

Classificação funcional e avaliação de defeitos em rodovias não pavimentadas no Amapá

Functional classification and defect assessment on unpaved roads in Amapá

Olavo Fagundes da Silva

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq

fagundesolavo@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0001-8855-7396>

Artigo submetido a 09-10-2019 e aprovado a 10-06-2020

Resumo

A proposta deste trabalho foi estabelecer uma classificação para as rodovias no Estado do Amapá com base na relação de funcionalidade. Também se pretendeu aplicar e adaptar método e instrumento simplificado de avaliação física para estudo dos defeitos em estradas não pavimentadas visando melhorar seu processo de monitoramento e manutenção. Para a classificação funcional das rodovias estudadas aplicaram-se, em SIG, os parâmetros estipulados no Manual do Projeto Geométrico de Estradas Rurais Brasileiro a considerar através de registros de campo relacionados aos aspectos de acesso e mobilidade. Também foram coletados em campo dados morfométricos para a avaliação das características físicas dos defeitos nas rodovias. Utilizou-se um instrumento adaptado e uma metodologia simplificada para os registros que foram posteriormente analisados através de software adequado. Como resultados apresenta-se um sistema de referência para a classificação funcional das rodovias amapaenses e a ratificação da eficácia de metodologia simplificada com instrumento adaptado para avaliação das condições físicas dos defeitos em rodovias não pavimentadas.

Palavras-chave: Amapá, rodovias não pavimentadas, funcionalidade, morfometria.

Abstract

The purpose of this work was to establish a classification for the highways in the State of Amapá based on the relation of functionality. It was also intended to apply and adapt a simplified physical assessment method and instrument to study defects in unpaved roads in order to improve its monitoring and maintenance process. For the functional classification of the studied highways, the parameters stipulated in the Geometrical Design Manual for Rural Roads in Brazil were applied in GIS, considering the field records related to access and mobility aspects. Morphometric data were also collected in the field to assess the physical characteristics of the defects on the highways. An adapted instrument and simplified methodology were used for the records, which were later analyzed using appropriate software. As a result, a reference system is presented for the functional classification of Amapá roads and ratification of the effectiveness of a simplified methodology with an adapted instrument for assessing the physical conditions of defects on unpaved roads.

Keywords: Amapá, unpaved roads, functionality, morphometry.

1. Introdução

Situado na Amazônia setentrional brasileira, o Estado do Amapá encontra-se nos dois hemisférios. Em sua porção acima da linha do Equador, faz fronteira a norte/noroeste com a Guiana Francesa e o Suriname, esta última ocupando apenas uma pequena faixa no extremo noroeste. A leste/norte/nordeste o estado é limitado pelo Oceano Atlântico. A oeste e abaixo da linha do equador no sul/sudoeste faz fronteira com o estado do Pará. A porção sul/sudeste,

também situada em parte no hemisfério sul, é limitada pela foz do grande rio Amazonas (Figura 1).

O limite sudoeste é feito pelo rio Jarí que em seu médio curso abriga em suas margens as cidades lindeiras de Laranjal do Jarí, no Amapá, e Monte Dourado, no Pará. Entre essas duas cidades, um projeto do governo do Estado do Amapá, estabeleceu a construção de uma ponte para conexão rodoviária deste com os demais estados brasileiros. As obras dessa ponte foram iniciadas no ano de 2002, mas logo em seguida foram abandonadas, paralisando

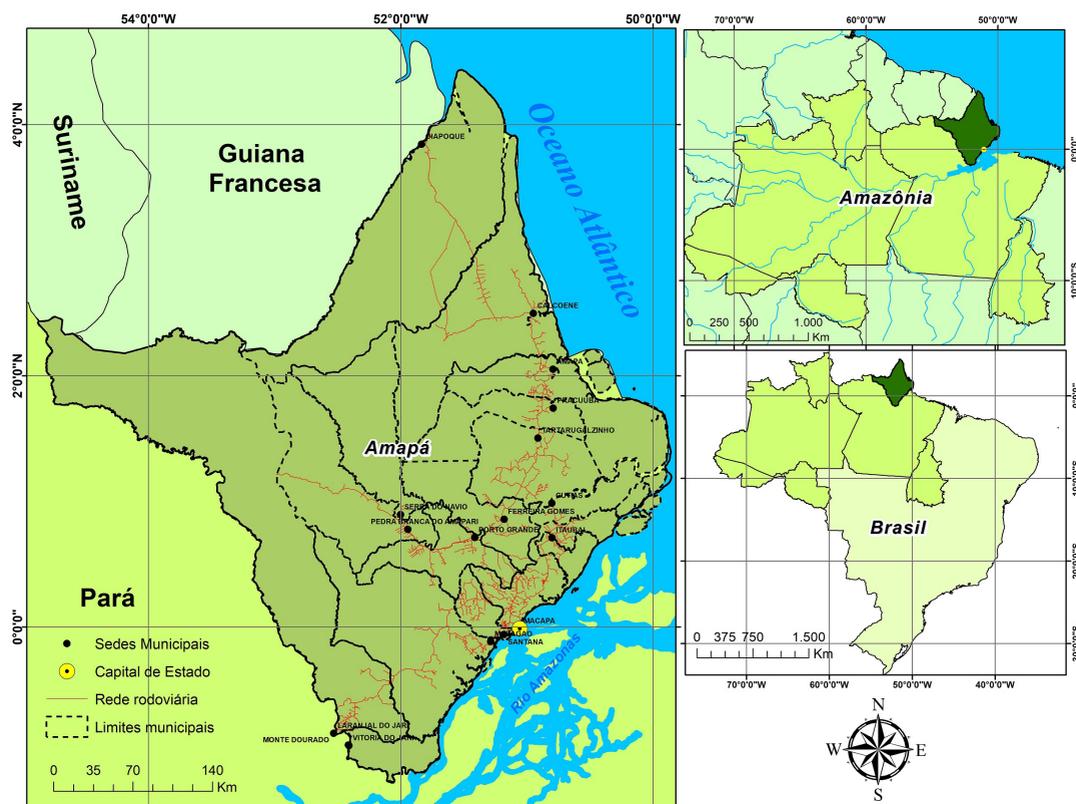


Figura 1
Localização, rede rodoviária e divisão político-administrativa do Amapá
Fonte: Elaboração do autor.

assim a tentativa de integração rodoviária do Estado à rede rodoviária do restante Brasil.

Instituído como unidade federativa pela Constituição de 1988, o Amapá após mais de 30 anos de sua emancipação possui um subsistema rodoviário concentrado em sua parte centro-oriental. Esse subsistema foi construído a partir da BR 156, rodovia de sentido longitudinal que funciona como eixo de ligação entre os seus 16 municípios. Mesmo a considerar essa singularidade, ao longo destas três décadas de autonomia administrativa, pouco se avançou em políticas públicas para ordenar o transporte rodoviário. Nem mesmo a completa pavimentação da BR 156 foi realizada, embora essa rodovia conecte todo o estado de sul a norte.

O processo de ordenamento do subsistema rodoviário no território amapaense ainda carece de informações elementares para sua efetivação. A definição de critérios de base para sua efetiva classificação, ao que tudo indica pela parca publicidade dos dados públicos, está em fase de construção por diversos órgãos governamentais. No que concerne ao

marco legal, há um grande vazio de leis estaduais relativas ao sistema de transportes como um todo.

Pela ausência de regulamentação própria, o estado do Amapá, ainda é obrigado a aplicar a legislação nacional no processo de ordenamento do seu sistema de transportes. Em muitos aspectos, a lacuna de marcos legais torna o ordenamento local inadequado, dadas as especificidades de fatores físicos, sociais e econômicos. Não obstante, o estado possui um sistema de transportes relativamente pequeno quando comparado ao sistema de transportes de outras unidades federativas com área equivalente ou mesmo menor.

A predominância dos latossolos no Amapá imprime características e dinâmicas físicas com certas especificidades às rodovias não pavimentadas existentes. No que se refere aos processos erosivos superficiais essas rodovias apresentam dinâmicas mais ou menos homogêneas. Entretanto, é preciso considerar fatores como clima e relevo que também afetam as dinâmicas no terrapleno das rodovias não pavimentadas. Em função da extensão e usos da rede rodoviária

ria no Estado, esses fatores físicos variam eventualmente de acordo com a região de implantação das rodovias.

A camada de rolagem das rodovias não pavimentadas é construída por processos de engenharia que o compactam e permitem sua terraplenagem. A capacidade de carga da camada desse terrapleno varia em função do tempo de manutenção e do material pedológico empregado que por sua vez é condicionado por fenômenos físicos como o clima e seus fatores, notadamente a precipitação e os ventos atuantes. É preciso considerar que mesmo dentro do grupo latossólico predominante no Amapá, a variação da textura do solo imprime características que podem tornar o terrapleno bastante diferenciado no que concerne às dinâmicas e características físicas que o influenciam.

1.1. Classificação funcional e aplicação de método simplificado para caracterização dos defeitos em rodovias não pavimentadas

A classificação funcional das rodovias relaciona-se com o tipo principal de serviço prestado. Um sistema rodoviário bem organizado apresenta pelo menos cinco estágios que permitem uma funcionalidade racional: o acesso, a captação, a distribuição, a transição e o movimento principal dos fluxos, que devem ser os elementos norteadores do sistema. Deve-se destacar que o uso do solo é um critério importante na categorização do subsistema rodoviário no que tange à sua funcionalidade.

O Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (MPGRR), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), estipula que para efeito de caracterização ao uso do solo, as áreas servidas pelo subsistema rodoviário são classificadas em rurais e urbanas. As áreas urbanas são constituídas por todas as aglomerações populacionais com mais de 5.000 habitantes. Desta forma, a classificação realizada segundo a funcionalidade consiste numa hierarquização das vias em subsistemas que correspondem às características e especificidades do uso do solo. Essa hierarquização leva em consideração dois fatores fundamentais, os serviços que oferecem e a função que exercem, sendo aplicáveis tanto em áreas urbanas quanto rurais (Brasil, 1999).

A capacidade de polarização dos aglomerados populacionais, em tese, gera linhas de otimização

dos fluxos, que deveriam nortear o planejamento rodoviário. Da mesma maneira, em Sistemas de Informação Geográfica, a metodologia para configurar árvores de decisão, como as linhas de otimização, baseia-se na categorização dos pontos e linhas de interesse com base nos valores dos seus atributos. Dessa forma, uma cidade com 430 mil habitantes, sempre será visualizada como um ponto maior do que aquela com apenas 15 mil habitantes. De igual maneira, uma linha com valores de 300 viagens semanais, sempre será visualizada com traçado mais largo do que aquela com valores de 100 ou 150 viagens.

Para um melhor planejamento e adequação do projeto de construção, as rodovias devem ter sua capacidade de mobilidade e níveis de acesso orientados pelas linhas de desejo (de fluxo otimizado) entre pontos de conexão. O ordenamento das vias no subsistema rodoviário deve, assim, responder aos níveis de mobilidade mais elevados característicos das áreas urbanas e, ao mesmo tempo, possibilitar um acesso eficiente para as áreas rurais. Por isso, para as áreas com maiores concentrações de fluxo, é adequada uma classificação e ordenamento em sistemas arteriais, enquanto para as áreas rurais deve-se preferencialmente realizar uma classificação em sistemas coletores e locais.

1.2. Hierarquia funcional

Os sistemas funcionais, arterial, coletor e local, são divididos em subsistemas caracterizados pelo nível de acesso e mobilidade que permitem. Esses níveis devem variar de acordo com a localização da via, se em área rural ou urbana, apresentando características de acesso menos ou mais regulado e maior ou menor mobilidade.

1.2.1. Sistema Arterial

O Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (MPGRR) determina que a “limitação regulamentada do acesso às rodovias arteriais é necessária para atender a sua função primária de mobilidade” (Brasil, 1999, p. 15). O sistema arterial divide-se em sistema arterial principal, sistema arterial primário e sistema arterial secundário. As rodovias que compõem o sistema arterial devem proporcionar maiores velocidades, constituindo-se em geral por vias que realizam ligações de cidades médias, centros regionais e capitais estaduais.

1.2.2. Sistema arterial principal

O sistema arterial principal é composto por rodovias utilizadas para realizar ligações inter-regionais ou internacionais. Essas rodovias conectam cidades com população acima de 150 mil habitantes e fazem as ligações entre as capitais dos estados e destas com a capital do país. A velocidade de circulação nessas rodovias varia entre 60 e 120 km/h e a extensão média das viagens é de 120 km.

1.2.3. Sistema arterial primário

O sistema arterial primário é composto por rodovias não servidas pelo sistema arterial principal. As rodovias que compõem esse sistema ligam cidades com população de aproximadamente 50 mil habitantes. A velocidade média nessas rodovias é de 50 a 100 km/h e a extensão média das viagens é de 80 km.

1.2.4. Sistema arterial secundário

Esse sistema apresenta rodovias que devem formar um sistema contínuo e operar com velocidades entre 40 a 80 km/h. O sistema arterial secundário deve conectar cidades com população acima de 10 mil habitantes, preferencialmente dentro dos estados. A mobilidade deve ser a função essencial desse sistema cujas distâncias médias devem situar-se em torno de 60 km.

1.2.5. Sistemas coletores e sistema local

Os sistemas coletores são constituídos por rodovias que têm a função de prover preferencialmente os fluxos intermunicipais e centros geradores de fluxos de menor volume. Esses sistemas formam rede contínua de rodovias que operam em velocidades moderadas a conectar-se aos sistemas arteriais. Possibilitam os fluxos entre o meio rural e centros municipais de maneira a permitir acesso e mobilidade numa determinada área no interior das unidades federativas.

1.2.6. Sistema coletor primário

As rodovias desse sistema devem conectar cidades com população acima de 5 mil habitantes. Esse sistema deve permitir acesso a centros importantes de geração de fluxos como áreas de mineração, portos, produção agrícola e florestal. O percurso médio das viagens é de 50 km com velocidades entre 30 e 70 km/h.

1.2.7. Sistema coletor secundário

É composto por estradas que conectam localidades e sedes municipais com população acima de 2 mil habitantes. Esse sistema deve prover acesso a grandes áreas de baixa densidade populacional, não servidas por outros sistemas. Deve permitir a conexão com sistemas coletores primários ou sistemas arteriais. O percurso médio das viagens é de até 35 km com velocidades de fluxos entre 30 e 60 km/h.

1.2.8. Sistema local

As rodovias desse sistema em geral tem pequena extensão com viagens em percurso médio de 20 km com velocidades entre 20 e 50 km/h. O sistema local proporciona acesso a pequenas localidades, áreas rurais e a rodovias do sistema coletor secundário ou superior podendo apresentar discontinuidades, mas não isolamento da rede rodoviária.

2. Metodologia

Neste trabalho procurou-se avaliar as condições de acesso e mobilidade das rodovias para estipular sua funcionalidade. De outra maneira, se objetivou aplicar o método formulado por Eaton e Beaucham (1995) para avaliar as condições físicas da camada de rolagem das rodovias pesquisadas. Os registros de dados foram realizados em trechos amostrais das rodovias na área pesquisada.

Os mapas apresentados no trabalho foram elaborados pelo autor, utilizando dados vetoriais e raster georreferenciados, coletados em campo e obtidos também de fontes secundárias (Quadro 1).

2.1. Metodologias para avaliação dos defeitos em rodovias não pavimentadas

A avaliação das condições físicas do terrapleno (camada de rolagem) das rodovias não pavimentadas é importante para determinar o estado de manutenção da via. O processo de avaliação sempre terá variáveis diferenciadas, em função da localização, seja pelas características climáticas, pedológicas, geomorfológicas ou mesmo pelas geológicas. As metodologias de avaliação devem, portanto, sofrer alguma adaptação para que os resultados possam ser, de facto, eficazes. Dentre os trabalhos mais relevantes dedicados ao processo de avaliação das condições físicas de rodovias não pavimentadas

Quadro 1*Fontes de dados georreferenciados utilizadas durante a pesquisa.*

Fontes	Metadados
Autor	Pontos e polígonos (VETORES) de locais amostrais. Elementos registrados em pesquisa de campo utilizando-se aparelho receptor GPS da marca GARMIM, modelo MAP 60.
Conservação Internacional do Brasil (CI-Brasil)	Bases georreferenciadas gentilmente cedidas (VETORES) de Limites de Unidades de Conservação, áreas indígenas e hidrografia.
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)	Imagens raster na escala de 1:250.000 (Miranda, 2005)
Instituto de Estudos e Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (IEPA)	Bases georreferenciadas gentilmente cedidas (VETORES) de limites municipais, estadual, unidades de conservação.
Secretaria de Meio Ambiente do Estado (SEMA)	Bases georreferenciadas (VETORES) gentilmente cedidas, de limites estaduais, municipais e internacionais. Bases georreferenciadas das sedes municipais, da rede rodoviária do estado além de limites de município, estados e internacionais.

Fonte: Elaboração do autor.

destaca-se o Unsurfaced Road Maintenance Management, de Eaton e Beaucham (1995), no qual houve um esforço para determinar os principais parâmetros físicos que condicionam o estado de manutenção da via.

No Brasil, a avaliação das condições físicas do terrapleno de rodovias não pavimentadas tem sido realizada através da adaptação das normas técnicas do DNIT e também pelo método de Eaton e Beaucham. Nesse sentido, o trabalho de Ribeiro (2007) apresenta importantes contribuições para a adaptação do método de Eaton e Beaucham.

A avaliação subjetiva e por levantamento visual contínuo de rodovias está definida de acordo com as normas 008/2003 (BRASIL, 2003a) e 009/2003 (BRASIL, 2003b) estabelecidas pelo DNIT. Pelos parâmetros estabelecidos, todos os trechos amostrais devem ser avaliados utilizando-se critérios objetivos e subjetivos. Neste trabalho procurou-se adaptar a metodologia de avaliação de rodovias pavimentadas para o levantamento visual contínuo (LVC) para a primeira avaliação das condições físicas do terrapleno de cada trecho amostral.

2.2. Parâmetros estabelecidos para realização do LVC nos trechos amostrais

Na unidade de pesquisa estipulada para o LVC, que teve preferencialmente 1 km de extensão, foram estipulados segmentos testemunho de aproximadamente 50 m e nestes foram identificados os defeitos físicos da via, conforme proposto por Visconti (2000). O registro de dados foi realizado por três pesquisadores (um a conduzir o veículo onde também estavam dois pesquisadores observadores) através de deslocamento contínuo nos subtrechos da rodovia, conside-

rando o sentido estipulado no PNV. O deslocamento foi realizado em veículo tipo passeio, com velocímetro e hodômetro calibrados, trafegando com velocidade média aproximada de 40 km/h.

Os subtrechos e as unidades de pesquisa tiveram seu ponto inicial e final registrados por aparelho receptor GPS. Os pesquisadores foram treinados através de testes em subtrechos aleatórios e posteriormente os registros no trecho teste foram conferidos. Para os subtrechos, foram registrados dados das condições físicas da superfície do terrapleno a considerar, a morfometria da pista de rolagem e ausência/presença de sinalização vertical nos bordos.

Após o LVC os segmentos considerados críticos por apresentarem condições de superfície com riscos à trafegabilidade, foram fotografados. Também foi realizado o registro morfométrico dos defeitos com instrumento adaptado da metodologia de Eaton e Beaucham (1995). Os critérios de avaliação para o LVC em rodovias não pavimentadas foram também estipulados a partir da metodologia adotada por Eaton e Beaucham (1995). Essa classificação considera o nível de drenagem, seção transversal inadequada, existência de corrugações, afundamentos de trilhas de roda, agregados soltos, intensidade de poeira (partículas de solo em suspensão no ar) e buracos.

Também se estabeleceu, como elemento para avaliação, a presença/ausência de sinalização vertical e horizontal, bem como a sua condição de visibilidade diurna para os trechos selecionados. Durante a observação dinâmica de visibilidade da sinalização horizontal e vertical adotaram-se os mesmos procedimentos estipulados para LVC (BRASIL, 2003a) em rodovia pavimentada. Para registro adequado, os



Figura 2
M.I.T. disposto para a mensuração dos defeitos na rodovia.
Fonte: Pesquisa de campo.

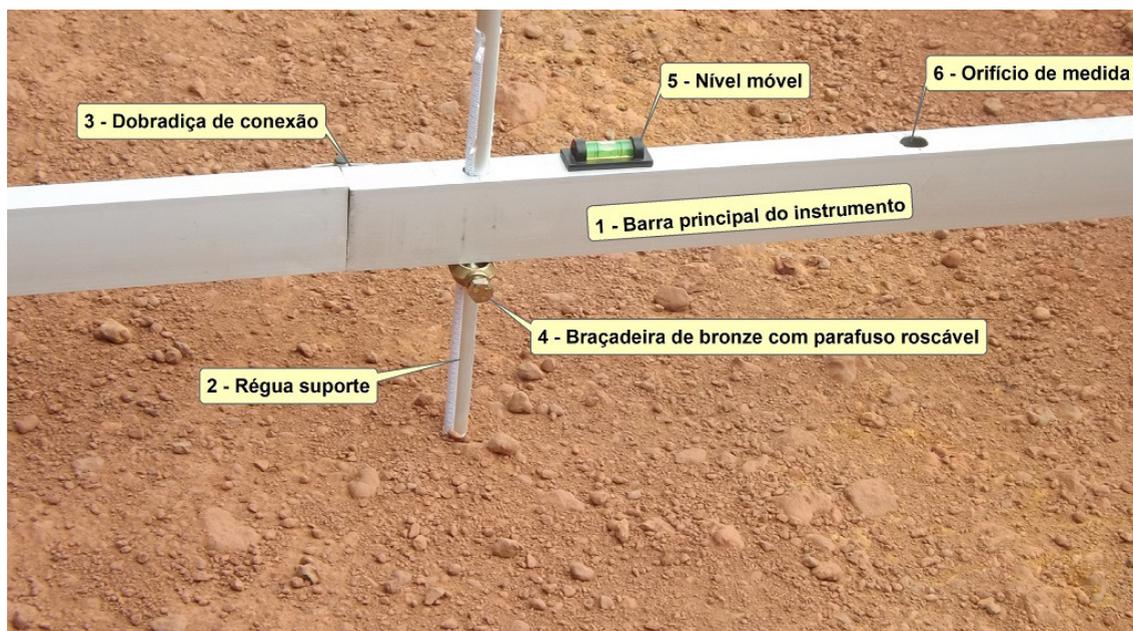


Figura 3
Detalhamento das partes constituintes do MIT.
Fonte: Pesquisa de campo.

procedimentos consistiram em deslocamento contínuo em veículo automotor, considerando o limite mínimo de velocidade do trecho, mas com velocidade média não superior a 40 km/h. Os registros foram realizados em formulário apropriado para cada subtrecho selecionado.

Entre os elementos físicos de caracterização analisaram-se as condições do terrapleno considerando a morfometria nos trechos amostrais não pavimentados. A análise baseou-se na observação,

mensuração e registro em formulário adequado dos defeitos em trechos amostrais selecionados aleatoriamente. Para cada trecho amostral foi estipulada uma extensão de 50 metros, dividida em seis seções transversais intervaladas de 10 metros. Nessas leituras foram registradas a condição central ou lateral, profundidade, direção e sentido de ocorrência do escoamento superficial com base na morfometria característica dos defeitos existentes. Após o tratamento estatístico dos dados, foi realizada a



Figura 4

Régua móvel disposta no MIT para medição das profundidades dos defeitos no terrapleno da via.

Fonte: Pesquisa de campo.

comparação com os modelos de controle, conforme descrito em Eaton e Beaucham (1995). Foi ainda realizada a caracterização morfométrica simplificada dos bordos seção transversal das vias, das condições físicas do terrapleno, através da mensuração e registro das medidas dos defeitos, considerando sua profundidade, extensão e largura.

O levantamento da morfometria dos defeitos no terrapleno das rodovias não pavimentadas para posterior análise foi realizado com a utilização de um instrumento Medidor de Irregularidade Transversal (MIT), confeccionado segundo descrição de Ribeiro (2007). Nesta pesquisa, entretanto, dadas as larguras das seções transversais das estradas pesquisadas, o MIT foi adaptado. O instrumento foi construído a partir de uma barra (perfil retangular de 25 por 50 mm) de alumínio com extensão total de seis metros, dividido em três partes iguais de dois metros cada, presas por dobradiças de alumínio nas duas intercessões (Figura 2).

Em toda a extensão as barras unidas, apresentam um total de vinte e quatro orifícios com diâmetro de 12 mm, intervalados de 25 cm, para que fossem inseridas as réguas suporte e a régua móvel de medição das irregularidades dos defeitos nos trechos analisados. As réguas suporte consistem em quatro varetas de alumínio (perfil tubular de 10 mm de diâmetro) de 1m, com suas respectivas réguas milimetradas fixadas. Essas réguas de suporte foram utilizadas para manter as barras transversais estabilizadas e para auxiliar no nivelamento. Foram inseridas quatro réguas de suporte, sendo duas em cada extremidade e duas ao centro, intervaladas de dois

metros (Figura 3). Após o nivelamento do MIT as quatro réguas de suporte foram fixadas com braçadeiras de bronze com parafuso roscável.

A medição e registro dos defeitos foram realizados com a régua móvel inserida nos orifícios de medição. O MIT foi disposto transversalmente na via sendo estabilizado por dois pesquisadores, cada um em uma das extremidades do equipamento. Para que a medição dos defeitos fosse realizada com precisão, foi realizado o nivelamento utilizando-se um nível tubular de bolha deslocado sobre a barra transversal. Em seguida, foram realizadas as medições para obtenção das características morfométricas de profundidade dos defeitos no terrapleno ao longo dos trechos amostrais (Figura 4).

3. Resultados e Discussão

Como resultados, apresenta-se um esboço de classificação funcional para o subsistema rodoviário no Amapá com base nos critérios de acesso e mobilidade. A área estudada pode servir de referência para a classificação funcional das rodovias no estado do Amapá. Também se apresenta e discute metodologia simplificada para avaliação dos defeitos em rodovias não pavimentadas. Essa metodologia adaptada do método estipulado por Eaton e Beaucham (1995) mostrou-se bastante satisfatória na avaliação do terrapleno dos trechos amostrais estipulados na pesquisa.

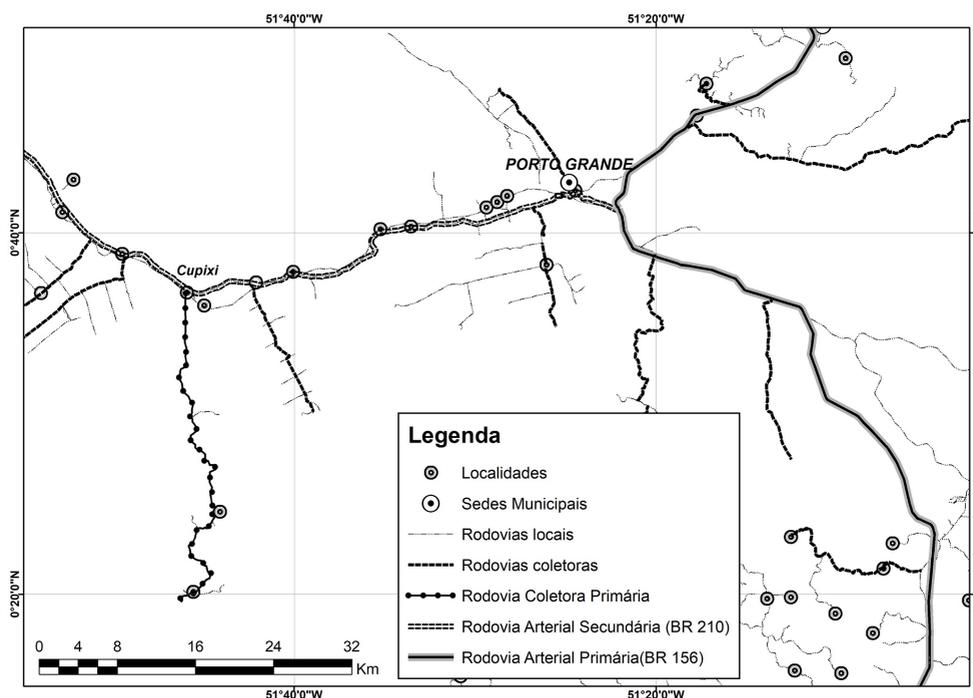


Figura 5
Sistema de referência para classificação funcional de rodovias com base nos critérios de acesso e mobilidade.
Fonte: Elaboração do autor.

3.1. As rodovias na porção centro oeste do Amapá

A rede rodoviária do estado é composta por mais de 90% de estradas não pavimentadas. Desse total, aproximadamente 500 km são de rodovias federais, distribuídos pelas BR-156 e BR-210. O trecho sul não pavimentado da BR-156 tem aproximadamente 275 km e está situado entre o km 21 da BR-210 e a cidade de Laranjal do Jarí, no extremo sul do estado. O trecho norte tem aproximadamente 200 km e está situado entre a comunidade do Carnot, no município de Calçoene, e a Terra Indígena Uaçá, no município de Oiapoque. O trecho não pavimentado da BR-210 tem aproximadamente 200 km e está situado entre a cidade de Porto Grande e a Terra Indígena Wajãpi, a oeste do estado. As demais rodovias não pavimentadas distribuem-se por todo o estado. Dos 16 municípios do estado, 9 tem suas sedes conectadas por rodovias coletoras pavimentadas ao trecho pavimentado da BR-156, que funciona como rodovia arterial. As demais sedes municipais estão conectadas ao subsistema rodoviário através de rodovias coletoras não pavimentadas.

A divisão oficial brasileira de trechos rodoviários é estabelecida pelo Sistema Nacional de Viação

(Barasil, 2012). De acordo com essa divisão é possível estabelecer que o subtrecho 210 BAP 0110 da rodovia federal BR-210 funciona como um sistema arterial secundário, conectado à BR-156. Esse sistema arterial é responsável pela conexão de inúmeros pequenos sistemas que agregam rodovias coletoras e locais.

Nesse sistema arterial secundário foi aplicado um método simplificado para avaliação das condições físicas das rodovias não pavimentadas. Os registros foram realizados através de amostras aleatórias ao longo de subtrechos da rodovia arterial (linha em duplo tracejado) e em trechos da rodovia coletora que conecta a localidade de Cupixi à área de mineração do rio Vila Nova. Por realizar a conexão de área de fluxos significativos oriundos da atividade extrativa mineral essa rodovia pode ser classificada como uma rodovia coletora primária (linha intercalada por pontos na Figura 5).

A predominância dos latossolos no Amapá imprime características e dinâmicas físicas mais ou menos homogêneas no que se refere aos processos erosivos superficiais. No entanto, as dinâmicas no terrapleno das estradas não pavimentadas variam, dentre outros fatores, em função do estado de manutenção, da pluviosidade e do grau de declividade da região cortada pela implantação dessas

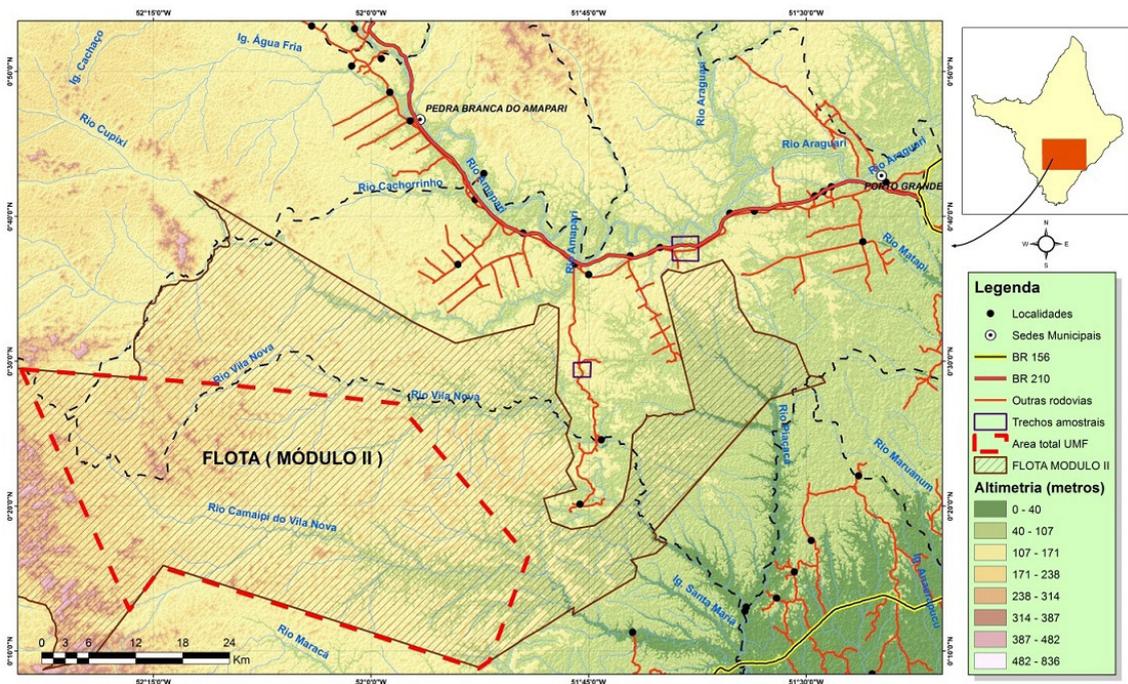


Figura 6

Localização e caracterização de relevo e hidrografia na área dos trechos rodoviários amostrais aleatórios 1AMD e 2AMD.

Fonte: Elaboração do autor.

estradas. Embora tratada por processos de engenharia que a compactam, a camada de rolagem das rodovias varia em função do tempo e do estado de manutenção.

O material pedológico empregado na camada de rolagem é constantemente submetido de forma intensa à atuação de forçantes físico-químicas resultantes da atuação do clima e seus elementos, notadamente a precipitação e os ventos atuantes. É ainda preciso considerar que mesmo dentro do grupo latossólico, a variação da textura do solo imprime características que podem tornar o terrapleno bastante diferenciado no que concerne às dinâmicas e características físicas que o influenciam.

Em análises de campo, o estado de manutenção das rodovias amapaenses demonstra um padrão condicionado pelas diferentes formas de apropriação e quase sempre estão relacionadas com os usos de solo correspondentes. Em áreas onde predominam as atividades extrativistas mineral e florestal de larga escala e que, portanto, em geral encontram-se sob domínio da iniciativa privada, as rodovias imprescindíveis ao processo de escoamento da produção, e somente estas, encontram-se em bom estado de conservação, com padrões de sinalização e drenagem do terrapleno quase sempre satisfatórios. De outra

forma, aquelas rodovias que servem para fins gerais de transporte e que, em geral, servem pequenas cidades e localidades, estão sob o domínio das prefeituras, do estado ou da união e encontram-se quase sempre em condições precárias de sinalização e trafegabilidade.

Esses resultados podem ser constatados nas análises dos defeitos encontrados em dois trechos amostrais onde foi aplicado o método de Eaton e Beaucham (1995), com instrumento adaptado para avaliação de vias não pavimentadas, na região centro-oeste do estado. Essa região tem na rodovia BR-210, seu principal eixo rodoviário. O trecho amostral 1AMD onde foi realizada a primeira avaliação morfométrica dos defeitos no terrapleno da via, situa-se no subtrecho 210 BAP 0110 da rodovia federal BR-210, entre as cidade de Porto Grande (onde termina o trecho pavimentado desta rodovia) e a cidade de Pedra Branca do Amapari. Esse trecho de rodovia foi aberto no meio da floresta submontana em relevo constituído pelas colinas do Amapá, entre planaltos residuais, com destaque para a Serra do Navio e Serra do rio Vila Nova (Boaventura & Narita, 1974). Nas colinas a altimetria pouco acentuada das formas dominantes do relevo não ultrapassa cotas de 150

metros. Como foi referido, o solo é constituído pelo grupo dos latossolos amarelos (Figura 3).

O segundo trecho amostral denominado de 2AMD, situa-se na rodovia coletora primária que inicia na localidade de Cupixi e dá acesso à área mineralógica na Serra do Rio Vila Nova. Esse trecho está no entorno imediato do módulo II da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA).

3.2. Características dos subtrechos amostrais pesquisados com base no Levantamento Visual Contínuo

3.2.1. Subtrechos do trecho amostral 1 AMD

Subtrecho 1 - Apresenta uma seção transversal adequada assim como os bordos de drenagem laterais. Verificam-se corrugações frequentes em todo o trecho, com uma média de 70 a 80 buracos, estando presentes também em todo o trecho trilhas de rodas pouco profundas. Frequentemente o agregado apresenta-se solto. Foram observados sulcos transversais assim como sulcos longitudinais no trajeto.

Subtrecho 2 - Tem uma seção transversal adequada, mas com bordos de drenagem laterais que se alteram muito durante o trajeto, se tornando inadequados em alguns pontos do trecho. As corrugações são frequentes em todo o trecho, com uma média de 10 a 20 buracos, estando presentes também trilhas de rodas pouco profundas. O agregado apresenta-se frequentemente solto em todo o trecho. Os sulcos transversais e longitudinais não estavam presentes.

Subtrecho 3 - Mostra uma seção transversal inadequada, pois diminui bastante durante o trecho, assim como os bordos de drenagem laterais, que apesar de terem medidas iniciais adequadas, se alteram bastante durante o trajeto. As corrugações são pouco frequentes, com uma média de 5 a 10 buracos, estando presentes também em todo o trecho trilhas de rodas pouco profundas. O agregado é frequentemente solto. Sulcos transversais e longitudinais não estavam presentes no trecho.

Subtrecho 4 - Apresenta uma seção transversal inadequada, pois se altera muito durante o trajeto. Já os bordos de drenagem laterais têm medidas adequadas que se mantêm em todo o trecho. Verificam-se corrugações frequentes, com uma média de 30 a 80 buracos, estando presentes também trilhas de rodas pouco profundas. Os materiais do agregado

frequentemente estão soltos. Sulcos transversais foram observados apenas uma vez no trecho, já os longitudinais não estavam presente durante todo o trajeto.

Subtrecho 5 - Apresenta uma seção transversal adequada com largura aproximada de 6 metros e presença de bordos de drenagem laterais. As corrugações são frequentes em todo o trecho. Buracos não estavam presentes. Foram detectadas em todo o trecho trilhas de rodas pouco profundas. O agregado apresenta-se solto pouco frequentemente. Não havia sulcos transversais nem longitudinais ao longo do trecho.

3.2.2. Subtrecho do trecho amostral 2 AMD

Subtrecho 6 - Por se tratar de uma rodovia cuja manutenção é realizada por empresas privadas, encontra-se uma seção transversal adequada, com largura média de 6 metros. Ao longo de todo o percurso foi possível registrar a presença de bordos de drenagem laterais. As corrugações são pouco frequentes e os buracos pouco frequentes em todo o trecho. Foram detectadas trilhas de rodas pouco profundas. O agregado solto é pouco frequente. Não foram registrados sulcos transversais nem longitudinais.

3.3. Avaliação das características físicas dos defeitos no terrapleno com base na aplicação do MIT.

O trecho de rodovia 1AMD foi aberto no meio da floresta submontana em relevo constituído pelas colinas do Amapá entre planaltos residuais com destaque para a Serra do Navio e Serra do Rio Vila Nova (Boaventura & Narita, 1974). Nas colinas a altimetria pouco acentuada das formas dominantes do relevo não ultrapassa cotas de 150 metros. O solo é constituído pelo grupo dos latossolos amarelos.

O trecho amostral 1AMD (Figura 7) apresenta um terrapleno de padrão bastante irregular em toda a sua extensão.

Os defeitos que se distribuem por todo o trecho apresentam profundidades médias máximas de até 8 cm sendo que a maior frequência é de defeitos com profundidades médias de 5 a 7 cm (Figura 8). Neste trecho, o acúmulo de água superficial é facilitado pela erosão em forma de concha.

As cotas mais elevadas situam-se no início dos bordos direito e esquerdo e as cotas inferiores ao



Figura 7

Vista geral do trecho amostral 1AMD (BR-210).

Fonte: Pesquisa de campo.

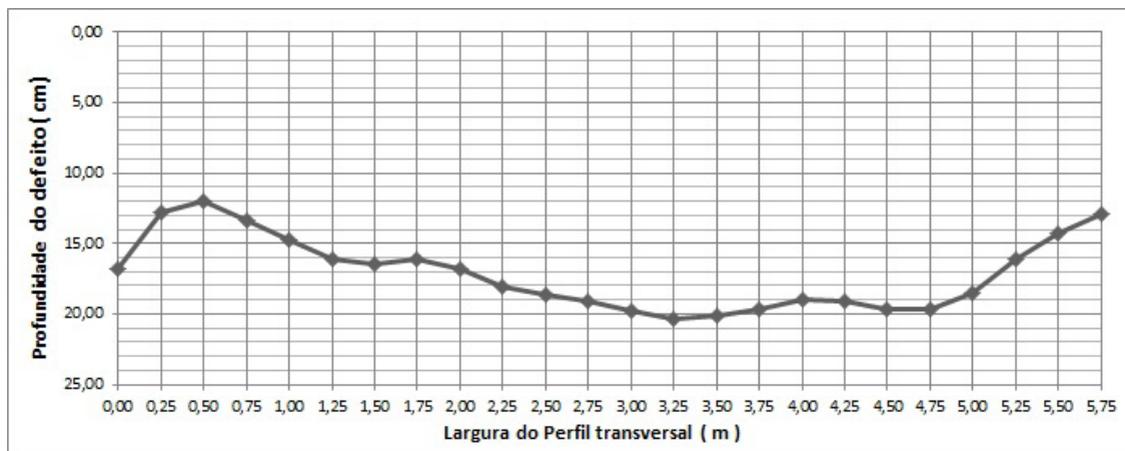


Figura 8

Média da profundidade dos defeitos no perfil transversal do terrapleno do trecho amostral 1AMD em rodovia arterial secundária (BR-210).

Fonte: Pesquisa de campo.

centro do terrapleno da via. Essa característica, comum em praticamente todo o trecho, impõe um padrão de drenagem predominantemente convergente dos bordos para o centro do terrapleno da via (Figura 10, em perspectiva 3D). Pelo padrão de drenagem no trecho amostral 1AMD infere-se que o escoamento da água superficial nos períodos chuvosos tende a saturar o terrapleno da via.

O ambiente do terrapleno construído com material latossólico amarelo torna-se frequentemente

te saturado por água superficial, devido à elevada carga pluviométrica nos períodos mais chuvosos entre novembro e junho. Em situações de constante rolagem de veículos a saturação hídrica do terrapleno pode eventualmente levar à formação de lama pela mistura da água superficial acumulada com as partículas mais finas desagregadas e rearranjadas pelo movimento de rolagem. Esse processo pode ser um dos grandes responsáveis pela formação dos extensos “atoleiros”, comuns na BR-210 durante os períodos chuvosos.

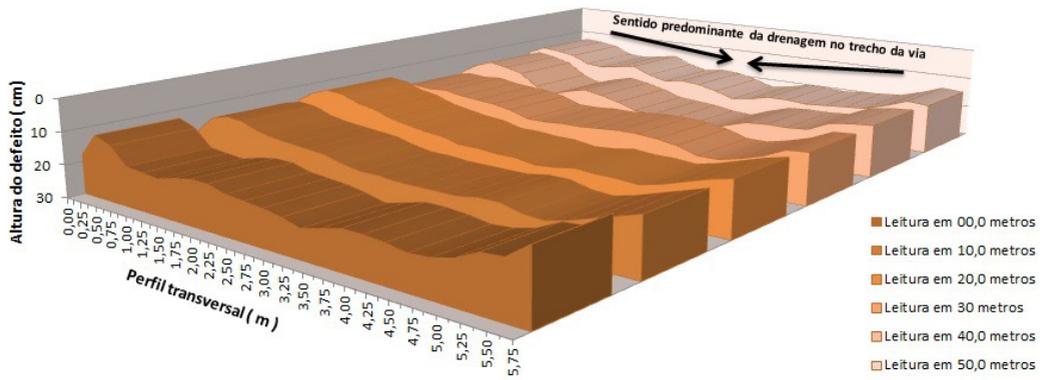


Figura 10
Perspectiva aproximada em 3D das características dos defeitos no terrapleno do trecho amostral 1AMD (BR-210).
Fonte: Pesquisa de campo.



Figura 9
Vista geral do trecho amostral 2AMD na rodovia coletora primária, que dá acesso à área de exploração mineral na serra do rio Vila Nova.
Fonte: Pesquisa de campo.

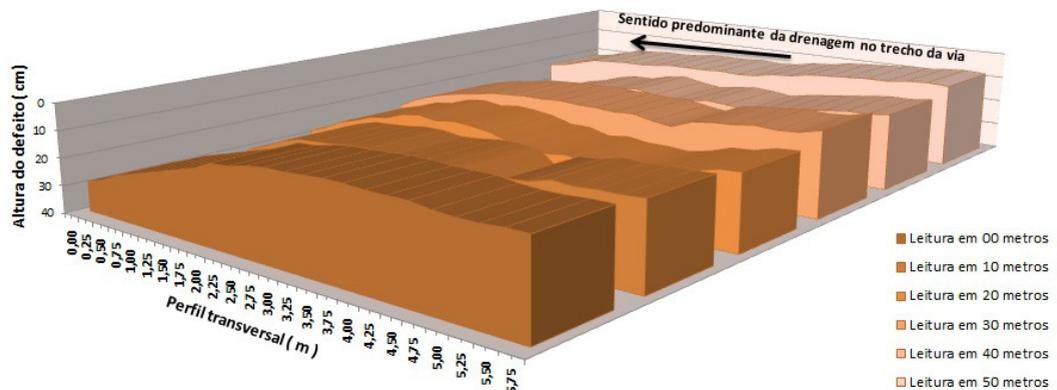


Figura 11
Perspectiva aproximada em 3D das características dos defeitos no terrapleno do trecho amostral 2AMD na rodovia coletora primária que conecta a Vila de Cupixi à área de exploração mineral na serra do rio Vila Nova.
Fonte: Pesquisa de campo.

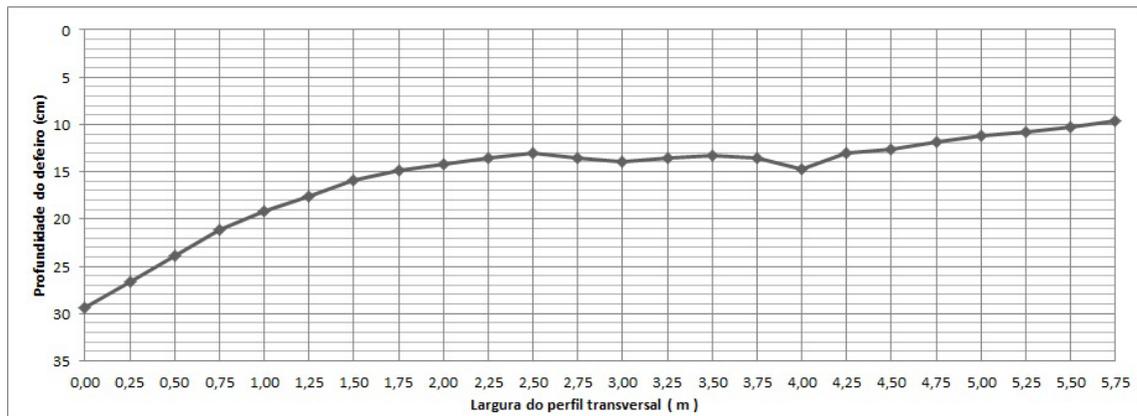


Figura 12

Média da profundidade dos defeitos no perfil transversal do terrapleno do trecho amostral 2AMD na rodovia coletora entre a Vila de Cupixi à área de exploração mineral na serra do rio Vila Nova.

Fonte: Pesquisa de campo.

Esses atoleiros constantemente fazem com que determinados trechos da rodovia apresentem grandes dificuldades ao tráfego e nas situações mais extremas tornem a via intrafegável até à sua adequada manutenção. Nos períodos secos esses defeitos nas vias formam irregularidades como buracos e estrias decorrentes do acúmulo de água dos períodos chuvosos o que acarreta também a erosão e formação de sulcos tanto no eixo vertical quanto no horizontal da via.

O trecho amostral 2AMD situa-se na rodovia de acesso à área de mineração do distrito mineralógico de Vila Nova adjacente ao alto curso do rio homônimo. Essa rodovia é a principal via coletora de um sistema coletor primário conectado ao sistema arterial secundário formado pelo trecho não pavimentado da BR-210. O subtrecho da amostra situa-se entre o portão da Mineradora UNANGEM e a Vila sede do distrito de Vila Nova (Figura 9). Nesse trecho amostral foi constatada uma situação completamente diferente daquela constatada no trecho amostral 1AMD. Nesse trecho a via apresenta boa sinalização e um padrão de drenagem no terrapleno bastante uniforme que permite que a via apresente excelentes condições de trafegabilidade. A drenagem apresenta escoamento superficial quase uniforme das cotas mais elevadas no lado direito da rodovia para o lado esquerdo da via onde estão as cotas mais baixas (Figura 11, em perspectiva 3D).

A rodovia tem grande importância para a mineradora UNANGEM, que extrai cromita e minério de ferro, nas Serras do Rio Vila Nova. Ao que tudo indica essa rodovia coletora possui um processo de

manutenção que possibilita boa trafegabilidade ao longo de todo ano para que, tanto o insumo material quanto a produção do minério possam ser escoados de forma eficaz. As médias das profundidades dos defeitos no terrapleno da rodovia indicam para o trecho o mesmo padrão de drenagem encontrado ao longo de toda a extensão avaliada, ratificando o padrão de regularidade do terrapleno da via e das boas condições de manutenção (Figura 12).

4. Considerações finais

No Amapá ainda não existe um sistema de classificação funcional de rodovias. A ausência desse sistema, que deveria ser provido pelo Estado torna-se obstáculo no processo de gestão e monitoramento do subsistema rodoviário. A classificação funcional de rodovias proposta pelo MPGRR (Brasil, 1999) é importante para a otimização de seu uso a considerar os critérios de acesso e mobilidade.

O modelo proposto neste trabalho foi aplicado em uma porção de rodovias não pavimentadas do subsistema rodoviário amapaense onde acesso e mobilidade são bastante precários. Apesar disso, o esforço de classificação mostra-se importante como modelo para uma classificação futura de todo o subsistema baseando-se nos parâmetros encontrados durante a pesquisa. Aventa-se essa possibilidade a considerar as semelhanças encontradas em outras porções servidas pela rede, conforme constatado por Silva, Cunha, e Trindade (2016).

Uma boa parte das rodovias não pavimentadas no Amapá é utilizada por empreendimentos relacionados com as atividades agroextrativistas ou extrativistas minerais e florestais. Desta maneira o esboço de modelo de classificação funcional apresentado neste trabalho demonstra possibilidades para organizar a rede rodoviária no Amapá a considerar os critérios de acesso e mobilidade relativos a esses usos do solo. Nos trechos amostrais pesquisados foi possível constatar que o estado de manutenção das rodovias demonstra um padrão condicionado por essas formas de uso visando o escoamento da produção, mas onde atuam agentes empresariais e também pequenos produtores.

No trecho 1 AMD, situado na BR-210, sob a gestão do governo federal, há um conjunto formado por pequenas rodovias coletoras secundárias e também estradas locais (ramais). Nas margens dessas rodovias predominam atividades agroextrativistas realizadas por pequenos produtores. Nessas rodovias, a considerar os resultados dos registros amostrais, o estado de manutenção é bastante precário apresentando muitos defeitos. Nessas rodovias, ao que tudo indica não há um sistema de monitoramento adequado dos defeitos visando sua manutenção.

No trecho 2 AMD predominam as atividades extrativistas mineral e florestal de larga escala. Esse trecho situa-se em uma rodovia coletora primária sob o domínio da iniciativa privada. A manutenção dessa rodovia não pavimentada é imprescindível ao processo de escoamento da produção industrial. Pelos registros, constatou-se que nessa rodovia há uma preocupação frequente com o monitoramento e estado de conservação.

Ao que se percebeu durante a pesquisa, as rodovias que recebem manutenção direta da iniciativa privada apresentam padrões de sinalização vertical e drenagem do terrapleno quase sempre satisfatórios. De outra forma, aquelas rodovias utilizadas para fins diversos de transporte, que em geral servem pequenos produtores e conectam pequenas cidades e localidades encontram-se em condições precárias de sinalização e trafegabilidade. Essas rodovias estão sob o domínio das Prefeituras, do Estado ou da União.

A avaliação das condições físicas do terrapleno das rodovias não pavimentadas é elemento importantíssimo no processo de gestão e manutenção. A adoção de metodologia simplificada mostra-se bastante eficiente nesse processo. O MIT é um instrumento

de manuseio simples, de baixo custo e fácil de ser construído. Essa ferramenta permite registros com grande precisão dos dados morfométricos das condições de erosão no terrapleno. Esses dados devidamente catalogados e tratados em software adequado podem prover relatórios ilustrados muito precisos e eficazes no processo de avaliação para o planejamento, visando a manutenção de rodovias não pavimentadas.

Bibliografia

- Boaventura, F. M. C., & Narita, C. (1974). Folha NA/NB. 22-Macapá - II Geomorfologia. In Brasil, Projeto RADAM. Folha NA/NB.22 - Macapá; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e usos potencial da terra (Levantamento dos Recursos Naturais, 6). Rio de Janeiro.
- Brasil (1999). Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico, Divisão de Capacitação Tecnológica. Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais. Rio de Janeiro: IPR. publ. 706.
- Brasil (2003a). Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, NORMA 008/2003-PRO: Levantamento Visual Contínuo para Avaliação da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos. Rio de Janeiro: DNIT.
- Brasil (2003b). Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, NORMA 009/2003-PRO: Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos - Procedimento. Rio de Janeiro: DNIT.
- Brasil (2012). Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rede rodoviária do SNV, divisão em trechos 2011. Rio de Janeiro: DNIT.
- Eaton R. A., & Beaucham R. E. (1995). Unsurfaced Road Maintenance Management, Technical Manual 5-626. Headquarters, Department of the Army, Washington DC.
- Miranda, E. E. (Coord.) (2005). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa, Monitoramento por Satélite. Disponível em <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>.
- Ribeiro F. R. S. (2007). Concepção de Método Simplificado de Levantamento e Análise de Defeitos em Vias Não-Pavimentadas (Dissertação de Mestrado - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- Silva, O., Cunha, L., & Trindade Jr., S. C. (2016). Uso do solo e infraestrutura viária na relação com as dinâmi-

cas produtivas em assentamentos agroextrativistas no Amapá. Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT), 9, 281-305. [dx.doi.org/10.17127/got/2016.9.013](https://doi.org/10.17127/got/2016.9.013).

Visconti, T. S. (2000). O Sistema Gerencial de Pavimentos do DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Instituto de Pesquisas Rodoviárias - Divisão de Apoio Tecnológico.