

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHAGUERA
CURSO ENGENHARIA CIVIL**

**VERIFICAÇÃO DA INCLINAÇÃO TRANSVERSAL: ESTRADA
VICINAL ENTRE ROSALÂNDIA E SÃO LUÍS DE MONTES BELOS GO.**

RIVANILDO MODESTO DE ARAÚJO

GOIÂNIA
Junho/2019

RIVANILDO MODESTO DE ARAÚJO

**VERIFICAÇÃO DA INCLINAÇÃO TRANSVERSAL: ESTRADA
VICINAL ENTRE ROSALÂNDIA E SÃO LUÍS DE MONTES BELOS GO.**

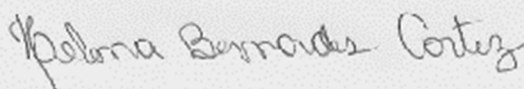
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni-UNHANGUERA, sob orientação da Professora Especialista Helena Bernardes Cortez, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

GOIÂNIA
Junho/2019

RIVANILDO MODESTO DE ARAÚJO

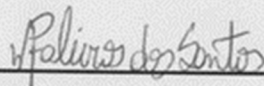
VERIFICAÇÃO DA INCLINAÇÃO TRANSVERSAL: ESTRADA VICINAL ENTRE ROSALÂNDIA E SÃO LUÍS DE MONTES BELOS GO.

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, definido e aprovado em 01 de 06 de 2019 pela banca examinadora constituída por:



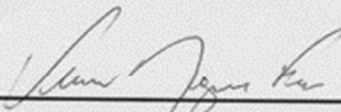
Prof(a). Engenheira Civil e Especialista Helena Bernardes Cortez

Orientadora



Prof(a). Engenheira Civil e Especialista Marcela Pimenta Faleiros dos Santos

Membro



Prof. Engenheiro Civil e Mestre Vinícius Nogueira Fróes

Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado e protegido sempre. Agradeço nossos professores por terem sempre me guiado nessa longa caminhada nos ensinando métodos para o melhor desenvolvimento do trabalho. Por fim, à minha professora e orientadora Helena Bernardes Cortez, que me apoiou desde o início e fez ter certeza da minha boa escolha para orientadora, sempre me incentivando e acreditando no meu trabalho.

A vida me ensinou a nunca desistir, nem
ganhar nem perder, mas procurar evoluir.
Charlie Brown Jr

RESUMO

A criação de estradas são a evolução de caminhos abertos sem nenhum critério técnico que por necessidade de mobilidade evoluiu para rodovias sem receber qualquer tipo de revestimento betuminoso ou cimento Portland. As vias não pavimentadas na zona rural, tem uma elevada importância para o desenvolvimento rural econômico e social, o estudo foi realizado na estrada vicinal que liga o povoado de Rosalândia ao município de São Luís de Montes Belos que influencia no desenvolvimento da região por ser o único meio de ligação entre o povoado os chacareiros e a cidade. O objetivo do estudo é analisar a seção transversal e as patologias existentes ao longo da via e se existe um sistema de drenagem, com o intuito de verificação das suas reais condições de uso, para que os usuários dessa rodovia possam trafegar com o máximo possível de conforto. Na realização da visita, a estrada foi percorrida e identificados os pontos críticos, e utilizando uma barra de metal com nivelador, trena, mangueira de nível e uma máquina fotográfica para registros de imagens, foi possível constatar os principais problemas na rodovia como seção transversal irregular e imprópria, algumas patologias como ondulações, buracos, excesso de pó na pista, trilhas de rodas e uma drenagem ineficiente. Para que esses problemas sejam sanados ou melhorem as condições de tráfego é necessário a realização de manutenções e correções nas patologias encontradas, dessa forma é proposto a correção da seção transversal colocando-a com uma inclinação voltada para as laterais, implantação do sistema de drenagem, realizando manutenção nas valetas, corrigindo as patologias do leito para que a rodovia fique trafegável por maior tempo possível.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem. Patologias. Manutenção. Abaulamento.

1 INTRODUÇÃO

Cerca de 90% da malha viária brasileira é composta por vias não pavimentadas. No estado de Goiás, temos uma boa quantidade de rodovias não pavimentadas, sendo de acordo com a Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte (GOINFRA 2018), são 12.716,60 Km de rodovias pavimentadas para cerca de 21599,8 Km no total de rodovias que existem no estado, isso significa cerca de 58,8% das rodovias são pavimentadas no estado. Assim existem 8883,2 Km de estradas não pavimentadas.

As estradas não pavimentadas, normalmente são ligações feitas de fazendas ou cidades pequenas ou um meio mais fácil de ligar uma estrada principal a outra estrada. Também podemos encontrar pequenas estradas não pavimentadas feitas somente para a movimentação de veículos, máquinas pesadas dentro de propriedades (GRIEBELER et al., 2009). A principal característica de uma rodovia não pavimentada é a ausência de qualquer tipo de revestimento sendo ele betuminoso ou de cimento Portland, tem sua camada superficial apenas um solo local, às vezes em mistura com agregado granular, decorrente da sua manutenção, (OLIVEIRA, 2005).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT 2005), existe rodovias construídas conforme as normas rodoviárias de projeto geométrico e que se adequadas as normas mesmo elas possuindo sua área de rolagem não pavimentada, portanto essas rodovias são de revestimentos primário e permite o tráfego por todo o ano, essas são denominadas rodovias implantadas.

Segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT) de 2016, a quantidade de malhas viárias no Brasil comparado a outros países está bem atrás devido ao tamanho do país com cerca de 25Km de rodovias pavimentadas para cada 1000 km² de área, isso corresponde a cerca de 12,3% de estradas pavimentadas, porém observando a área de outros países em comparação de quantidade de pavimentação chegamos a uma proporção de 4381 km por 1000 km² de área.

Já no estado de Goiás temos, temos uma boa quantidade de rodovias pavimentadas, sendo de acordo com a GOINFRA 2018, são 12.716,60 Km de rodovias pavimentadas para cerca de 21599,8 Km no total de rodovias que existem no estado, isso significa cerca de 58,8% das rodovias pavimentadas no estado. Assim existem 8883,2 Km de estradas não pavimentadas.

A degradação das estradas está diretamente ligada a má drenagem sendo que o escoamento das águas das chuvas na sua margem e leito provocam erosões. Uma estrada com drenagem mau construída pode causar erosões sendo responsável por até 50% da perda de solo (ANJOS FILHO, 1998).

De acordo com Rosa (2014) o desprendimento e arraste das partículas dos solos é um dos principais causadores de problemas em estradas não pavimentada, a erosão do solo é provocada principalmente pela ação da água devido ao escoamento superficial. As publicações sobre estradas não pavimentadas existentes no Brasil ainda são limitadas, por serem adaptações de obras de outros países, com características diferentes das encontradas no Brasil, principalmente referente ao solo clima e topografia (SILVA 2009).

Este trabalho tem o objetivo de analisar a seção transversal e as principais patologias encontradas e verificar se o sistema de drenagem está sendo eficiente na estrada vicinal que liga o povoado de Rosalândia à cidade de São Luís de Montes Belos, com o intuito de sugerir algumas melhorias possíveis.

2 MATERIAL E MÉTODO

Para a realização deste trabalho através de um estudo de caso foi selecionado a estrada vicinal que liga o povoado de Rosalândia à cidade de São Luís de Montes Belos GO, nela foi escolhido um total de 10 pontos ao longo da estrada para coleta dos dados e imagens do local. Para levantamento e coletas dos dados foram realizado uma visita no local no dia 19/04/2019 analisando as patologias e coletando os dados das patologias a serem analisadas.

A estrada em estudo tem uma extensão de 10 km e fica no município de São Luís Montes de Montes Belos GO. como mostra a Figura 1 a seguir.



Figura 1. Estrada vicinal no município de São Luís de Montes Belos GO.

Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2019).

Com a visita realizada no local através da verificação visual e instrumental foi possível analisar as patologias existentes e coletar os dados sobre:

- Seção transversal, largura e inclinação;
- Verificação e análise das patologias existentes;
- Identificação da existência do sistema de drenagem;
- Análise se a manutenção está sendo feito da maneira correta;

A estrada foi percorrida dentro de um automóvel e foram selecionados os pontos mais críticos existentes para análise de estudo. Após identificação dos pontos a serem estudados o

trecho foi percorrido a pé para uma análise visual melhor, e com a utilização dos materiais empregados como trena, uma barra de metal com nivelador, uma mangueira de nível e uma câmera fotográfica para registro das imagens.

2.1 Seção transversal

Para medir a largura da seção transversal foi utilizado uma trena, com o auxílio da barra de metal com nivelador foi possível identificar para qual direção está a inclinação e foi constatado que na maioria dos pontos em estudo está com a inclinação voltada para o centro da pista. Com a utilização da mangueira de nível foi possível verificar a diferença de altura entre o meio e a lateral da seção. Como mostra a Figura 2 abaixo:



Figura 2. Medindo a inclinação da seção transversal.

2.2 Drenagem

O sistema de drenagem foi analisado visualmente de perto, após serem identificado as valetas o percurso era percorrido a pé e verificado a drenagem, com o auxílio de uma régua de metal e uma trena foi possível verificar o grau de severidade, e as patologias existentes, nos pontos em estudo praticamente não existia o sistema de drenagem, em alguns pontos existem somente as valetas e mesmo assim não era capaz de escoar a água, pois estavam com entulhos ou com mato alto. A Figura 3 mostra a uma valeta inadequada.



Figura 3. Valeta na estrada vicinal

2.3 Corrugações

As corrugações foram identificadas ainda com o carro em movimento, e em seguida o percurso foi percorrido a pé para melhor visualização e análise de suas dimensões, com o uso de uma régua de metal e uma trena foi possível verificar a altura média das corrugações. Na Figura 4 mostra as corrugações na estrada.



Figura 4. corrugações na estrada vicinal

2.4 Segregação de agregados

Após serem identificados os locais com segregações de agregados no trajeto, através da forma visual em uma caminhada no percurso foi possível identificar o acúmulo de agregados soltos na pista e com o auxílio de uma trena foi possível medir a altura das bermas e também foi utilizado uma máquina fotográfica para registro das imagens. A figura 5 mostra a segregação de agregados.



Figura 5. segregação de agregados.

2.5 Buracos

Os buracos eram identificados na estrada percorrendo trajeto dentro de um veículo, após essa identificação a área era percorrida a pé para análise visualmente mais preciso, e medido sua altura e diâmetro com o auxílio de uma barra de metal, uma régua e uma câmera fotográfica para registro das imagens, como mostra a figura 6 abaixo.

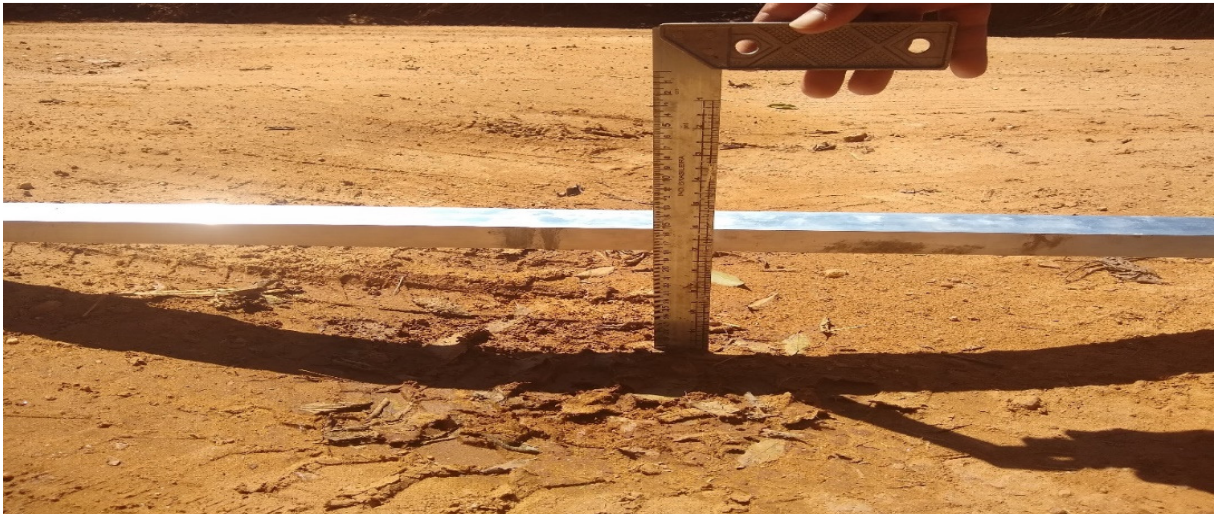


Figura 6. Medindo o buraco na estrada vicinal

2.6 Trilhas de rodas

Após a identificação do trecho com trilhas de roda era realizado uma caminhada no percurso, para detectar o nível de severidade, foi utilizado uma trena e uma régua de metal para medir a altura da trilha, para registrar as imagens foi utilizado uma câmera fotográfica. A Figura 7 mostra a trilha de roda.



Figura 7. Trilha de rodas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos com os estudos realizados, é possível adotar algumas medidas para melhorar a qualidade da viagem de quem usufrui da estrada.

A estrada vicinal tem tido fundamental importância como meio de ligação entre a zona rural, os chacareiros e a cidade de São Luís de Montes Belos, a mesma sendo utilizada para ter acesso a escolas, lazer, hospitais e demais serviços dos órgãos públicos.

Com esse estudo foi possível identificar as principais patologias existentes, um sistema de drenagem ineficaz e na maioria dos trechos inexistente, e uma seção transversal que em sua maioria está com a inclinação voltada para o meio da pista.

Através do estudo de caso deste trabalho serão apresentados os resultados obtidos em alguns trechos que foram avaliados as patologias existentes na estrada não pavimentada no município de São Luís de Montes Belos GO.

Baseado no método de Eaton et. Al. (1987), a qualidade da estrada pode ser classificada com a extensão do defeito e o nível de severidade como mostra a tabela 1.

Tabela 1. Método de Eaton et al. (1987).

SEVERIDADE	SEÇÃO TRANSVERSAAL			
Alta	grandes depressões nas trilhas das rodas na superfície da estrada.			
Media	superfície em forma de “bacia”;			
Baixa	superfície completamente plana (sem declividade transversal			
SEVERIDADE	CORRUGAÇÕES			
Alta	profundidades maiores que 7,5 cm			
Media	profundidades entre 2,5 e 7,5 cm			
Baixa	profundidades menores que 2,5 cm			
SEVERIDADE	TRILHA DE RODAS			
Alta	profundidades maiores que 10,0 cm			
Media	profundidade entre 5,0 e 10,0 cm			
Baixa	profundidades menores que 5,0			
SEVERIDADE	SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS			
Alta	bermas maiores que 10,0 cm de altura			
Media	bermas entre 5,0 e 10,0 cm de altura			
Baixa	bermas menores que 5,0 cm de altura			
	BURACOS			
Diâmetro médio (m)	Profundidade (cm)			
	< 5,0	5,0 – 15,0	15,0 – 25,0	>25,0
	Níveis de severidade			
< 1,50	Baixo	médio	médio	alto
1,50 – 2,50	Baixo	médio	alto	alto
2,50 – 3,50	Baixo	médio	alto	alto
> 3,50	Baixo	médio	alto	alto

Fonte: adaptado de Eaton et al. (1987).

3.1 Seção transversal

Com a realização dos estudos nos pontos específicos foi possível observar que em sua maioria a seção transversal da estrada está com a inclinação voltada para o meio da pista conforme demonstra a Tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Inclinação da seção transversal da estrada, no mês de abril de 2019.

Pontos	L da estrada(m)	Diferença de nível(m)	Lado da inclinação
1	9,00	0,10	para o centro
2	9,30	0,13	para o centro
3	9,10	0,15	para o centro
4	8,50	0,10	para o centro
5	8,30	0,06	para o centro
6	9,00	0,08	para o centro
7	9,10	0,09	para o centro
8	8,50	0,05	para a borda
9	9,00	0,11	para o centro
10	9,10	0,12	para a borda

3.2 Sistema de drenagem

Em sua maioria não existe um sistema de drenagem e em alguns pontos que existe pode ser verificado valetas com mato alto ou entupidas e ainda algumas com erosões fazendo com que o escoamento das águas pluviais não seja feito da maneira correta.

Um bom sistema de drenagem é de fundamental importância para a conservação e evitar patologias no decorrer da vida da estrada. A Tabela 3 abaixo mostra o nível de severidade.

Tabela 3. Nível de severidade conforme a avaliação feita no de sistema de drenagem, no mês de abril de 2019.

pontos	L da estrada(m)	Tamanho da valeta(cm)	Nível de severidade
1	9,00	40	Alto
2	9,30	-	
3	9,10	-	
4	8,50	30	Médio
5	8,30	-	
6	9,00	-	
7	9,10	-	
8	8,50	40	Médio
9	9,00	-	
10	9,10	20	Alto

3.3 Corrugações

Nos trechos analisados, foi possível encontrar a patologia de corrugações em 3 trechos com um comprimento médio de 30 metros. As corrugações foram encontradas na estrada em estudo em locais de aceleração e desaceleração na pista. Conforme mostra a Tabela 4 abaixo.

Tabela 4. Nível de severidade e a altura média das corrugações na estrada no mês de abril de 2019

pontos	Altura das corrugações (cm)	Nível de severidade
5	8	Alto
8	4	Médio
10	7	Médio

3.4 Segregação de agregados

Foram identificados em 4 pontos da estrada a segregação de agregados, esta patologia foi provocada pela passagem dos veículos que fez com que os agregados de fração grossa se desprendessem da pista causando a perda de agregados na pista. Como mostra a Tabela 5.

Tabela 5. Nível de severidade segundo a altura da segregação dos agregados no mês de abril de 2019.

pontos	Altura (cm)	Nível de severidade
5	7	Médio
6	10	Médio
7	5	Médio
8	7	Médio

3.5 Buracos

No trecho estudado os buracos surgiram devido à ausência de um sistema de drenagem e a seção transversal estar voltada para o centro da pista, a água empocha na pista provocando a expulsão das partículas sólidas do leito. O levantamento foi feito em 5 pontos da estrada. A Tabela 6 mostra as dimensões dos buracos.

Tabela 6. Demonstra o nível de severidade de acordo com as dimensões do buraco, no mês de abril de 2019.

pontos	Profundidade(cm)	Diâmetro médio (cm)	Nível da severidade
4	10	90	Médio
5	8	50	Médio
6	12	80	Médio
9	10	110	Médio
10	7	40	Médio

3.6 Trilhas de rodas

Essas patologias surgiram devido ao período chuvoso e a presença do solo fino mal compactado com o trânsito de veículo se concentrarem em somente uma faixa da estrada. Foi possível verificara trilha de rodas em 2 pontos da estrada, como mostra a Tabela 7 abaixo.

Tabela 7. nível de severidade das trilhas de roda de acordo com sua altura no mês de abril de 2019.

pontos	Altura (cm)	Nível de severidade
5	10	Médio
8	6	Médio

3.7 Patologias na seção transversal

As patologias que surgiram na rodovia em sua grande maioria foram em função da inclinação da seção estar voltada para o meio da pista, provocando o acúmulo da água na pista e contribuindo para o surgimento de buracos além de causar desconforto para seus usuários. Deve ser feito uma manutenção para retirada de agregados nas laterais da estrada para evitar o acúmulo de detritos e agregados, para manter a inclinação do centro para as extremidades da pista, assim favorecendo o escoamento da água para as laterais. A Figura 8 abaixo demonstra uma seção transversal inadequada



Figura 8. Seção transversal inadequada.

4 CONCLUSÃO

Com base nos estudos feitos foi possível constatar através dos dados levantados que existe uma quantidade de patologias elevadas e um sistema de drenagem ineficaz ou não existe, que contribui e muito para o surgimento das patologias encontradas, associando com a inclinação da seção transversal que na maioria dos pontos estão inclinados para o meio da pista fazendo com que as águas pluviais venham acumular na pista provocando o surgimento de novas patologias.

Diante dos dados coletados e análise das patologias existentes é necessário que haja uma manutenção para corrigir as patologias encontradas nos pontos estudados. A seção transversal deve ser alterada colocando sua inclinação correta para as laterais fazendo com que as águas pluviais possam escoar pra fora da pista, o sistema de drenagem deve ser implantado e fazer a manutenção das valetas existentes, deve ser feita também correção para tampar os buracos juntamente com a compactação adequada para corrigir as trilhas de rodas, segregação, e corrugações.

Em sua grande maioria as patologias apresentadas estão diretamente relacionadas a falta de manutenção e conservação das estradas que devem ser realizadas regularmente para evitar que as patologias se evoluam para panelas ou erosões de ravina.

Essas manutenções devem ser executadas por profissionais qualificados e com o uso de maquinários adequados, com a supervisão de profissionais devidamente habilitado para acompanhar a execução

Diante dos fatos apresentados recomenda-se que seja feito um plano anual para manutenção de rotina para assegurar as características da via e mantendo-a por mais tempo em boas condições, e uma manutenção preventiva para que não agrave os danos que possam surgir e evitar o aparecimento de novas patologias.

REFERENCIAL

ANJOS FILHO, O. **Estradas de terra**. Jornal O Estado de São Paulo. São Paulo, 29 de abril de 1998. Suplemento agrícola.

AGÊNCIA GOIÂNIA DE TRANSPORTES E OBRAS.

Disponível em: <http://www.agetop.go.gov.br/MANUTENCAO-DE-RODOVIAS-PAVIMENTADAS-E-NAO-PAVIMENTADAS/153>

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de conservação rodoviária**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES

disponível em: <http://www.cnt.org.br/>

EATON, R. A.; GERARD, S.; D.W. CATE. Rating Unsurfaced Roads – A field manual for measuring maintenance problems. Special Report 87-15 U.S. Army Corps of Engineers. Cold Regions Research & Engineering Laboratory, 1988. Disponível em: <<http://enzymeroads.com/uploaded/URCI.PDF>>

Google Earth

Figura 1 Disponível em: <http://www.google.earth.com> Acessado em abril de 2019.

GRIEBELER, N. P.; PRUSKI, F. F.; SILVA, J. M. A. **Controle da erosão em estradas não pavimentadas**. p. 166-215. In: PRUSKY, F. F. Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. 2ª. Edição. Editora UFV. 2009. 279p

OLIVEIRA, M. J. G. **Hierarquização para orientar a manutenção de rodovias não pavimentadas**. São Carlos, SP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2005. 112p

ROSA, Raquel H. D. **Simulação de um Sistema de Microdrenagem de Estradas não Pavimentadas do Ecocentro Vila Social dos sonhos**. Trabalho Final de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) Juiz de Fora 2014. Juiz de Fora MG.

SILVA. T. O. (2009) **Estudo de Estradas não Pavimentadas da Malha Viária do Município de Viçosa- MG**. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Civil) Viçosa 2009. Viçosa MG.

VERIFICAÇÃO DA INCLINAÇÃO TRANSVERSAL: ESTRADA VICINAL ENTRE ROSALÂNDIA E SÃO LUÍS DE MONTES BELOS GO.

ARAÚJO, Rivanildo Modesto¹; CORTEZ, Helena Bernardes²

¹Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA. ² Professora Especialista do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

A criação de estradas são a evolução de caminhos abertos sem nenhum critério técnico que por necessidade de mobilidade evoluiu para estradas sem receber qualquer tipo de revestimento betuminoso ou cimento Portland. As estradas não pavimentadas na zona rural, tem uma elevada importância para o desenvolvimento rural econômico e social, o estudo foi realizado na estrada vicinal que liga o povoado de Rosalândia ao município de São Luís de Montes Belos que influencia no desenvolvimento da região por ser o único meio de ligação entre o povoado os chacareiros e a cidade. O objetivo do estudo é analisar a seção transversal e as patologias existentes ao longo da via e se existe um sistema de drenagem, com o intuito de verificação de trafegabilidade, para que os usuários dessa estrada, possa trafegar com o máximo possível de conforto. Na realização da visita, a estrada foi percorrida e identificados os pontos críticos, e utilizando uma barra de metal com nivelador, trena, mangueira nível e uma máquina fotográfica para registros de imagens, foi possível constatar os principais problemas na rodovia como seção transversal irregular e imprópria, algumas patologias como ondulações, buracos, excesso de pó na pista, trilhas de rodas e uma drenagem ineficiente. Para que esses problemas sejam sanados ou melhorem as condições de tráfego é necessário a realização de manutenções e correções nas patologias encontradas, dessa forma é proposto a correção da seção transversal colocando-a com uma inclinação voltada para as laterais, implantação do sistema de drenagem, realizando manutenção no sistema de drenagem, corrigindo as patologias do leito para que a rodovia fique trafegável por maior tempo possível.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem. Patologias. Manutenção. Abaulamento.