

A AÇÃO DOS ROMPIMENTOS DE TUBULAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM RUAS PAVIMENTADAS DE MANAUS

Leonardo Rabelo de Lima
Graduando em Engenharia Civil, Centro Universitário do Norte – UNINORTE,
Manaus – AM.

Adelaneide Gomes de Lima
Orientadora, Mestra em Ciências Ambientais

Resumo

A pavimentação é um serviço essencial para promover a locomoção nas cidades. A pavimentação evoluiu ao longo dos anos, com as pesquisas sobre os insumos e a maneira de implementar. Entretanto a pavimentação, ainda apresenta anomalias, que são causados por vários fatores. Atentar para esses fatores é necessário para prevenir tais anomalias.

As ruas pavimentadas sofrem com outro problema. O rompimento de tubulações de água vem danificado a estrutura dos pavimentos. Foi verificado rompimentos de tubulação de água em todas as zonas da cidade de Manaus, verificando os danos gerados e o tempo para recuperação do sistema de água e do pavimento.

Palavras chave: pavimentação, anomalias, tubulações, rompimento.

Abstract

THE ACTION OF UNDERGROUND WATER PIPING BREAKDOWNS ON MANAUS PAVED STREETS

Paving is an essential service to promote locomotion in cities. Paving has evolved over the years, with research on inputs and how to implement it. However the paving, still presents anomalies, that are caused by several factors. Attending to these factors is necessary to prevent such anomalies.

Paved streets suffer from another problem. The rupture of water pipes has damaged the structure of the floors. Water pipe ruptures were verified in all areas of the city of Manaus, verifying the damages generated and the time for recovery of the water system and the pavement.

Key words: paving, anomalies, pipes, rupture.

1.0 Introdução

A Engenharia tem como princípio construir, de forma engenhosa, de forma inteligente. A Engenharia projeta e constrói casas, edifícios, pontes, praças, parques, entre outros. Construindo o ambiente das cidades. Sejam nos municípios grandes ou pequenos, esses locais que podem abrigar até milhares de habitantes, são projetadas para possibilitar a locomoção dessas pessoas, seja através de veículos motorizados ou a pé. Tal locomoção é proporcionada através das ruas e avenidas, que também são projetadas e construídas pelo setor da Engenharia.

A importância das ruas e avenidas é evidente, o que pode ser comprovado nos nomes que elas apresentam, sendo de pessoas ou de acontecimentos que são considerados significativos para a história do país. No Brasil, por exemplo, em diversas cidades, há ruas com os nomes: Getúlio Vargas, Santos Dumont, Joaquim Nabuco, Sete de setembro, Quinze de Novembro. Na cidade de Manaus, além das ruas já citadas, também há aquelas que homenageiam pessoas da história amazonense, como Bernardo Ramos, João Anthony, Gilberto Mestrinho, Eduardo Ribeiro, Constantino Nery, Mario Ypiranga, entre outros.

Ao longo da história, as ruas se modificaram, ganhando mais espaço, aumentando suas larguras, adaptando-se aos relevos formando curvas e inclinações, recebendo sinalização e adaptações para as pessoas portadoras de deficiência física. Entre outras necessidades da população.

Entretanto, para atender às necessidades de uma cidade, apenas ruas e avenidas projetadas com espaço suficiente para o tráfego não é tudo. A população das cidades possui outras necessidades que devem ser atendidas. Como coleta de lixo, destinação de esgoto, distribuição de água e luz. Todas essas atividades dependem de alguma maneira das ruas, pois serão através delas que serão conduzidos os materiais necessários para as suas instalações.

Alguns serviços dependem mais das ruas do que outros. A distribuição de água, por exemplo, necessita da rua, pois o trajeto (tubulação) de água em sua maioria passa por debaixo de suas ruas. Tais tubulações devem estar em boas condições para que não afete a composição das ruas.

Entretanto, na cidade de Manaus, muitas tubulações vêm sendo rompidas, por falta de manutenção, ou desgaste das mesmas. Esses rompimentos acontecem diariamente com tubulações de diâmetros menores. Mas, tubulações com diâmetros

de até 600 mm também estão se rompendo. Consideradas pequenas ou grandes, esses rompimentos veem danificando a pavimentação de ruas da cidade de Manaus.

Analisar, como esse desgaste de tubulações afeta a cidade, é necessário, para minimizar a ocorrências desse problema, que prejudica a população da capital amazonense.

2.0 Objetivo

Analisar e acompanhar a ação dos rompimentos de tubulação de água subterrânea na cidade de Manaus. Verificando como essa ação pode formar patologias no pavimento. E como é o processo de recuperação das tubulações e dos pavimentos.

3.0 Metodologia

A análise da ação causada pelos rompimentos de tubulação de água foi realizada acompanhando os casos de rompimentos durante o ano de 2018 em diversos pontos da cidade. Através de visitas in loco e de reportagens de jornais.

Nos acompanhamentos feitos in loco, foi sendo coletadas informações para as comparações dos processos de recuperação. Informações adquiridas através da observação das obras de recuperação e do diálogo feito com os profissionais, que realizam esse trabalho diariamente e com moradores de áreas afetadas. Sendo realizado também, o levantamento fotográfico.

4.0 Pavimentação

Os centros urbanos necessitam de trajetos estruturados e adequados para a locomoção dos meios de transporte terrestre, principalmente os veículos. As ruas e avenidas são as estruturas mais comuns para essa disponibilidade de locomoção. E a pavimentação destas, é essencial para garantir uma boa trafegabilidade, seja dentro das cidades ou nas estradas que ligam os municípios.

A definição de pavimento é similar entre diversos engenheiros e órgãos do ramo da construção civil. Sendo definido como revestimento construído após vários processos de execução, capaz de resistir à ação dos veículos.

“Os pavimentos são estruturas de múltiplas camadas, sendo o revestimento a camada que se destina a receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. Portanto, essa camada deve ser tanto quanto possível impermeável e resistente aos esforços de contato pneu-pavimento em movimento, que são variados conforme a carga e a velocidade dos veículos. ” PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA – FORMAÇÃO BÁSICA PARA ENGENHEIROS.

“Estrutura construída após a terraplenagem, destinada a resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos, a melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança e a resistir aos esforços horizontais tornando mais durável a superfície e rolamento” DNIT (1994).

Vários povos, ao longo dos séculos, perceberam que era necessário projetar caminhos, visando facilitar o transporte de alimentos, de pessoas, de animais e de ferramentas, entre pequenas e grandes distâncias. Pode-se citar os romanos, os egípcios e os chineses no pioneirismo da técnica da pavimentação.

Entre as mais antigas e conhecidas estão: a Estrada Semíramis (600 a.C.), que cruzando o rio Tigre, ligava as cidades de Babilônia e Ecbatana; a Estrada Real (500 a.C.) com 2840 km de extensão, ligava o império grego ao império persa; e a

Estrada da Seda. Todas, importantes rotas comerciais, que facilitavam o transporte entre grandes distâncias.

Para construção das pirâmides, no Egito, era necessário o transporte de uma grande quantidade de blocos de pedras pesados. O transporte foi feito em vias com lajões justapostos, que tinham seu atrito amenizado com água ou azeite, para facilitar a movimentação das pedras.

Na América latina, o império Inca e o império Maia foram os pioneiros na pavimentação, respectivamente, no México e no Peru.

No Brasil, a pavimentação de ruas começa no século XVI. A mais antiga registrada é a estrada Caminho Aberto (ou Estrada do Mar), que ligava São Vicente ao Planalto Piratininga, no estado de São Paulo, de 1560 até a sua desativação em 1985.

De lá para cá, o Brasil desenvolveu diversas estradas, principalmente no século XX, com o objetivo de ligar as diversas regiões do Brasil e desenvolver o transporte rodoviário.

4.1 Classificação dos pavimentos

Os pavimentos são classificados de acordo com o material que é composto. Podem ser: flexível, semirrígido ou rígido, de acordo com as características de tráfego, propriedades geotécnicas da região e a interface com o sistema de drenagem superficial.

O pavimento flexível é feito com base granulares e revestimentos asfáltico. Sendo o modelo de pavimentação mais executado. Entre suas vantagens estão: menor investimento para execução e a facilidade de manutenção, podendo ser feita em toda sua extensão ou apenas no local afetado.

A pavimentação semirrígida é executada com base cimentada e revestimento flexível. Está presente em vias onde trafegam veículos pesados.

A pavimentação rígida é construída com placas de concreto. Apresenta menores exigências de manutenção.

“Na maioria dos pavimentos brasileiros usa-se como revestimento uma mistura de agregados minerais, de vários tamanhos, podendo também variar quanto à fonte,

com ligantes asfálticos que, de forma adequadamente proporcionada e processada, garanta ao serviço executado os requisitos de impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, durabilidade, resistência à derrapagem, resistência à fadiga e ao trincamento térmico, de acordo com o clima e o tráfego previstos para o local. ” PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA – FORMAÇÃO BÁSICA PARA ENGENHEIROS.

Em Manaus, assim como a maioria das cidades brasileiras, possui uma grande quantidade de vias com pavimentação flexível.

4.2 Camadas da pavimentação

As ruas pavimentadas são formadas por quatro camadas principais: revestimento de base asfáltica, base, sub-base e reforço do subleito. Essas camadas são sobrepostas sobre o solo, que passa pelo processo de compactação.

As espessuras e os materiais dessas camadas dependem de acordo com a região e o tráfego da rodovia.

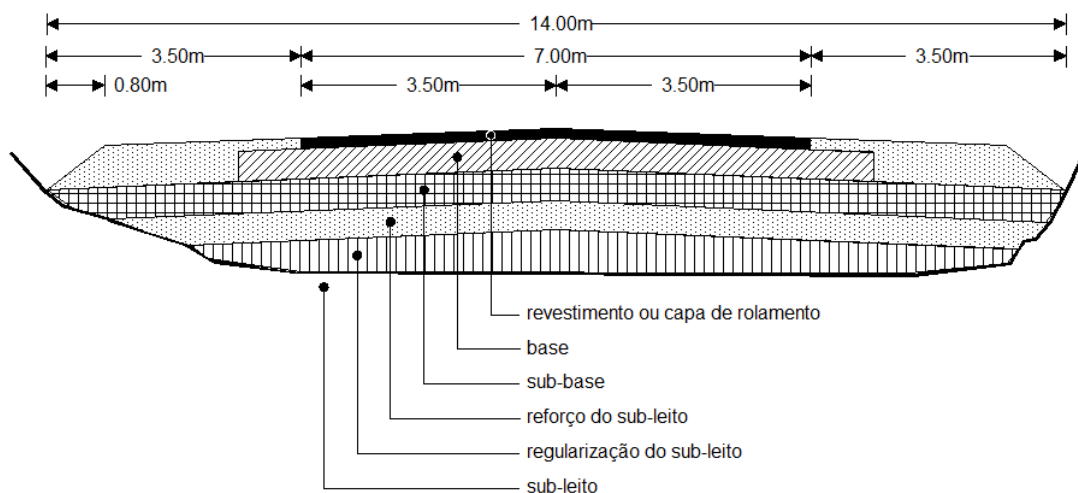


Figura 1 - Esquema das camadas de um pavimento. Fonte: Faleiros, 2005, p. 4.

A primeira camada superior é conhecida como de revestimento ou capa de rolamento, e é considerada a camada com materiais mais nobres. Uma vez que ela recebe diretamente a ação do tráfego, tem a função de melhorar a superfície de rolamento e também de resistir ao desgaste, aumentando a durabilidade.

A base é a camada destinada a receber e distribuir os esforços oriundos do tráfego, e sobre a qual se constrói o revestimento.

A sub-base só é indicada quando não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito. Esse, que pode ser a quinta camada, é o terreno de fundação do pavimento. É formada por uma camada de espessura constante e, para alguns pesquisadores, quando construída acima da regularização do subleito, possui características técnicas inferiores ao material usado na camada que lhe for superior, mas superiores às do material do subleito.

A regularização do subleito possui espessura irregular e é destinada a conformar o subleito com o projeto, de forma transversal e longitudinal.

5.0 Sistema de abastecimento de água

A humanidade sempre priorizou se estabelecer em lugares próximos de rios e lagos, visando estar mais próxima da água, substância essencial ao desenvolvimento humano.

O fornecimento de água nas cidades, assim como a pavimentação, evoluiu ao longo dos séculos. Se ajustando ao relevo, à qualidade e à disponibilidade.

Um sistema de abastecimento de água consiste no conjunto de obras, equipamentos e serviços com o objetivo de levar água potável para uso no consumo doméstico, indústria, serviço público, entre outros.

Esse sistema é formado por Manancial (que é a fonte de onde se retira a água), Captação (consiste nos equipamentos e instalações que retiram a água do manancial), Adução (sendo a tubulação que liga a captação ao tratamento), Tratamento (quando necessário a água passa por uma ETA), Reservatório (que armazena a água), Rede de distribuição (sistema que transporta a água do reservatório para os consumidores) e Ramal domiciliar (ligação da tubulação da rua para a residência).

As redes de distribuição são as que mais afetam a pavimentação, devido à sua localização e à falta de manutenção.

6.0 Patologias do pavimento

A patologia na Construção civil refere-se a qualquer condição não favorável ocorrida após um período de tempo a algum sistema construtivo.

A pavimentação, assim como outras construções, apresenta ao longo dos anos, algumas patologias, denominadas defeitos funcionais.

6.1 Exsudação de asfalto

A Exsudação de asfalto ocorre para a superfície, por conta da dilatação do asfalto, devido ao calor. Outros fatores que possibilitam as condições para o seu surgimento são o excesso de betume na execução da imprimadura ou do revestimento e a execução da imprimadura mal executado.



Figura 2 - Ilustração da exsudação na parte. Fontes: Bernucci, 2006, p. 420; Pinto, 2003, p. 52; Silva, 2008, p. 33

6.2 – Subida de finos

Outra patologia é a chamada de subida de finos. Ela ocorre quando a água nas camadas da pavimentação, oriundas de problemas de drenagem e infiltração, é expulsa do interior através de fendas. A expulsão dessa água ocorre quando veículos pesados trafegam pela pavimentação.



Figura 3 - Fotografia de fendas de onde ocorre a subida de finos. Fonte: Pinto, 2003, p. 51

6.3 - Desgaste

O desgaste da via está associado ao tráfego e ao intemperismo. Sendo resultado da deficiência na ligação entre os componentes das misturas betuminosas ou pela sua má formulação. Esse desgaste, em nível avançado, resulta na saída progressiva dos agregados, o que pode gerar outra patologia.



Figura 4 - Deslocamento e perda de agregado. Fonte: Bernucci, 2006, p. 11; Bernucci, 2006, p. 421; Bernucci, 2006, p. 421, Brasil, 2003, p. 421

6.4 Escorregamento

Quando o revestimento betuminoso escorre durante o processo e pavimentação, acaba formando fendas em forma de meia-lua. A baixa resistência da massa asfáltica ou a falta de aderência entre a camada de revestimento e a camada subjacente são os motivos para a formação dessas trincas.



Figura 5 - Fotografias do escorregamento de revestimento. Fontes: Bernucci, 2006, p. 420; Brasil, 2003, p. 9; Silva, 2008, p. 35.

6.5 Fendas

A ocorrência de fendas é uma forma de degradação mais frequente nos pavimentos flexíveis. Sua causa se dá principalmente pela fadiga dos materiais utilizados nas camadas betuminosas, devido à tração por flexão dessas camadas de forma repetida com a passagem de carga dos veículos.



Figura 6 – Exemplo de Fendas. Localizado na Rua Ipixuna, Manaus. Fonte: Acervo próprio.

6.6 Peladas

As peladas surgem devido à reduzida camada de desgaste, à uma deficiente ligação entre esta camada e a camada betuminosa seguinte e à falta de estabilidade da camada desgaste.



Figura 7 – Exemplo de Pelada. Fonte: Pinto, 2003, p. 53.

6.7 Defeitos estruturais

As deformações normalmente surgem em decorrência da ação conjunta de tráfego intenso e condições climáticas adversas. Resultam da deficiência de zonas pontuais do pavimento, da contaminação localizada das camadas granulares ou pela falta da capacidade de suporte do solo de fundação.

Os defeitos estruturais são afundamentos, ondulações e rodeiras.

Os afundamentos são deformações plásticas ou permanentes, que sofrem depressão longitudinal da superfície do pavimento. As deformações são causadas pela ação das cargas dos pneus que passam repetidas vezes.

Quando presentes na superfície da camada de revestimento, as ondulações são chamadas de escorregamento de massa e ocorrem por causa da mistura asfáltica de baixa estabilidade em consequência do tráfego e do intemperismo.

Rodeiras se constituem em depressões longitudinais e são resultantes de deformações permanentes em qualquer uma das camadas, causadas por consolidação ou movimento lateral dos materiais quando sujeitos às cargas produzidas pelo tráfego.

7.0 Casos de rompimento de tubulação de água em Manaus

Manaus, uma das mais importantes cidades do Brasil e capital do estado do Amazonas, completa no ano de 2018, trezentos e quarenta e nove (349) anos de fundação.

Entre o final do século XIX e início do século XX, Manaus viu sua população crescer de 15.000 para 80.000 habitantes. Crescimento que está ligado à exportação da “hevea brasiliensis”, que teve uma repercussão importante na atividade econômica. O acanhado núcleo urbano deu lugar a uma cidade planejada, com sistemas de abastecimentos de água, captação de esgoto, telefonia, luz elétrica e linhas de bonde. Além do aterramento de igarapés que deram lugar a avenidas. Nesse período, a infraestrutura da cidade era planejada.

A implantação no final da década de 1960, de uma zona franca na cidade, intensificou o fluxo migratório para Manaus, atraindo pessoas tanto dos diversos municípios do estado do Amazonas quanto de estados vizinhos, pela possibilidade de oferta de emprego e melhores condições de vida. O que proporcionou um novo crescimento populacional.

Os censos de 1970, 1980, 1991 e 2010 demonstram um crescimento médio da população de Manaus de 400.000 a cada década. No começo da década de 1990, Manaus passava a ter mais de um milhão de habitantes. Na década de 2010, um milhão e oitocentos mil habitantes. Atualmente ultrapassa os dois milhões.

Esse crescimento populacional refletiu no surgimento de novos bairros. Em 1964, Manaus computava 34 bairros, passando a 63 em 2018, um aumento de 85%. A maioria nas zonas norte e leste da cidade. Entretanto a criação desses bairros não ocorreu de forma ordenada, o que gera em muitos deles não haver um completo sistema de abastecimento de água.

Com um maior número de bairros, e conseqüentemente moradores, a cidade ampliou o seu sistema de abastecimento de água, assim como as ruas e avenidas, num período de quatro décadas. Infraestrutura está implantada, bem diferente da estrutura planejada no início do século XX.

Com a ampliação de espaço urbano, o serviço de reparos dos diferentes tipos de sistemas se ampliou. O que não foi acompanhada com os serviços disponibilizados.

As vias públicas, além de possibilitar percursos para locomoção de pedestres e veículos. É também por onde, podem passar sistemas de drenagem pluvial, sistemas de esgoto e sistemas de abastecimentos de água.

O sistema de abastecimento de água implantando em Manaus vem sendo diariamente danificado, na maioria dos casos há rompimento de tubulações, que com a pressão da água acaba por prejudicar a composição do solo que sustenta as ruas pavimentadas.

São vários os casos de rompimentos de tubulação que afeta a composição dos pavimentos das vias, afetando o trânsito na capital amazonense.

A correção num trecho de tubulação de água de drenagem levou meses para conclusão e interditou uma das mais importantes avenidas da cidade, a Djalma Batista, entre os anos de 2017 e 2018.

Em 2018, o que vem acontecendo é o rompimento de tubulações de água subterrânea em diferentes pontos da cidade, que além de prejudicar a distribuição de água, prejudica a composição do asfalto, fazendo-o “ceder”.

7.1 Rompimento na Avenida Silves

Um dos primeiros casos de rompimento de tubulação no ano de 2018, em Manaus, aconteceu no dia 26 de janeiro.

Uma tubulação se rompeu na Avenida Costa e Silva (conhecida como Silves), no bairro Crespo, zona sul da cidade.



Figura 8 - Vazamento em tubulação de água, na avenida silves. Fonte: Amazonas noticias

O vazamento, que durou algumas horas causou o afundamento do asfalto, formando uma cratera numa das faixas da via. Com isso, o trânsito ficou prejudicado. Os motoristas tiveram que percorrer outro caminho para chegar na Bola da Suframa (rotatória que faz ligação com a avenida).

Para realizar a recuperação da via, a equipe da Manaus Ambiental suspendeu por sete horas o abastecimento na região.

Após o reparo da tubulação, o pavimento foi reestruturado entre o dia do rompimento e o dia seguinte.



Figura 9 - Avenida Costa e Silva com o pavimento restaurado. Fonte: Acervo pessoal

7.2 Rompimento na Avenida Torquato Tapajós

No dia 21 de junho de 2018, uma tubulação se rompeu na Avenida Torquato Tapajós, no trecho localizado no bairro Flores, na zona Centro-Sul, por volta das 17h00min.

A tubulação estava sob o canteiro central que divide a avenida em dois sentidos, assim, não causou danos à avenida.

Apesar do volume de água jorrado na avenida, o trânsito não foi retido.



Figura 10 - Rompimento de tubulação no canteiro central. Foto: Rickardo Marques/G1

7.3 Rompimento no bairro Cidade Nova

No dia 2 de agosto de 2018, uma máquina escavadeira que estava sendo usada para serviços de drenagem profunda tombou, atingindo e rompendo uma tubulação de água. O incidente aconteceu na rua P, no conjunto Canaranas 1, bairro Cidade Nova, zona norte de Manaus.



Figura 11 – Máquina escavadeira que tombou. Fonte: Meike farias – Rede amazônica

7.4 Rompimento no bairro Presidente Vargas

No dia 28 de setembro, houve o rompimento de uma tubulação na Rua 1º de maio, no bairro Presidente Vargas.

Com o rompimento, a água “atravessou” parte do pavimento. O volume de água ficou percorreu parte do pavimento até as bocas coletoras que estão nas ruas.



Figura 12 – Rua 1° de maio. Fonte: Jornal em tempo.

7.5 Rompimento na Avenida Camapuã

Outro caso de rompimento de tubulação aconteceu no dia 24 de agosto. Uma tubulação de água de diâmetro 160 mm se rompeu na Avenida Camapuã, no bairro Cidade Nova, zona norte da cidade.

O rompimento afetou o trânsito no local.

O rompimento aconteceu durante a madrugada. Os reparos começaram as 07h00min. E para isso, parte da via foi interditada.



Figura 13 - Avenida Camapuã, no dia do rompimento da tubulação. Foto: Patrick Marques/G1 AM



Figura 14 - Tubulação que foi usada para substituir a danificada. Foto: Paulo Paixão/Rede Amazônica

7.6 Rompimento na Avenida Desembargador João Machado

Outro caso de rompimento de tubulação de água subterrânea aconteceu no dia 19 de setembro. Uma tubulação de diâmetro 600 mm, se rompeu na Avenida Desembargador João Machado, no bairro Alvorada, zona Centro-Oeste de Manaus.

Segundo o portal de notícias, G1 Amazonas, o rompimento desta tubulação de água ocorreu por volta das 4 horas da manhã, abrindo uma cratera de aproximadamente dois metros de diâmetro, destruindo a calçada e parte do pavimento. Com a força da água, a calçada “cedeu”.

Além do rompimento da tubulação de água, a pressão da água ocasionada pelo vazamento danificou também o sistema de drenagem pluvial que fica próximo ao sistema de água implantado na rua.



Figura 15 - Com o rompimento, a avenida ficou alagada nesse trecho. Foto: Meike Farias/Rede Amazônica



Figura 16 - Cratera aberta pelo rompimento na calçada e no pavimento. Foto: Acervo próprio



Figura 17 - Tubulações que foram trocadas. Foto: Acervo próprio

O rompimento não só afetou os sistemas de água e de drenagem, como afetou o trânsito, pois a água escoou para a rua, que teve que ser interditada para manutenção. Os moradores também foram prejudicados com o fornecimento de água sendo desligado durante todo aquele dia.



Figura 18 - Local interditado, durante as obras de reparo. Foto: Acervo próprio

Após o rompimento, a empresa responsável pelo fornecimento de água na cidade, começou a operação de recuperação da tubulação, para isso eles realizaram as seguintes etapas:

A primeira etapa foi interromper o abastecimento de água no bairro. Em seguida foi levado para o local as máquinas necessárias e uma equipe composta por sete funcionários para realizar a troca da manutenção.

Com a identificação da parte da tubulação danificada, teve início a troca dessa peça. Tal operação levou cerca de cinco horas, tempo que aumentou devido a descoberta de novos pontos de ruptura.



Figura 19 - Equipe da Manaus Ambiental, trabalhando na recuperação da tubulação. Foto: Acervo próprio



Figura 20 - Equipe da Manaus Ambiental retirando a tubulação danificada. Foto: Acervo próprio

Durante o processo de troca, apesar do abastecimento ter sido suspenso, da tubulação ainda “vazava” água. O que fez necessário a colocação de duas bombas no local para drenar a água para fora da cratera.

Com a troca da tubulação de água feita e o reparo na tubulação de drenagem realizada, começou o processo de recuperação da calçada e da rua.

A calçada, que foi mais danificada, teve seu processo iniciado primeiramente. Foi levado material para aterrar o local, material que chegou apenas às 20:00 horas daquele dia.

Começou então, o processo de aterro e em seguida a compactação. No dia seguinte, a parte do pavimento foi ajustada.



Figura 21 - Equipe da Seminf realizando o processo de aterro. Foto: Acervo próprio



Figura 22 - Equipe da Seminf realizando o serviço de compactação no local. Foto: Acervo próprio

A calçada, com piso em concreto, só foi realizada 16 dias após o ocorrido, demonstrando o atraso para a completa realização do trabalho.



Figura 23 - Calçada e via recuperados, dezesseis dias após o rompimento. Foto: Acervo próprio

8.0 A ação da água na composição do pavimento

A água é uma matéria que tem força para alterar a paisagem e o relevo de diferentes locais. Mesmo em pequena porção e no estado líquido pode alterar o solo.

Mas a água não modifica através, apenas da superfície. Pelo subsolo ela consegue modificar a resistência do solo.

Com a ação dos rompimentos das redes de distribuição, a água, por conta de sua velocidade, adquire pressão suficiente para passar pelas fendas criadas e entrar em contato com o solo.

Nessa fase de contato, dependendo da profundidade da tubulação a água entra em contato com solo natural ou com o solo compactado trazido de jazidas.

Nesse contato, o solo, começa a absorver a água, encharca e perde a propriedade de resistência. O que faz com que as camadas superiores percam sua sustentação, fazendo-a ceder.

8.1 Tempo de recuperação

Os rompimentos aconteceram em pontos diferentes da cidade. Porém, diariamente acontecem casos de rompimentos de tubos com diâmetros menores.

Quando ocorrem essas rupturas, é necessário realizar dois serviços. O primeiro é a normalização do sistema de abastecimento de água. O segundo é a recuperação da avenida.

Nos casos que foram acompanhados, esses serviços levaram diferentes tempos para serem realizados, devido à dimensão do rompimento.

Tabela 1: Tempo médio para recuperação da tubulação.

Item	Local	Tempo de serviço para recuperação da tubulação de água (h)
Caso 1	Avenida Costa e Silva	07h00min
Caso 2	Avenida Torquato Tapajós	04h00min
Caso 3	Bairro Cidade Nova	05h00min
Caso 4	Rua 1° de maio	03h20min
Caso 5	Avenida Camapuã	05h00min
Caso 6	Avenida Desembargador João Machado	09h00min

Fonte: Próprio autor

Tabela 2: Tempo médio para recuperação dos pavimentos.

Item	Local	Tempo de serviço para recuperação do pavimento (h)
Caso 1	Avenida Costa e Silva	04h00min
Caso 2	Avenida Torquato Tapajós	02h00min
Caso 3	Bairro Cidade Nova	02h30min
Caso 4	Rua 1° de maio	01h00min
Caso 5	Avenida Camapuã	03h00min
Caso 6	Avenida Desembargador João Machado	05h00min

Fonte: Próprio autor

8.2 Rompimentos por zona

Esses rompimentos acontecem em todas as zonas da cidade. Segundo informações de uma equipe de reparo da Manaus Ambiental, há rompimentos em todas as zonas da cidade. Durante a primeira semana de agosto, a zona norte era a que mais registrava esses rompimentos.

Gráfico 1: Rompimentos por zona.



Fonte: Próprio autor

9.0 Considerações finais

O estudo das patologias no pavimento é necessário para entender a formação dessa estrutura e as formas de mantê-las por um maior período de tempo, buscando evitar as ações causadoras dessas patologias.

O acompanhamento dessas tubulações é necessário para prevenir que esses rompimentos continuem acontecendo diariamente, danificando a composição do solo que sustentam o pavimento nas cidades. O acompanhamento proporcionará menos casos de rompimento, gerando um menor volume de água desperdiçada e menos transtornos aos habitantes da cidade, que utilizam as vias para trafegar no município.

Tal acompanhamento visará a substituição de tubulações antigas nos grandes ramais de distribuição, considerando que nas tubulações de 600 mm, o estrago é maior. E o reparo total, pode levar até semanas.

10.0 Referências bibliográficas

Conteúdo encontrado nos livros:

Pavimentação asfáltica – formação básica para engenheiros.

Conteúdo encontrado nos sites:

- O que é e como funciona um sistema de abastecimento de água. Disponível no endereço eletrônico <<https://www.eosconsultores.com.br/sistema-de-abastecimento-de-agua/>>. Acessado no dia 14 de agosto de 2018.
- Rompimento em tubulação afeta trânsito na Av. Camapuã em Manaus. Disponível no endereço eletrônico <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2018/08/24/rompimento-em-tubulacao-afeta-transito-na-av-camapua-em-manaus.ghtml>>. Acessado no dia 26 de agosto de 2018.
- Rompimento em tubulação inunda trecho da Av. Torquato Tapajós. Disponível no endereço eletrônico <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/rompimento-em-tubulacao-inunda-trecho-da-av-torquato-tapajos-em-manaus.ghtml>>. Acessado no dia 22 de junho de 2018.
- Estudo descritivo das principais topologias. Disponível no endereço eletrônico: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-flexivel>> . Acessado no dia 16 de julho de 2018.