

Avaliação dos elementos de projeto e do estado de conservação do trecho de uma estrada vicinal do Estado de Pernambuco, Brasil

Evaluation of design elements and the state of conservation of the unpaved road section in the State of Pernambuco, Brazil

Evaluación de elementos de diseño y estado de conservación del tramo de vía secundaria en el Estado de Pernambuco, Brasil

Recebido: 12/08/2020 | Revisado: 25/08/2020 | Aceito: 29/08/2020 | Publicado: 31/08/2020

Yago Ryan Pinheiro dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4280-4336>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: yago_ryan@hotmail.com

Jemima Jamime Cícera Pessôa de Almeida Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6952-8282>

Faculdade Uninassau Caruaru, Brasil

E-mail: engcivil.jemimapb@gmail.com

Maurício dos Santos Soares Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5992-3788>

Faculdade Uninassau Caruaru, Brasil

E-mail: soaresmauricio95@gmail.com

Resumo

O papel exercido pelas rodovias em nosso país é de fundamental importância, tendo em vista que é o principal modal de transporte de pessoas e cargas. Contudo, a malha rodoviária brasileira se encontra, em sua maior parte, em estado crítico pela ausência de manutenção por parte dos setores públicos responsáveis. É nesse contexto, que emerge o interesse pelo estudo do trecho entre os municípios pernambucanos de Lagoa dos Gatos e Belém de Maria da PE-123, rodovia estadual não pavimentada. O presente artigo tem como objetivos relatar a caracterização da via, suas patologias, a verificação dos elementos de projeto e a apresentação de possíveis soluções para os problemas identificados. Os dados foram obtidos através de levantamentos topográficos, medição de pontos selecionados, obtenção de imagens *in loco*, de satélite, e comparados com as especificações oficiais normativas. A avaliação do trecho mostrou a total desconformidade da via com as exigências técnicas vigentes, evidenciando a

necessidade da readequação da via, em virtude das péssimas condições da faixa de rolamento, ausência dos dispositivos de drenagem ou de qualquer tipo de pavimentação, seção transversal imprópria e algumas manifestações patológicas, como buracos, trilha de rodas e segregação de agregados. Diante do quadro apresentado são propostas as possíveis soluções a serem executadas para a melhoria do traçado e de sua condição de trafegabilidade. Depreende-se a partir do exposto no estudo que a ineficiência dos órgãos responsáveis em gerir sua infraestrutura ocasiona um maior desprendimento financeiro do que seria necessário se obras regulares de manutenção na rodovia fossem realizadas.

Palavras-chave: Manifestações patológicas; Pavimentos; Projeto geométrico; Trafegabilidade.

Abstract

The role played by highways in our country is of fundamental importance, considering that it is the main mode of transport of people and cargo. However, the Brazilian road network is mostly in critical condition due to the lack of maintenance by the public sectors responsible. It is in this context that the interest emerges for the study of the stretch between the municipalities of Lagoa dos Gatos and Belém de Maria da PE-123, an unpaved state highway. This article aims to characterize the pathway, its pathologies, verify the design elements and present possible solutions to the identified problems. The data were obtained through topographic surveys, measurement of selected points, obtaining on-site images, satellite, and compared with official normative specifications. The evaluation of the stretch showed the total non-conformity of the track with the current technical requirements, evidencing the need for readjustment of the track, due to the poor conditions of the bearing strip, absence of drainage devices or any type of paving, improper cross-section and some pathological manifestations, such as holes, wheel trail and segregation of aggregates. In view of the table presented, the possible solutions to be implemented for the improvement of the tracing and its traffic condition are proposed. It can be appearing from the above in the study that the inefficiency of the agencies responsible in managing their infrastructure causes a greater financial detachment than would be necessary if regular maintenance works on the highway were carried out.

Keywords: Floors; Geometric design; Pathological manifestations; Trafficability.

Resumen

El papel desempeñado por las carreteras en nuestro país es de importancia fundamental, teniendo en cuenta que es el principal medio de transporte de personas y carga. Sin embargo, la red vial brasileña se encuentra principalmente en estado crítico debido a la falta de mantenimiento por parte de los sectores públicos responsables. Es en este contexto que surge el interés por el estudio del tramo entre los municipios de Lagoa dos Gatos y Belém de Maria da PE-123, una carretera estatal sin asfaltado. Este artículo tiene como objetivo caracterizar la vía, sus patologías, verificar los elementos de diseño y presentar posibles soluciones a los problemas identificados. Los datos se obtuvieron a través de encuestas topográficas, medición de puntos seleccionados, obtención de imágenes en el sitio, satélite, y en comparación con las especificaciones normativas oficiales. La evaluación del tramo mostró la total inconformidad de la vía con los requisitos técnicos actuales, evidenciando la necesidad de reajuste de la vía, debido a las malas condiciones de la tira de rodamientos, ausencia de dispositivos de drenaje o cualquier tipo de pavimentación, sección transversal inadecuada y algunas manifestaciones patológicas, tales como agujeros, rastro de rueda y segregación de agregados. En vista de la tabla presentada, se proponen las posibles soluciones a implementar para la mejora del seguimiento y su estado de tráfico. De dos órganos responsables lo anterior se desprende que la ineficiencia de las agencias responsables en la gestión de su infraestructura provoca un mayor desprendimiento financiero de lo necesario si se llevaran a cabo trabajos regulares de mantenimiento en la carretera.

Palabras clave: Diseño geométrico; Manifestaciones patológicas; Pisos; Tráfico.

1. Introdução

O Brasil tem como seu principal modal de transporte, seja de cargas ou de passageiros, o rodoviário. De acordo com dados da Agência Nacional dos Transportes Terrestres – ANTT (2009), 71% dos passageiros em viagens interestaduais utilizam esse meio de locomoção, tendo um percentual ainda maior quando se trata dos deslocamentos intermunicipais da população, sendo também responsável por 58% do transporte de cargas.

Dentro do contexto do modal rodoviário, pode-se definir como Pavimento o conjunto de camadas finitas e sobrepostas em um leito natural (infraestrutura), o qual é chamado de subleito (DNIT, 2006a). As camadas que constituem a pavimentação são definidas como revestimento, base, sub-base e subleito. O Revestimento (ou capa de rolamento) tem a função de acatar de imediato os esforços descendentes do fluxo de veículos e conduzi-los às demais

camadas, como também, gerar conforto e segurança. A Base é a camada efetuada embaixo do revestimento, atribuída a resistir às ações dos veículos e conduzi-las de forma propícia à camada subjacente. A sub-base é a camada efetuada entre o subleito e a base e o subleito é o terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento (DNIT, 2006a).

Contudo, observando a precariedade das vias, verifica-se que os investimentos em infraestrutura e manutenção da malha rodoviária não estão nem próximos do ideal. Segundo levantamento do Departamento Nacional de Infraestrutura - DNIT (2015), as estradas brasileiras totalizam 1,7 milhão de quilômetros, dentre os quais, de acordo com a Confederação Nacional dos Transportes - CNT (2018) 87,7 % são constituídos por estradas não pavimentadas.

Também chamadas de estradas vicinais, ou estradas rurais, as rodovias não pavimentadas exercem função essencial para as localidades rurais, tanto para o escoamento da produção primária (base econômica brasileira), como para o acesso da população da zona rural aos serviços de saúde, educação, comércio, oferecidos pelos centros urbanos. As rodovias não pavimentadas são resultado de caminhos simplesmente abertos, acompanhando as curvas de nível, desprovidas de qualquer projeto técnico adequado, ou revestimento betuminoso, tornando a trafegabilidade bastante precária.

A água é tida como principal antagonista do pavimento e das estradas rurais, seja provinda da chuva ou dos lençóis freáticos. Vale salientar que cerca de 33% a 50% da água da chuva, penetra o revestimento asfáltico, e 50% a 67% penetra no pavimento de concreto de cimento, o que pode acarretar graves danos a estrutura do pavimento (DNIT, 2006a).

Nas estradas rurais as águas provindas das chuvas são bem-vindas quando sua quantidade é razoável para sessar a poeira, pois quando é excessiva, gera grandes problemas, como atoleiros, de forma que a trafegabilidade se torna quase impossível.

Segundo Nunes (2003), as análises das patologias somadas ao conhecimento das características técnicas das rodovias contribuem para uma manutenção adequada das estradas, gerando mais desenvolvimento econômico e social para a região.

Cerca de 87,7% da malha rodoviária brasileira é composta por estradas não pavimentadas, no que implica na dificuldade de acessibilidade tanto de pessoas quanto de mercadorias. As estradas não pavimentadas apresentam vários problemas, aos quais interferem de modo negativo na estrutura, o que acarreta o aumento no tempo de viagem, desafeição dos veículos, gerando assim acréscimos nos custos de modo geral (Baesso & Gonçalves, 2003).

Os problemas mais comuns encontrados neste tipo de via são: seção transversal imprópria, drenagem lateral inadequada, corrugações, excesso de poeira, buracos, trilha de rodas e segregação de agregados, que contribuem diretamente para possíveis acidentes existentes ao longo de sua extensão.

Segundo Baesso & Gonçalves (2003), torna-se de suma importância o estabelecimento de políticas públicas que assegurem o desenvolvimento de programas para as retificações dessas rodovias, baseadas nas normas técnicas de readequação, pautando-se sempre no propósito da redução dos danos ambientais, com o máximo de economia financeira possível, de forma a permitir condições mínimas de utilização dessas rodovias, além do aumento da qualidade de vida da população que depende diretamente dessas vias.

O corrente trabalho visa, analisar as condições de um trecho não pavimentado de uma estrada vicinal do estado de Pernambuco, Brasil, apresentando as patologias presentes na via e expondo as necessidades de readequação do trecho, exibindo por fim, possíveis alternativas de intervenção no local de estudo.

2. Metodologia

O presente trabalho tem como principais embasamentos teóricos as informações contidas nos boletins e documentos publicados pelos Departamento de Estradas e Rodagens (DER), Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). Realizando pesquisas em campo, foi possível observar e fazer coletas de dados, sendo interligados e confrontados a discussão teórica, tornando a pesquisa de natureza qualitativa.

2.1. Apresentação da área de estudo

O objeto de estudo, foi um trecho de 16 km da rodovia PE-123, localizada na transição entre as mesorregiões do Agreste e Zona da Mata Sul de Pernambuco. O trajeto percorrido foi iniciado no município de Belém de Maria, e finalizado no distrito Vila do Entroncamento, o qual, pertence à cidade de Lagoa dos Gatos.

A seguir na Tabela 1 encontram-se as coordenadas geográficas dos dois municípios, em que o trecho da PE-123 percorre:

Tabela 1 - Coordenadas geográficas iniciais e finais da via PE-123.

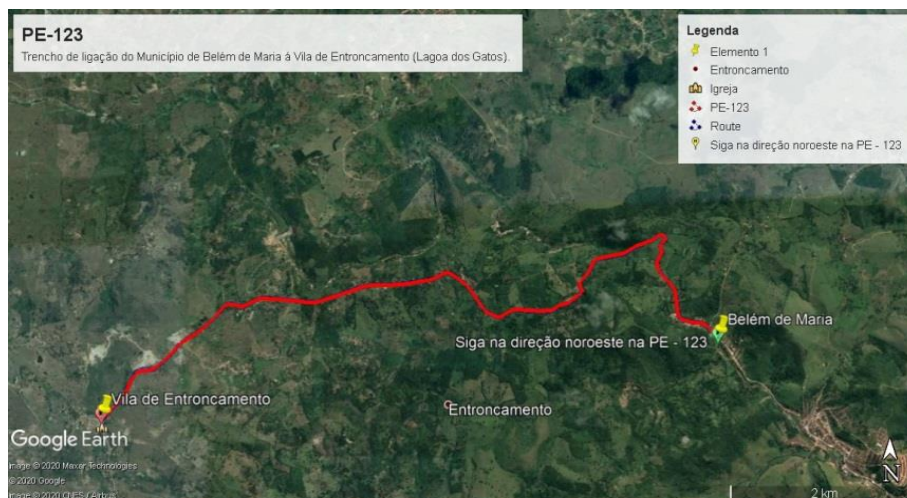
| Belém de Maria-PE | Vila de Entroncamento (Lagoa dos Gatos – PE) |
|------------------------------|--|
| Latitude: 8°36',55.14" Sul | Latitude: 8°37',21.82" Sul |
| Longitude: 35°51'1.84" Oeste | Longitude: 35°54',32.53" Oeste |
| Altitude: 327 metros | Altitude: 580 metros |

Fonte: Autores (2020).

Na Tabela 1, o ponto inicial de observação localiza-se no município de Belém de Maria-PE, com altitude de 327 metros, passando até seu ponto final, o distrito de Vila de Entroncamento, localizado no município de Lagoa dos Gatos-PE, com altitude de 580 metros, indicando, para a observação feita ao longo da via, um ganho de elevação no perfil de 253 metros.

A Figura 1 apresenta a imagem de satélite obtida pelo Google Earth Pro, onde apresenta o trecho da PE-123, destacado em cor vermelha.

Figura 1 - Imagem de satélite do trecho da PE-123.



Fonte: Autores (2020).

O trecho da PE-123 indicado na Figura 1 pela linha em em vermelho classifica-se como uma via coletora, devido ao trânsito entre municípios, e apresenta traçado irregular, com algumas curvas ao longo de seu trajeto. A rodovia não é pavimentada e é considerada uma via de tráfego misto diário, variando entre carros de passeios, veículos pesados, transportes coletivos e máquinas.

2.2. Coleta de dados em campo

As informações referentes à via em estudo foram coletadas entre os meses de julho de 2019 a fevereiro de 2020. Os dados dos elementos que constituem o percurso nas seções horizontal e transversal foram obtidos ao longo do trecho da PE-123.

Utilizando o *software* Track Maker, foi possível realizar a ligação dos 120 pontos coletados pelo GPS (Figura 2), formando desse modo o contorno de todo o trecho da PE-123 analisado. Dos 120 pontos registrados, 20 destes foram selecionados aleatoriamente para verificar a seção transversal da via, a fim de caracterizar as dimensões da seção média do trecho.

Figura 2 - Contorno do trecho da PE- 123.



Fonte: Autores (2020).

A Figura 2 apresenta o contorno de todo o trecho, sendo os pontos coletados representados por bandeiras azuis, e linhas de contorno vermelha indicando a união entre estes pontos, formando, ao final, o trajeto analisado neste estudo.

Ao longo de todo o percurso, foram registradas, por meio de fotografias, condições da via no que tange à presença/ausência dos elementos de projeto de uma rodovia, material presente no percurso, características topográficas, geometria da seção e as principais manifestações patológicas presentes.

3. Análise dos Resultados

O trecho rodoviário no qual foi desenvolvido o estudo possui uma topografia bastante acidentada, está localizada em uma região montanhosa, e se enquadra nos três grandes grupos dessa área de observação: terreno plano, em que partes do trecho apresentam relevo suave

com boa visibilidade, os quais acarretariam custos menores com a obra; terreno ondulado, onde exibem trechos com inclinação pouco acentuada e/ou escarpas ocasionais, exigindo um movimento de terra médio e; terreno montanhoso, onde em alguns pontos manifesta mudanças significativas da elevação do terreno, apresentando abismos em vários trechos tornando necessários grandes movimentações de corte e aterro, ou até mesmo a construção de pontes.

A elevação do ponto inicial locado no município de Belém de Maria é de 283 m. E a elevação do ponto final locado em Vila de Entroncamento é de 497 m. A variação entre esses dois pontos corresponde a 214 m.

Caracterizada como uma via sinuosa, esta é ladeada em partes do trecho por abismos, totalmente desprovida de elementos que garantam uma boa trafegabilidade e segurança de seus usuários. É notável sua péssima qualidade e a falta de qualquer característica de intervenção por parte do poder público através dos dados obtidos em campo.

A Tabela 2 apresenta os elementos do projeto geométrico de acordo com o DNIT (2006), e sua existência ao longo do trecho da PE-123.

Tabela 2 - Elementos geométricos encontrados ao longo do trecho PE-123.

| ELEMENTO | (V) (possui) | (X) (não possui) |
|--------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Pista de Rolamento | V | |
| Faixa de Trânsito | | X |
| Greide | | X |
| Superelevação | | X |
| Abaulamento | | X |

Fonte: Autores (2020).

Os dados expostos na Tabela 2 indicam prontamente que, segundo as recomendações de projeto, o trecho não atende às especificações impostas, indicada pela ausência de elementos básicos como greide e abaulamento, por exemplo, e que são de essencial importância para um bom desempenho de uma rodovia.

Foram captados ao longo do trecho PE-123, 20 (vinte) pontos na seção horizontal, que são apresentados na Tabela 3, a seguir, para verificar a dimensão da seção horizontal média do trecho.

Tabela 3 - Pontos na sessão transversal do trecho PE-123.

| PONTO | METRAGEM (m) |
|----------------------------------|---------------------|
| A – Início: Belém de Maria | 10,419 |
| B | 4,116 |
| C | 13,005 |
| D | 4,897 |
| E | 4,500 |
| F | 5,861 |
| G | 5,412 |
| H | 7,183 |
| I | 9,190 |
| J | 8,990 |
| L | 8,200 |
| M | 8,220 |
| N | 7,980 |
| O | 6,544 |
| P | 5,890 |
| Q | 6,002 |
| R | 6,500 |
| S | 9,038 |
| T | 18,438 |
| U – Final: Vila de Entroncamento | 6,759 |

Fonte: Autores (2020).

Os pontos da Tabela 3 representam a largura do trecho em vários locais. A maior largura encontrada foi equivalente a 18,438 m, e tendo como menor largura 4,116 m. Nota-se que o trecho PE-123 é caracterizado por uma seção horizontal instável, o que significa que em muitos pontos, a ultrapassagem de dois veículos é impossibilitada.

De acordo com o Departamento Autônomo de Estrada de Rodagem – DAER (1991) pôde-se classificar o trecho como pertencente à Classe IV, tendo como tráfego máximo de 300 veículos por dia. Para a Classe IV, seria necessário que as faixas de tráfego possuíssem em largura de 3,30 m variando a 3,00 m, levando em consideração que a via é em um terreno montanhoso, havendo a necessidade de realizar cortes, aterros e taludes para implantar uma via simples, de duas faixas. Ao realizar a implantação da faixa de tráfego, pode-se adicionar de 0,80 m a 1,00 m aos lados, criando assim o acostamento de acordo com o Art. 34 do DNER (1973). A declividade transversal deve ser de 5% conforme Art. 36 da mesma norma (DNER, 1973).

O perfil longitudinal da via é bastante misto, sendo composta por curtas retas, a sinuosidade se faz também presente, onde a vegetação nativa em muitos pontos ao longo do percurso causa dificuldade no requisito de visibilidade aos condutores (Figura 3), sendo o trecho por completo desprovido de qualquer sinalização.

Figura 3 - Vegetação nativa invadindo parte do Trecho PE-123.



Fonte: Autores (2020).

A Figura 3 retrata um dos pontos onde visibilidade é quase nula, e os condutores têm que redobrar a atenção, para não ocasionar nenhum acidente. Além desse fator, também nota-se que a via se torna estreita, já que a vegetação nativa encontra-se em condição de crescimento na direção do sentido interno da via.

Por se tratar de vegetação nativa, é possível realizar a remoção de parte dessa vegetação, de maneira que não agrida o meio ambiente e que gere visibilidade aos condutores, resultando por fim em segurança para os que ali trafegam.

A Figura 4 exibe um dos pontos da via PE-123, onde há declividade e ribanceira, na qual se encontra uma grande quantidade de vegetação nativa.

Figura 4 - Local que apresenta declive à direita e montanhas ao redor - Trecho PE-123.



Fonte: Autores (2020).

Tal trecho apresentado na Figura 4 não possui acostamento, fazendo com que os motoristas sejam obrigados, em situações de emergência, à estacionarem seus veículos no meio ou em lado oposto da via, já que em um dos lados da via, encontrasse alta declividade e abismo.

As manifestações patológicas variam de acordo com a estação do ano. Na estação do verão, as manifestações patológicas mais comuns são: trilhas de roda, segregação de agregados e corrugações; em período de inverno, a via se torna quase que intrafegável, pois não contém nenhum dispositivo de drenagem de forma que a água escoar livremente na via, surgindo assim, manifestações patológicas como buracos e trilha de rodas. A Figura 5 apresenta partes do trecho após uma noite de chuva.

Figura 5 - Parte do Trecho PE-123, após fortes chuvas.



Fonte: Autores (2020).

A falta de dispositivos de drenagem acarreta o surgimento de patologias, como os buracos, visualizados na Figura 5, que podem ser tratados com substituição de material adequado e compactação adequada deste material no momento da sua disposição.

Na Figura 6 pode-se observar que a manifestação patológica caracteriza-se como trilha de rodas, podendo ser cessada com a realização de um pavimento primário e locação de dispositivos de drenagem como valetas.

Figura 6 - Trilhas de Roda - patologia no trecho da PE-123.



Fonte: Autores (2020).

O trecho apresentado na Figura 6 tem como ponto relevante as depressões no sentido longitudinal ao eixo da via, causadas pela incapacidade e inadequação do solo no suporte da carga exercida pelo tráfego dos veículos.

Já na Figura 7, a patologia observada trata-se de segregação de agregados.

Figura 7 - Segregação de agregados - Patologia no trecho da PE-123.



Fonte: Autores (2020).

O tratamento indicado para a patologia presente na Figura 7 é realizar uma compactação quando houver à aplicação de agregados ou executar um pavimento primário tendo como auxílio á sarjeta e saída de água como dispositivos de drenagem.

A Figura 8 apresenta a manifestação patológica denominada corrugações, muito frequente ao longo da via.

Figura 8 - Corrugações - patologia no trecho da PE-123.



Fonte: Autores (2020).

A solução para o problema apresentado na Figura 8 seria através do reforço do subleito e/ou realização do pavimento primário, com camada drenante, sarjeta e caixa coletora, os quais são dispositivos de drenagem.

Após a exposição das manifestações patológicas que se encontram ao longo do Trecho PE-123, pode-se afirmar que alguns dos grandes fatores que contribuem para o surgimento delas são: a falta de dispositivos de drenagem, pavimentação primária e suas respectivas

manutenções. Todas as possíveis soluções para estas manifestações patológicas foram citadas com a finalidade de melhoria do leito natural a qual se encontra a via atualmente.

Sugere-se a realização da pavimentação, sendo subsidiado por dispositivos de drenagem superficial e profunda, acostamento, faixa de pedestres, sinalização e manutenção dos trechos.

A falta de pavimentação dessa rodovia acarreta em prejuízos financeiros e danos materiais, como também no atrofio econômico de ambos os municípios, pelas dificuldades encontradas por parte dos veículos em trafegarem neste trecho para a circulação de bens, mercadorias e serviços.

4. Conclusão e Sugestões

No presente trabalho foram avaliadas as condições relativas às patologias e ao projeto geométrico de um trecho não pavimentado da rodovia estadual PE-123, partindo da cidade de Belém de Maria-PE até a Vila do Entroncamento-PE, distrito pertencente ao município de Lagoa dos Gatos, através da coleta de imagens, medições, levantamentos planimétricos e observações *in loco*.

Constatou-se que em quase sua totalidade o trecho se encontra em estado natural, desprovido de qualquer obra de adequação ou pavimentação. Desprovido de dispositivos de sinalização ou de drenagem, possui apenas a faixa de rolamento com variação de seção transversal entre 18,438 m e 4,116 m, comprovando assim, a total falta de uma estruturação geométrica compatível com a normatização.

A partir dos dados obtidos da rodovia, os veículos enfrentam um trecho bastante sinuoso, em muitos pontos com abismos ao lado da faixa de rolamento, ou com visibilidade quase nula em virtude da vegetação nativa que se encontram nas laterais invadindo a via.

As manifestações patológicas foram comprovadas tanto em períodos de seca, como em períodos chuvosos. Trilhas de rodas, segregação de agregados, buracos e corrugações, além dos problemas como drenagem lateral inadequada, seção transversal imprópria, tornam o traçado por vezes quase que intrafegável. A realização da pavimentação, sendo subsidiado por dispositivos de drenagem superficial e profunda, acostamento, faixa de pedestres, sinalização e manutenção dos trechos são propostas para melhoria da via.

Deixa-se como sugestões para futuras pesquisas e aprimoramento do estudo a caracterização do solo da rodovia, a especificação dos volumes de movimentos de terra necessários para cortes e aterros para melhoria do trajeto, o estudo do regime de chuvas para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem da via e a análise de critérios gerais para o redimensionamento do projeto de pavimentação do trecho estudado.

Referências

Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. (2009). *Anuário Estatísticos de Transportes Terrestres (AETT)*. Recuperado de http://appweb2.antt.gov.br/InformacoesTecnicas/aett/aett_2009/1.1.2.asp.

Baesso, D. P., & Gonçalves, F. L. (2003). *Estradas Rurais: Técnicas Adequadas de Manutenção*. Florianópolis: Departamento de Estradas de Rodagem.

Confederação Nacional do Transporte – CNT. (2018). *Pesquisa CNT de Rodovias 2018 – Relatório Gerencial*. Recuperado de <http://goo.gl;6aDNnB>.

Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem - DAER. (1991). *Normas de Projetos Rodoviários*. Recuperado de <https://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201607/27143350-normas-projetos-geometrico.pdf>.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER. (1973). *Normas para o Projeto das Estradas de Rodagem*. Recuperado de <https://docplayer.com.br/2314352-Normas-para-o-projeto-das-estradas-de-rodagem.html>.

Departamento nacional de infraestrutura de transporte - DNIT. (2006). *Manual de Estudos de Tráfego*. Recuperado de http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf.

Departamento nacional de infraestrutura de transporte - DNIT. (2006). *Manual de Pavimentação*. Recuperado de http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimentação%20E3o_05.12.06.pdf.

Departamento nacional de infraestrutura de transporte - DNIT. (2006). *Álbum de Projetos – Tipos de Dispositivo de Drenagem*. Recuperado de http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5Calbum_proj_tipos_disp_dren_versao_14.02.2007.pdf.

Nunes, T. V. L. (2003). *Método de Previsão de Defeitos em Estradas Vicinais de Terra com Base no Uso de Redes Neurais Artificiais: Trecho de Aquiraz*. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transporte – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Recuperado de http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/4904/1/2003_dis_tvlnunes.pdf.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Yago Ryan Pinheiro dos Santos – 33,34%

Jemima Jamime Cícera Pessoa de Almeida Brito – 33,33%

Maurício dos Santos Soares Silva – 33,33%