de danos em trecho de pavimento flexível de avenidas de Ribeirão Preto, SP, Brasil*. Estação Científica (UNIFAP) Macapá, v. 1, n. 1, p. 95-98, 2011.
- 25.Yoshizane, Prof. Hiroshi Paulo. *Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico*. Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica CESET, Limeira, 2005.