

A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM COMO UM RECURSO TÉCNICO ESPONSÁVEL PELA DURABILIDADE DAS VIAS DE TRÁFEGO

FRANCISCO CARLOS LOPES BITENCOURTE¹; GUSTAVO DE CARVALHO NOGUEIRA²; KELLY RODRIGUES DO MONTE³; JÉSSICA SEMÍRAMES LOPES⁴; LAILSON ALCELMO⁵.

¹ Graduando em Engenharia Civil, UNINOVAFAPI, Teresina - PI, carlosbitencoute@gmail.com;

² Engenheiro Civil, DEER- PI, Teresina - PI, gunogueira2@hotmail.com;

³ Graduanda em Engenharia Civil, UNINOVAFAPI, Teresina - PI, kellyengenharia@outlook.com;

⁴ Graduanda em Engenharia Civil, UNINOVAFAPI, Teresina - PI, semirameslopes.jessica@hotmail.com;

⁵ Doutorando Engenharia de Materiais, IFPI, Teresina - PI, ancelmo85@hotmail.com.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho visou justificar a importância dos dispositivos de drenagem para a vida útil das vias de tráfego, através de pesquisa bibliográfica e de um estudo de caso junto a uma rodovia estadual PI-455, trecho do entroncamento da BR-316 / município de Alagoinha do Piauí – Piauí, onde fez-se o acompanhamento fotográfico da via de tráfego comprometida pela ação das águas, dos serviços propostos para sanar os problemas e do resultado final da obra, pós intervenção. Através de estudos hidrológicos e consultas a cartas geográficas obteve-se dados de vazão de pico, de projeto, velocidade de fluxo, a delimitação da bacia e sua respectiva área de contribuição. Como resultado, observou-se que a metodologia e o sistema propostos de drenagem tipo canaletas com seção de 53 cm de largura por 50 cm de altura com 106,0 m de extensão foi satisfatória.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem. Durabilidade. Vias de Tráfego.

THE IMPORTANCE OF DRAINAGE AS A TECHNICAL RESOURCE ESSENTIAL FOR THE DURABILITY OF TRAFFIC WAYS

ABSTRACT: This work aimed to justify the importance of the drainage devices for the useful life of the traffic routes, through bibliographical research and a case study near a state highway PI-455, section of the BR-316 junction / municipality of Alagoinha do Piauí, where the photographic follow-up of the traffic route was compromised by the action of the water, the services proposed to cure the problems and the final result of the work, after intervention. Through hydrological studies and consultations with geographic charts, data on peak flow, design, flow velocity, basin delimitation and their respective contribution area were obtained. As a result, it was observed that the methodology and proposed system of channel-type drainage with a section of 53 cm wide by 50 cm high with a 106.0 m extension was satisfactory.

KEYWORDS: Drainage. Durability. Routes of Traffic.

INTRODUÇÃO

Segundo Fernandes (1994), em qualquer sistema de gerenciamento ou planejamento é necessário o conhecimento da situação do que se está gerindo. Para avaliar a condição do pavimento é a etapa na qual é possível traçar estratégias de conservação, prever seu desempenho no futuro, além da possibilidade de estimar os custos e planejamento de sua manutenção. Um sistema de planejamento de um pavimento visa um retorno de qualidade para os recursos aos quais foram investidos, provendo estradas seguras, confortáveis e econômicas.

De acordo com Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2005) a falta de manutenção das rodovias implica em reflexos negativos para a atividade econômica, tais como o aumento de até 58% no consumo de combustíveis, o acréscimo de 40% no custo operacional dos veículos, o aumento de 50% no índice de acidentes e o aumento de até 100% do tempo de viagem.

Inclui-se também a deterioração de um patrimônio avaliado em US\$ 200 bilhões para os cofres públicos.

A avaliação dos pavimentos segundo Haas e Hudson (1978) é uma das principais etapas para ter um sistema de planejamento e gerência do mesmo, pois é atrás dessa avaliação que pode-se identificar as condições para sua construção, além de manutenções preventivas futuras de acordo com as normas especificadas no projeto.

Para que uma rodovia seja considerada de qualidade, deve ter largura suficiente para acomodar o tráfego e apresentar capacidade de suportar as cargas que serão impostas sobre si ao longo do tempo e sob diferentes condições climáticas. Sendo em alguns casos necessário projetar um sistema de drenagem para evitar a ação danosa da água, dentre outros problemas (ODA, 1995).

Nesse contexto, o presente trabalho discute a importância da drenagem como um recurso técnico para a resistência das vias de tráfego, relacionando esse recurso como um dos fatores capazes de proporcionar a durabilidade de uma rodovia, e apontando os principais problemas que levam à deterioração das vias de tráfego, identificando as patologias relacionadas à falta de critérios técnicos tais como ausência ou negligência de estudos hidrológicos, erros e equívocos em projetos, falta de fiscalização, infraestrutura deficitária, dentre vários outros elementos que dificultam o uso dessas vias no que tange à segurança, conforto e qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso foi em um trecho da Rodovia PI-455, entroncamento da BR-316 / Alagoinha do Piauí, numa extensão total do trecho 19,2 Km que sofreu erosão em decorrência das chuvas do Km 8, Lado Direito, haja vista que a vazão gerada escoou pelo pé do talude de aterro sem nenhum dispositivo de drenagem para captar e conduzir essas águas para local de deságue seguro.

A região foi identificada por meio do mapeamento topográfico georreferenciado dos pontos de interesse, lançando-se mão das geotecnologias disponíveis (receptores GPS, imagens de satélites, cartas topográficas, etc.).

A figura 1 ilustra o estudo de caso proposto, onde ocorreu o processo erosivo após primeira chuva após conclusão da obra. Para a delimitação da bacia de contribuição, utilizou-se técnicas diversas. Inicialmente foi identificado os pontos de interesse no local em estudo com uma vistoria em campo utilizando um receptor GPS de navegação. Foram coletados diversos pontos georreferenciados no local para localização/situação no mapa e bacias hidrográficas.

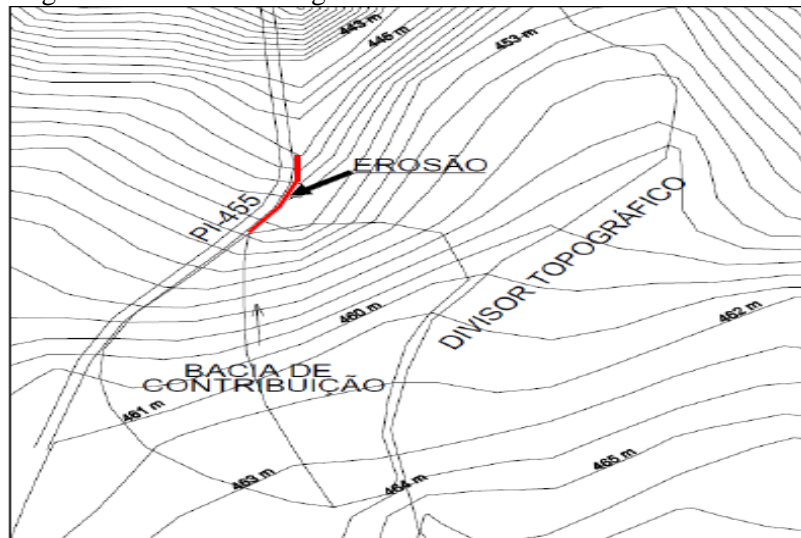
Figura 1. Erosão no pé do aterro



Fonte: Autor

A análise do modelo digital do terreno que foi gerado por uma imagem SRTM foi possível identificar a bacia de contribuição que descarrega no trecho com o problema em questão. Assim, pode-se levantar a área de contribuição que descarrega no início da erosão, bem como, identificar o divisor topográfico da macrorregião hidrográfica, para então determinar a área de contribuição (Figura 2).

Figura 2. Planta da drenagem natural do local.



Fonte: O autor

Com o modelo gerado, foi identificado o talvegue principal que canaliza a água da área da bacia e observou-se que a região atingida fica na cabeceira de um vão, confluência natural do caminho das águas, sendo, portanto, necessário projetar um dispositivo para coleta, condução e deságue seguro da vazão afluyente após quantificar tal vazão. Assim, a área de contribuição do local de estudo é 74.028,44 m².

Para determinação da chuva de projeto optou-se por trabalhar com uma chuva representativa, com duração de 1h e intensidade pluviométrica de 185 mm/h. Essa precipitação é uma média dos postos pluviométricos da região, não havendo a necessidade de justificar tal estimativa.

O processo utilizado para a transformação da chuva em vazão foi o método racional. Tal método consiste em resolver a equação racional, dada pela expressão abaixo:

$$Q_p = C \times I \times A \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

A é a área da bacia de contribuição;

I é intensidade de precipitação;

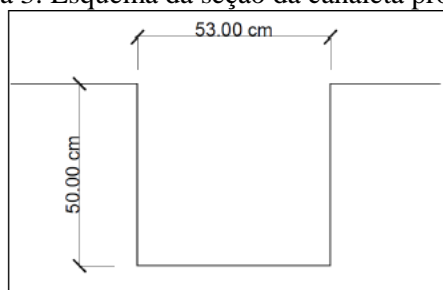
Q_p a vazão de pico resultante

O coeficiente de deflúvio representa as perdas no escoamento. Foi adotado o valor de C = 0,25, que é o limite superior da para superfícies com características de regiões arborizadas e parques ajardinados. Obtendo dessa forma $Q_p = 0,95m^3/s$.

A concepção do dispositivo que deverá captar o caudal gerado, conduzi-lo e desaguá-lo de forma segura, passa pelo pressuposto de que para o dimensionamento deve-se comparar os dois resultados: a vazão gerada pela bacia de contribuição (Q_p) e a vazão suportada pelo dispositivo dimensionado (Q). Se Q_p for maior que Q o dispositivo não funcionará; Se Q_p for menor que Q, o dispositivo irá funcionar.

De posse da vazão afluyente, determinou-se a seção de um canal para receber a vazão gerada pela bacia de contribuição. Utilizando as fórmulas da hidráulica para averiguar o comportamento do fluxo em regime permanente, bem como comparar sua vazão de engolimento com a vazão afluyente.

Figura 3: Esquema da seção da canaleta projetada



Fonte: autor.

Para a determinação da velocidade do fluxo no canal projetado, deve-se aplicar a fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} \times Rh^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad Eq. 2$$

Onde:

n é o coeficiente de rugosidade, ou coeficiente de Manning (Adimensional);

Rh é o raio hidráulico, que é a relação entre a área molhada (A_m) e o perímetro molhado (P_m) da seção do canal projetado;

i é a inclinação longitudinal do canal projetado em m/m;

V é a velocidade do fluxo no canal em m/s.

Com os dados do canal projetado efetuam-se os cálculos. Assim, $A_m = 0,265\text{m}^2$; $P_m = 1,53\text{m}$; $i = 4,3\%$ ou $i = 0,0043\text{ m/m}$.

Para determinação do coeficiente de rugosidade, adota-se o limite inferior que se enquadra no estudo de caso, o valor para galerias de concreto moldado no local com fôrmas de madeira, $n = 0,015$.

A determinação do raio hidráulico através da expressão:

$$Rh = \frac{A_m}{P_m} \quad Eq. 3$$

Onde:

Rh é o raio hidráulico;

A_m é a área molhada;

P_m é o perímetro molhado.

$$Rh = 0,173\text{ m}$$

Aplicando os valores na fórmula de Manning para a determinação da velocidade do fluxo obtém-se:

$$V = 4,3\text{ m/s}$$

Foi possível assim determinar a vazão gerada pelo canal aplicando-se a equação da continuidade que já foi demonstrada neste trabalho. Assim, substituindo os valores na equação seguinte.

$$Q = Q \times A \quad Eq. 4$$

$$Q = 1.1\text{ m}^3/\text{s}$$

Comparando-se a capacidade do canal projetado (Q) e a vazão afluente (Q_p). Com isso, nota-se que $Q > Q_p$, logo o dispositivo projetado consegue captar a vazão afluente impedindo assim que a mesma provoque a erosão no pé do talude.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os resultados obtidos com a aplicação da metodologia descrita é possível observar que a vazão afluente ao canal projetado ($Q_p = 0,95\text{ m}^3/\text{s}$) é menor que a capacidade de vazão do canal projetado ($Q = 1,1\text{ m}^3/\text{s}$), atendendo assim o critério estabelecido $Q > Q_p$.

Em suma, o canal serve como solução de drenagem, pois ao captar e conduzir as águas superficiais que outrora causariam erosão, descarrega de maneira segura a jusante conservando intacto o corpo estradal.

A título de comparação, realizou-se um orçamento comparativo do custo da obra e o impacto em termos financeiros da obra de drenagem no total. Os 19,2 km de trecho executados custaram no total R\$ 2.539.668,54 e com o aditivo para a construção do canal custou R\$ 2.622.104,65 resultando assim num custo incremental de R\$ 82.436,11 (3,25%) do preço inicial.

Considerando o custo de R\$ 136.567,95 por quilometro, é possível ver a vantagem na execução do canal, pois reconstruir um quilômetro erodido, por exemplo, sai mais caro que executar o canal, sem contar o custo logístico e operacional (licitação, mobilização de equipes e maquinário).

CONCLUSÃO

Pode-se constatar que um correto estudo hidrológico auxiliado por inspeções de campo, levantamentos e pesquisa, podem subsidiar um bom estudo, servindo assim, de lastro para uma correta elaboração do projeto de drenagem que visa sanar diversas patologias de uma via de tráfego, mantendo-a intacta durante sua vida útil.

Para isso, faz-se necessário que sejam obedecidas as etapas de um projeto de engenharia rodoviária, composta de estudos de: viabilidade técnica econômica e financeira; de tráfego; topográficos; geológico e geotécnico e hidrológicos, bem como, os projetos: geométricos, drenagem, terraplanagem, pavimentação e obra de arte correntes especiais. Além do acompanhamento de uma boa equipe de topografia do início ao fim da obra.

A fiscalização durante a execução e a correta manutenção se fazem necessárias também para a obra atingir sua finalidade técnica, social e ambiental projetadas. Obras necessitam de manutenções preventivas visando sua real eficiência e a garantia de atendimento e/ou prolongamento de sua vida útil.

O atendimento às técnicas são essenciais para que o desenvolvimento de um projeto possa proporcionar meios relacionados às soluções de forma economicamente viáveis.

Faz-se necessário salientar que a adoção da solução de drenagem apresentada por si só não garante a durabilidade, nem as condições de conforto e segurança no tráfego. Sendo necessário os serviços de manutenção.

Pelo estudo de caso proposto, pode-se observar que a solução proposta (canaleta em concreto ciclópico) atendeu plenamente às condições impostas pelo meio e quantificadas conforme metodologia apresentada, uma vez que em 11 (onze) anos após intervenção realizada a obra/empreendimento encontra-se com sua estrutura íntegra e funcional, mantido a preservação de todo o corpo estradal do local.

REFERÊNCIAS

- DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de conservação rodoviária. 2. ed. – Rio de Janeiro, 2005.
- Fernandes JR, J. L. Investigação dos efeitos das solicitações do trafego sobre o desempenho de pavimentos. São Carlos. Tese de doutorado em transportes – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 1994.
- Haas, R; Hudson, e W. R. Pavement management system. McGraw-hill Book Company. New York. 1978.
- Oda. S. Caracterização de uma rede neural municipal de estradas não-pavimentadas. São Carlos: EESC-USP, 1995. 186p. Dissertação (Mestrado em Transportes).