

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS UNI-ANHANGUERA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PATOLOGIAS NA RODOVIA NÃO PAVIMENTADA, TRECHO DA  
GO.531 NA REGIÃO DE ABADIA DE GOIÁS -GO**

**EDUARDO HENRIQUE ALVES GOUVÊIA  
RICARDO HENRIQUE SOARES DE BRITO**

Goiânia  
Novembro/2018

## RESUMO

Atualmente as rodovias não pavimentadas tem uma importância significativa para o âmbito social e econômico da população rural, pois facilita o acesso aos serviços urbanos voltados para saúde, lazer, é íntegra desenvolvimento na produção do agronegócio. Com levantamento visual realizado no trecho não pavimentado da GO – 531 no município de Abadia de Goiás - GO, mostra que essa via contempla patologias inerente a buracos na pista de rolamento, poças de água por falta de abaulamento, e deformação na seção transversal da rodovia não pavimentada, rebaixamento do greide por manutenções equivocadas e como agravante apenas 44% desta malha não pavimentada possui drenagem superficial. Posteriormente foi-se executado ensaios técnicos com o objetivo de analisar as características geotécnicas do solo, sua classificação foi realizada e caracterizada no grupo A-2-4 como solo argiloso de baixa resistência aos esforços solicitantes Necessitando de manutenções técnicas corretivas e/ou periódicas adequadas para estar fortalecendo o solo deste trecho, pois, por suas características, o solo necessita de correção no revestimento primário do subleito. Assim proporcionara conforto e maior acessibilidade aos trafegante deste trecho não pavimentado. Pôde-se então apresentar a atual situação da rodovia e como desfecho entender que através de uma boa drenagem se tem uma boa via não pavimentada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rodovia não pavimentada. Características do solo. Patologias

## 1. INTRODUÇÃO

A engenharia rodoviária é uma das mais antigas artes conhecidas pela humanidade. O desenvolvimento da indústria e o aperfeiçoamento dos veículos de transporte induziram alterações e melhorias na construção das rodovias não pavimentadas e nos seus métodos executivos pelo país. (ALVES,2009).

As rodovias não pavimentadas têm grande importância no âmbito social e econômico da nação brasileira, pois facilitam o acesso da população rural aos serviços urbanos, proporcionam o desenvolvimento da produção agrícola, são responsáveis por grande parte do escoamento da produção de insumos utilizados pela indústria, pelo comércio (Ferreira,2004).

Atualmente a malha rodoviária brasileira é responsável por mais de 70% do transporte de carga no país, dado relatado pela confederação nacional do transporte, atualmente responsável por fiscalizar e gerir dados estatísticos das vias. No entanto as rodovias não pavimentadas representam aproximadamente 80% desse fluxo de carga escoado pelo território brasileiro (CNT,2018).

Por constituírem a maior parte do total da malha rodoviária do Brasil, as rodovias não pavimentadas, ou as chamadas estradas vicinais de terra, têm grande importância socioeconômica em países em desenvolvimento, e devido a isso características como conforto e segurança devem ser asseguradas aos usuários, independente de agravantes patológicos provenientes de regiões por exemplo, pois caso não sejam utilizadas técnicas de conservação para garantir a manutenção dessas vias, até mesmo as interdições totais podem ocorrer, como nos mostra Nunes (2003).

Definições de rodovias vicinais e estradas de terra, as rodovias vicinais são aquelas que tem sua função voltada principalmente para abastecer vias de nível superior, podendo também funcionar como vias de acesso a comunidades carentes. Podem ser chamadas também de estradas rurais, agrovias ou estradas municipais. A maioria das rodovias vicinais são de município, de uma só pista e com padrão técnico de moderado a baixo, dado baixo tráfego de utilização. Então não há necessariamente a necessidade dessas rodovias serem pavimentadas, segundo Nunes (2003).

Sendo assim, conforme enunciado anteriormente, no Brasil a maior parte dessas rodovias vicinais não são pavimentadas, sendo denominadas estradas de terra. Estas estradas não possuem nenhum tipo de revestimento ou tratamento superficial, sendo constituídas basicamente do solo local, que por vezes se mistura com agregados granulares provenientes de manutenções preventivas ou corretivas, periódicas ou não (NUNES, 2003, pág. 21).

Características de rodovias não pavimentadas, conforme a capacidade de suporte depende dos materiais utilizados para a composição e compactação do solo, e é a característica técnica que garante ou não a não-deformidade perante a solicitação estrutural que o tráfego existente irá exigir. Já condições de rolamento e aderência é uma característica que está relacionada com a prevenção de esburacamentos, materiais soltos e pistas escorregadias, itens que por sua vez também dependem dos tipos de materiais empregados na composição e compactação do solo. É o que afirma Alves (2009).

Conforme o Manual Técnico para Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra – Instituto de Pesquisa Tecnológica - IPT (1988, p. 19), duas são as características técnicas fundamentais que uma estrada de terra tem que apresentar para garantir condições de tráfego satisfatórias: boa capacidade de suporte e boas condições de rolamento e aderência.

Alves (2009) ainda nos diz que a construção de sistemas de drenagem adequados (conforme normas vigentes) em rodovias não pavimentadas é quase sempre negligenciado e muitas vezes nem construído, e essa é outra característica considerada essencial para garantir boas condições de tráfego em vias desse tipo.

A manutenção em rodovias vicinais de terra é definida por Nunes (2003), de forma ampla, como todas as atividades executadas rotineiramente, especialmente ou emergencialmente, com o intuito de solucionar problemas, reduzir efeitos colaterais, aumentar vida útil das estradas e veículos e garantir segurança, economia e conforto para os usuários de estradas de terra que dão acesso principalmente a meios rurais.

Nunes (2003) ainda define que serviços de manutenção rotineira em estradas de terra são aqueles realizados de forma contínua e sistemática, seguindo padrões, e esses padrões dependerão da via, da região onde se encontra e conseqüentemente de sua importância. Serviços especiais têm a intenção simplesmente de acrescentar melhorias ao “projeto” original da via, através de pequenas obras que nem mesmo impeçam o tráfego. Já serviços emergenciais é o conjunto de atividades voltadas a dar condições de utilização novas para trechos que tiveram sua utilização totalmente interrompida

O Manual Técnico para Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra – IPT (1988) nos diz que, durante a manutenção, em busca de se obter boa capacidade de suporte a preocupação principal deve girar em torno dos materiais granulares e da compactação. E se tratando da busca de boas condições de rolamento e aderência, deve se preocupar com material granular, material argiloso, mistura e compactação.

Resumidamente, as manutenções buscam garantir as características essenciais e fundamentais das rodovias não pavimentadas: boas condições de rolamento, aderência, capacidade de suporte e sistema de drenagem adequado.

O propósito deste estudo de caso é identificar as patologias e resistência do solo em uma rodovia não pavimentada no trecho de Abadia de Goiás-GO, afim de entender a real situação desta malha viária. Detectar as principais causas inerente a existência das patologias relatada e constatar pela documentação visual, por ensaios de caracterização do solo, e por estudos técnicos com objetivo de fazer um levantamento das anomalias existentes e propor metodologias de solução dos problemas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Material

O objeto do estudo de caso em questão é o trecho da rodovia não pavimentada localizada na GO – 531 no município de Abadia de Goiás.

A rodovia encontra-se entre a GO -040 com Destino a Aragoiania (GO) e a GO – 469 com destino a Abadia de Goiás-GO com sua extensão total de 4,2 km, suas respectivas coordenadas iniciais UTM -16.850633, -49.409500 e suas respectivas coordenadas finais UTM -16.837302, -49.437053.



Figura 1. Extensão da rodovia não pavimentada.  
Fonte: Google Maps

### 2.2 Métodos

O presente estudo teve como propósito, identificar as particularidades da via por meio de análise fotográfica do local, executar ensaios tecnológicos, classificar as características geotécnicas do solo para entender e compreender a real situação do trecho da rodovia não pavimentada e as patologias inerentes a este detalhamento técnico.

#### 2.2.1 Controle Tecnológico

Em 21 de outubro de 2018, no turno matutino, foi realizado um levantamento de campo com análise visual das patologias existentes no trecho e conseqüentemente foi feito um registro fotográfico utilizando um smartfone modelo “J5”. O aplicativo escolhido para a

catalogação do documento foi o Notecan, podendo ser usufruído a partir do download no play store, é gratuito, e concede as coordenadas de latitude e longitude, fornece o tempo especificando data e hora.

Para que os parâmetros necessários da execução dos ensaios pudessem ser feitos de modo satisfatório os acadêmicos visitaram o trecho citado anteriormente, para coletar o material residual existente no sub - leito da rodovia não pavimentada. O Processo da coleta do solo foi regida pela NBR 9604/1986 – Que consiste “Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo com retirada de amostras deformadas e indeformadas.” Neste local foram coletados 50 kg de amostra deformada de solo, este resíduo foi retirado mediante execução da trincheira, com utilização das aparelhagens padrão especificada em norma.

Com a iniciação dos ensaios, o primeiro passo para caracterização do solo, foi necessário obter a umidade Higroscópica, com base em Kormann, 1997 – Quando uma certa quantidade de solo é coletada e deixada secar ao ar, obviamente o seu teor de umidade tenderá a se reduzir. Entretanto, essa redução normalmente se dá até um certo limite, ou seja, mesmo que se deixe a mostra secar por um longo período, sempre permanecerá umidade residual.

Em subsequência buscou-se definir os limites Atterberg preconizado na NBR 6459/1984 Solo – Determinação do limite de liquidez e NBR 7180/1984 Solo – Determinação o limite de plasticidade. Para o ensaio de Limite de Liquidez a norma nos orienta a executar o processo em temperatura ambiente afim de minimizar a perda de umidade por evaporação, neste catálogo orienta a utilização de aparelhos específicos, exemplo o “Casa Grande”. É obtido através desta operação o teor de umidade, em estado líquido e plástico do solo, sendo assim foi coletado 5 amostras, entre os intervalos de 15 a 35 golpes.

Através do ensaio de Limite de Plasticidade encontrará o teor de umidade do solo. O limite de plasticidade na definição de Atterberg, o (LP) é a fronteira entre o estado semissólido e o estado plástico. Na execução do processo a norma orienta a utilizar água destilada e homogeneizar a amostra entre 15 a 30 minutos, utilizando maior tempo para solos argilosos. Posteriormente toma 10g da amostra para preparar uma pequena bola que deve ser rodada sobre a placa de vidro, aparelhos estes especificados em norma até atingir um diâmetro de 3mm.

Em conformidade com a NBR 7217/1987 - Agregados - Determinação da composição granulométrica Foi executado a caracterização da composição granulométrica do solo, após a secagem da amostra galgou-se pelo peneiramento manual para determinar a

composição granulométrica da amostra, obtendo os agregados miúdo e graúdos retido em cada peneira.

Após este processo partiu-se para o ensaio de compactação, ensaio regido pela NBR 7182/1986 - Solo – Ensaio de Compactação. Neste ensaio utilizou cilindro pequeno e a energia normal para adensar o material através da compactação, ou seja, 26 golpes do soquete pequeno caindo em queda livre de uma altura padrão prescrito na norma, com objetivo de determinar a relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente.

### **2.2.2 Estudo de caso da GO.531.**

No comparecimento ao trecho começou-se a execução do relato fotográfico, no qual foi coletado os dados visuais, determinou-se o intervalo onde se constatava a drenagem superficial lateral executada, o intervalo onde não se constatava a drenagem superficial lateral executada, onde tinha o rebaixamento do greide, e todas as patologias no decorrer deste 4,2 km de rodovia não pavimentada. Estes dados foram correlacionados com uma planilha para percepção e conclusão da análise visual.

Para continuidade das primícias do trabalho foi definido na data 14 de outubro de 2018, a realização da coleta de dados através da aquisição de amostras de solo no trecho da GO 531 no município de Abadia de Goiás -GO com extensão de 4,2 km, em conformidade procedeu-se a coleta.

Após a primeira vistoria técnica sobre a análise visual da rodovia, foi iniciado a coleta da amostra de solo, procedendo com a atividade de acordo com o regimento da NBR 9604/1986. Fez-se uma trincheira e descartou os primeiros 50cm como especificado pela orientadora em ponto específico do trecho como podemos ver na Figura 02.



Figura 2. Coleta do solo *in loco*.

Próximo passo realizado foi a preparação da amostra, na qual foi recolhida em campo aproximadamente 50kg, para definir sua umidade natural, o material foi armazenado para secar ao ar livre no tempo de 72 horas conforme Figura 3.



Figura 3. Amostra Seca ao Ar.

Para o preparo do restante da amostra se deu por destorroamento e peneiramento conforme Figuras 4 e 5.

Figura 4. Almofariz Com Mão de Gal e Destorroamento da Amostra.



Figura 5. Peneiramento da Amostra.



Após a secagem do material por 72 horas ao ar, destorroamento e peneiramento, em seguida foi coletado aproximadamente 600g de amostra destorroada, que passa na peneira de

número 40, utilizaram 3 capsulas de alumínio para armazenagem do solo úmido, foi pesado na balança, depois deixado para secagem na estufa com aproximadamente 105° c por 24horas de acordo com o regimento NBR 6457 para se obter a umidade higroscópica.

#### Figura 6. Ensaio Higroscópico.

Em continuidade com o trabalho realizado, na Instituição de ensino Centro Universitário de Goiás foi realizado o ensaio técnico de Limite de Plasticidade (LP) para a determinação do menor teor de umidade que o solo se comporta plasticamente, para preparação desse ensaios utilizaram placa esmerilhada de vidro, espátula e concha de plástico como mostra Figura 7, prepararam amostra destorroada passante na peneira número 40, pegou-se 100g da amostra que foi homogeneizada com 20ml de agua destilada conforme Figura 8, foi moldada 5 amostras, que foi rotulada em uma placa esmerilhada de vidro conforme Figura 09, foi rotulada até chegar ao diâmetro de 3mm como demonstra a Figura 10. Foram executados 5 vezes o processo para determinação da umidade conforme a NBR 6457.

Figura 7. Equipamentos Para Execução.

Figura 8. Homogeneização Da Amostra.

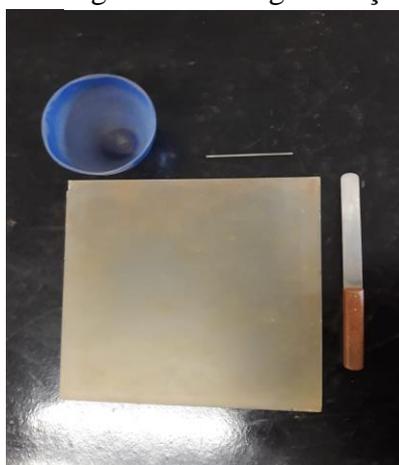




Figura 9. Ensaio Limite de Plasticidade.



Figura 10. Ensaio Limite de Plasticidade.

Para o ensaio de limite liquidez (LL) foi colhido 100g do material destorroado e passante na peneira 4,2mm com mostra Figuras 4 e 5, depois colocou a no recipiente de plástico, acrescentou 15ml de água destilada, homogeneizou a amostra em um tempo de 15 minutos até ela obter a consistência pastosa, configurou o aparelho de casa grande para que o ponto de contato da base com a concha obtenha 10mm, pegou-se uma quantidade da amostra usando espátula e espalhando amostra na concha do aparelho Casagrande, após aplicação da amostra foi executado uma canelura de 1 cm na parte central como mostra na Figura 13. Para ensaio foi utilizado o cinzel curvo, pois se trata de um solo argiloso. Aplicação dos números de golpes foi repetido 5 vezes em um intervalo de 15 a 25, 20 a 30 e 25 a 35golpes, as amostras foram pesadas e depois depositadas na estufa para secagem, a uma temperatura de 105°C.

Figura 11. Equipamentos Para Execução do Limite de Liquidez.



Figura 12. Homogeneização da Amostra.



Figura 13. Ensaio de Limite de Liquidez.



Figura 14. Ensaio de Limite de Liquidez.



Em continuidade, o quarto ensaio se procedeu pela caracterização granulometria por peneiramento. Utilizou-se peneiras denominada de série normal, como especificado em norma que vai da peneira 16 até peneira 200 como mostra Figura 15. Foi utilizado cerca de 400g de solo, amostra foi lançado sobre a série de peneiras que logo entrava em movimento por cerca de 1 minuto. Após transcorrido esse tempo o material era separado segundo o diâmetro dos grãos. Depois que todo material foi pesado, caracterizado, e separado, denominamos sua granulometria conforme pode-se visualizar na Figura 16.



Figura 15. Ensaio de granulometria. Figura 16. Amostra retida em cada peneira.



O último procedimento foi a compactação do solo após preparação da amostra peneirada utilizou em uma forma 3,3 kg de amostra conforme mostra Figura 17, em seguida realizou a compactação do solos adicionando de forma crescente 60ml de agua destilada, a energia adotada foi normal com três camada e aplicação 26 golpes utilizando cilindro e soquete pequeno, após compactação recolheu no centro do molde compactada uma amostra para ser pesado e armazenado na estufa, para obter os pontos para gerar a curva com umidade e densidade.

Figura 17. Pesagem da Amostra.

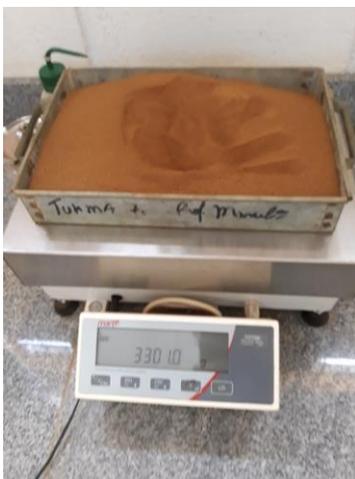


Figura 18. Recipiente da Amostra.





Figura 19. Colocando a Amostra.



Figura 20. Aplicação dos Golpes/energia.

Figura 21. Amostra Compactada.



Figura 22. Amostra Sendo Retirada.



### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Relatório Fotográfico.**

No decorrer da visita técnica para análise visual executada no dia 21 de outubro de 2018 foi constatado e relatado patologias no trecho da rodovia não pavimentada no Município de Abadia de Goiás, com suas respectivas coordenadas de latitude e longitude citada anteriormente.

Iniciou-se a coleta de dados visuais do trecho pela entrada da GO 040 – sentido Aragoiania com coordenada iniciais UTM -16.850633, -49.409500. Em primeira instância já observasse patologias na Figura 24. Decorrente de rebaixamento do greide que se dá pela conservação reprovável de raspagem sistemática do solo, e sem drenagem superficial.

Figura 23. Rebaixamento do Greide.

Em andamento ao relatório na Figura 25 detectasse que existe a drenagem superficial lateral, nota-se também um leve rebaixamento do greide impedindo a condução da água para o dissipador, percebe-se a não existência do abaulamento na rodovia.



Figura 24. Empoçamento de Água.

Em condução a análise fotográfica observasse na Figura 26. O rebaixamento do greide, ondulações na seção transversal da via, e em concordância, a não existência de drenagem superficial.



Figura 25. Ondulações.

Em continuidade presenciasse o rebaixamento do greide, falta de drenagem superficial.



Figura 26. Rebaixamento do Greide.

Nesta Figura 27 contemplese a drenagem superficial, em consonância o rebaixamento do greide.



Figura 27. Drenagem Lateral.

Observasse na Figura 28 a inexistência da drenagem superficial lateral, contemplese ondulações na seção transversal da pista, e sem abalamento.



Figura 28. Ondulações.

Na Figura 29 constatasse ondulações na seção transversal da rodovia, presenciase a falta de suporte que o solo apresenta ocasionando ondulações na seção transversal da pista, e na lateral da via existe um canal de drenagem superficial.



Figura 29. Seção Transversal Danificada.

Contemplam na Figura 30 a pista bem conservada com a execução da drenagem lateral superficial



Figura 30. Trecho Conservado.

No arremate do relatório fotográfico, constatam o rebaixamento do greide, e concatenam a drenagem superficial inexistente nesta figura 31



Figura 31. Rebaixamento do greide.

Em concordância com a visita técnica visual foi-se relatado e constatado patologias inerentes a buracos na pista de rolamento pela má execução da drenagem superficial gerando poças de água e acuminando na passagem de veículos até a ocorrência desta anomalia. Cegou-se ao resultado que apenas 44 % de toda a extensão desta malha não pavimentada contempla-se drenagem superficial, pelo aspecto fino da granulometria do solo pôde-se levantar a opção que este solo seja argiloso, que por sua característica básica não fornece boa capacidade de suporte, o que justifica as patologias constatadas como ondulações na seção transversal da pista. É como agravante deparam-se com aproximadamente 66% de toda a rodovia não

pavimentada existe há ocorrência do rebaixamento do greide. Executaram uma planilha situada na Tabela 01 que será visualizada a seguir para melhor compreensão dos resultados relatados pela análise visual.

ANDAMENTO FISICO									
TRECHO	KM 01		KM 02		KM 03		km 04		
IMAGEM	23	24	25	26	27	28	29	30	31
PATOLOGIAS									
BURACO		X				X	X		X
AGUA NA PISTA		X					X		
ONDULAÇÃO		X	X	X		X	X		X
REBAIXAMENTO GREIDE	X	X	X	X	X				X
DRENAGEM SUPERFICIAL		X			X		X	X	

### 3.2 Limite de Liquidez.

A partir da necessidade, ocorreu-se a execução dos ensaios técnicos para determinação das características básicas do solo em laboratório, tendo finalizado a fase de campo, partiram para a coleta de dados através dos resultados obtidos. Em primeira instancia com a realização do limite de liquidez da amostra de solo coletada na rodovia não pavimentada, trecho da GO. 531 no município de Abadia de Goiás (GO) chegaram aos dados correspondentes citados na tabela 02, com a aquisição das 5 amostras, preencheram-se a tabela demonstrando a relação

Tabela 02. Limite de Liquidez.  
da razão existente entre água e solo em proporção de golpes.

LIMITE DE LIQUIDEZ						
Cápsula nº	01A	02A	03A	04A	05A	
<b>C + S + A (g)</b>	24,80	23,90	22,40	25,30	27,40	
<b>C + Solo (g)</b>	22,20	20,70	18,70	19,80	20,20	5A
<b>Cápsula (g)</b>	5,70	5,80	5,50	5,50	6,60	
<b>Água (g)</b>	2,60	3,20	3,70	5,50	7,20	
<b>Solo (g)</b>	16,50	14,90	13,20	14,30	13,60	
<b>Umidade (%)</b>	15,76	21,48	28,03	38,46	52,94	
<b>GOLPES</b>	37	4,930	4,424	4,721	4,039	5,00
<b>Umidade (%)</b>	15,76	21,48	28,03	38,46	52,94	
<b>GOLPES</b>	37	30	24	21	19	

Como não se pode estipular o limite de plasticidade com a precipitação através das tentativas, neste caso então coloca se os 5 pontos obtidos em um gráfico como podem ver na Figura 32 a diante. Com os eixos das abcissas marca-se uma reta sobre esses pontos, então determina o limite de liquidez regido pelo valor 33,5% como sendo o a umidade referente a 25 golpes.

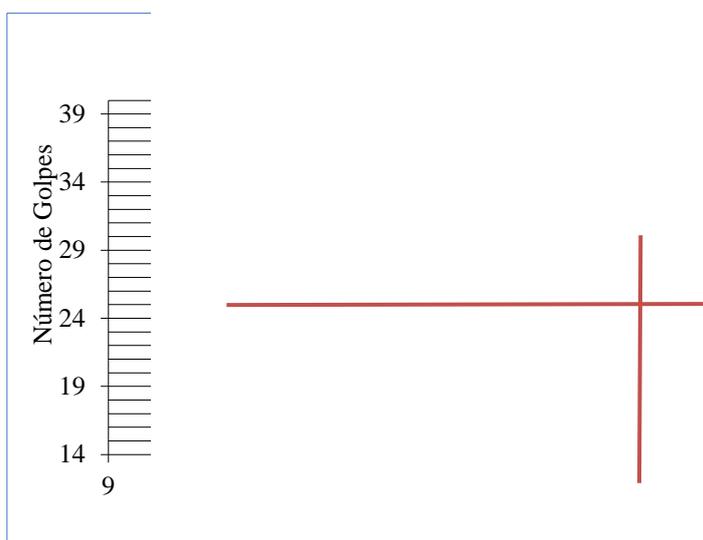


Figura 32. Obtenção do Limite de Liquidez

### 3.3 Limite de Plasticidade.

Em continuação a obtenção de dados correspondes aos limites de Atterberg preconizado na ordenança da NBR 7180/1984 Solo – Determinação o limite de plasticidade. Na qual buscam o limite entre o estado plástico e o estado semi-solido da amostra, ou seja, o menor teor de umidade que o solo se comporta plasticamente. Chegasse então ao resultado do processo de execução do ensaio. Com a amostra Seca, em concordância com a amostra úmida foi utilizado a formula preconizada pela norma, regido por 5 amostras para chegar aos dados especifi

cado na

tabela a Tabela 03. Limite de Plasticidade.

seguir como sendo o Limite de Plasticidade do solo igual à 23,6%.

<b>LIMITE DE PLASTICIDADE</b>					
<b>Cápsula nº</b>	1	2	3	4	5
<b>C + S + A (g)</b>	6,5	7,6	8,3	7,9	8,1

<b>C + Solo (g)</b>	6,4	7,3	7,5	7,4	7,9
<b>Cápsula (g)</b>	5,4	5,6	5,9	5,8	5,7
<b>Água (g)</b>	0,1	0,3	0,8	0,5	0,2
<b>Solo (g)</b>	1	1,7	1,6	1,6	2,2
<b>Umidade (%)</b>	10,00	17,65	50,00	31,25	9,09
<b>Média</b>	23,60				

Correlacionam o valor obtido no ensaio de Limite de Liquidez com a diferença do Limite de Plasticidade e Tabela 04. Índice de Plasticidade. chegam ao índice de plasticidade demonstrado no gráfico a seguir:

Limite de Liquidez (%)	-	Limite de Plasticidade (%)	=	Índice de Plasticidade (%)
33,5		23,6		9,9

### 3.4 Umidade Higroscópica.

Com o resultado das amostras que foram deixadas na estufa para secagem, obtiveram os dados da amostra seca, em concordância com o peso da amostra úmida podes executar a Tabela 05. Aonde chegasse a Umidade Higroscópica.

Tabela 05. Índice de Plasticidade.

<b>Umidade Higroscópica</b>				
Cápsula	Nº	1	2	3
Cápsula+Solo Úmido	g	147,7	148,3	145,6
Cápsula+Solo seco	g	135,30	138,10	136,00
Peso da Cápsula	g	100,00	100,00	100,00
Água	g	12,40	10,20	9,60
Solo seco	g	35,30	38,10	36,00
Umidade	%	35,13	26,77	26,67
Média (hm)	(%)	29,52		

### 3.5 Classificação Granulométrica.

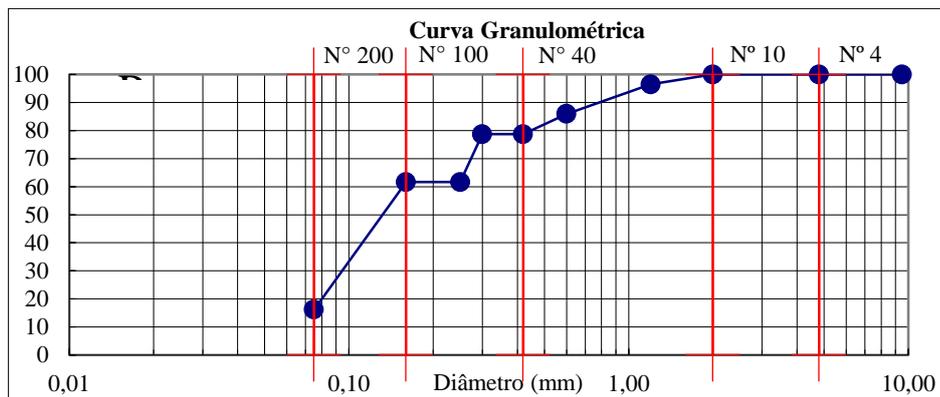
Com a realização da análise granulométrica, que está ligada ao percentual de ocorrência de cada tamanho de grãos constituintes do solo, em continuidade com o processo de peneiramento norteado pela NBR 7181 – Solo – Análise Granulométrica. Percebesse a caracterização do solo com sua graduação fina é uniforme, em segmento utilizam este método de peneiramento para determinar o tamanho das partículas do solo e suas respectivas

Tabela 06. Índice de Plasticidade.  
porcentagens de ocorrência conforme a Tabela 06.

Peneiramento Fino					
Peneiras		Peso do material (g)		% Passando	% Passando no total
Nº	Abertura (mm)	Retido	Passando		
Nº 16	1,20	14,09	381,75	96,4	96,44
Nº 30	0,60	41,62	340,13	85,9	85,93
Nº 40	0,42	28,57	311,56	78,7	78,71
Nº 50	0,30	0,00	311,56	78,7	78,71
Nº 60	0,25	67,60	243,96	61,6	61,63
Nº 100	0,16	0,00	243,96	61,6	61,63
Nº 200	0,075	179,94	64,02	16,2	16,17

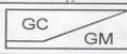
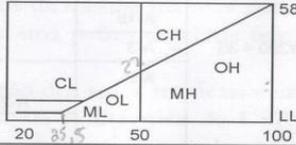
Após o levantamento de dados constituindo a porcentagem retida em cada peneira, podem então executar a curva granulométrica, aonde o eixo y representa a porcentagem de amostra que passa no total, e o eixo x ou eixo das abcissas representa a abertura das peneiras como podem contemplar na curva granulométrica situada na Figura 33.

Figura 33. Curva Granulométrica.



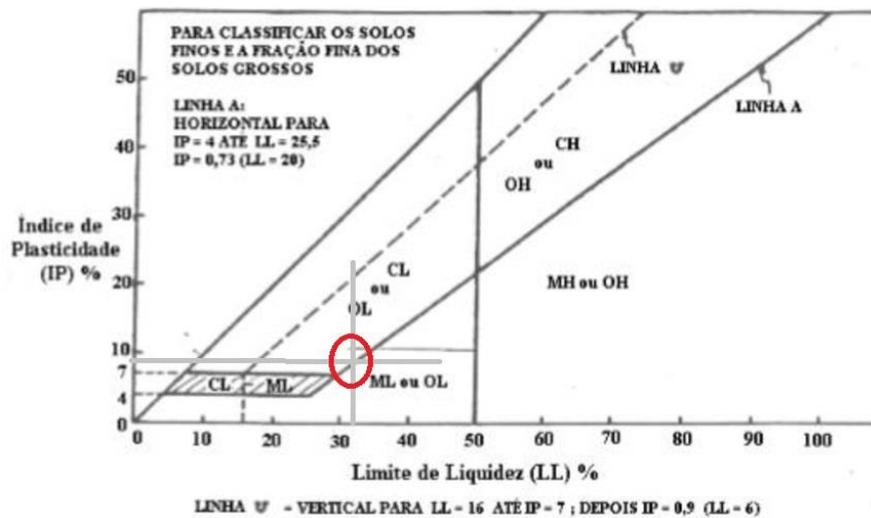
Em continuidade iniciasse a classificação do solo. Utilizando a Figura 34, citada logo a diante para auxílio na classificação do solo, e com os dados obtidos através da porcentagem passante na peneira # 200 podem então chegar ao resultado que o solo se encontra no grupo da razão entre SC / SM respectivamente como Arenoso Argiloso e/ou Arenoso Siltoso.

Figura 34. Classificação dos solos.

% P #200 < 50	G > S : G		% P #200 < 5	GW CNU > 4 e 1 < CC < 3
				GP CNU < 4 ou 1 > CC > 3
			% P #200 > 12	GC GM 
	S > G : S		5 < #200 < 12	GW-GC, GP-GM, etc.
			% P #200 < 5	SW CNU > 6 e 1 < CC < 3
			% P #200 > 12	SP CNU < 6 ou 1 > CC > 3
		5 < #200 < 12	SC SM 	
			SW-SC, SP-SC, etc.	
% P #200 > 50	C	CL	IP 	
		CH		
	M	ML		
		MH		
	O	OL		
		OH		

No seguimento a classificação do solo, utiliza a Figura 35, na qual seus dados de requisito de entrada são o Índice de Plasticidade e o Limite de Liquidez para se encontra o SUCS - sistema unificado de classificação dos solos, da amostra examinada. Chegasse ao resultado destacado abaixo como CL e/ou ML respectivamente – Argila de Baixa Resistencia e/ou Silte Baixa Resistencia.

Figura 35. Carta de Plasticidade.



Em fim mescla os resultados obtidos anteriormente e utiliza o Sistema de Classificação TRB/HRB de solos granulares, em concordância com a execução da formula de índice de grupo, e seguindo o processo descrito na Figura 36, podem chegar ao resultado que o solo se encontra na classificação de grupo A-2-4 Areia Siltoso ou argiloso.

Figura 36. Sistema de classificação TRB.

Sistema de classificação TRB - solos granulares

CLASSIF. GERAL	SOLOS GRANULARES: $\leq 35\%$ passando na # 200						
	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Granulometria							
% que passa $\rightarrow$ N <sup>o</sup> 10	50 máx.	-	-	-	-	-	-
$\rightarrow$ N <sup>o</sup> 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.	-	-	-	-
$\rightarrow$ N <sup>o</sup> 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Limite de liquidez	-	-	-	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidade	6 máx.	6 máx.	NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.
Materiais constituintes	Fragmentos de rocha, pedregulho fino e areia			Pedregulho ou areia siltosa ou argilosa			
Comportamento como subleito de pavimento	Excelente a bom						

Em verificação aos dados obtidos através das classificações citadas anteriormente pôde-se demonstra o resultado com a exemplificação da Figura 37 a seguir correlacionado os métodos “SUCS” e “HRB”.

	SUCS	HRB
<b>SOLO</b>	CL	A-2-4

Figura 37. Determinação do solo

### 3.6 Ensaio de Compactação.

Continuando com os resultados, sendo este o de compactação do solo, através da coleta da amostra seca e amostra úmida resultante do ensaio regido pela NBR 7182 – Solo – Ensaio de Compactação. Foi obtido a variação de 5 amostras como e demonstrado na tabela 07, onde correlaciona o aumento da umidade com a massa específica e/ou densidade seca.

Tabela 07. Resultado Compactação.

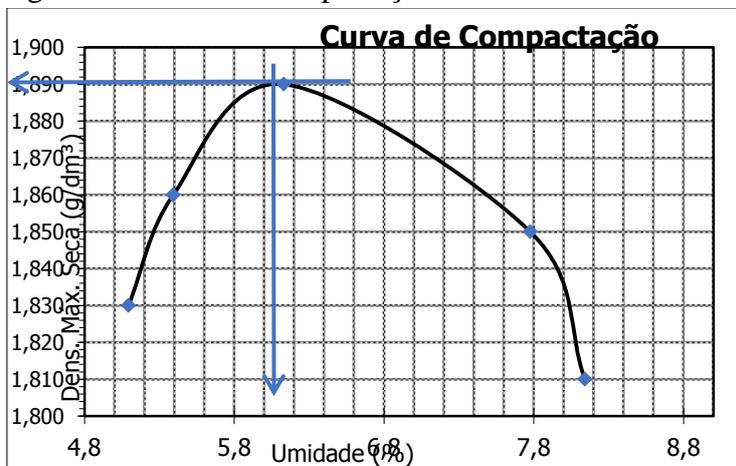
<b>Molde N°</b>	g	01	02	03	04	05
<b>Solo úmido+molde</b>	g	4250	4255	4294	4258	4258
<b>Peso do molde</b>	g	2297,1	2297,1	2297,1	2297,1	2297,1
<b>Solo úmido</b>	g	1953	1958	1997	1961	1961
<b>Volume do molde</b>	cm <sup>3</sup>	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Densidade do solo úmido</b>	g/cm <sup>3</sup>	1,953	1,958	1,997	1,961	1,961
<b>Densidade do solo seco</b>	g/cm <sup>3</sup>	1,830	1,860	1,890	1,850	1,810
<b>Cápsula</b>	n°	1	2	3	4	5
<b>Solo úmido+cápsula</b>	g	108,20	108,75	107,72	109,42	111,69
<b>Solo seco+cápsula</b>	g	103,87	104,12	102,50	102,74	104,50
<b>Peso da cápsula</b>	g	15,95	15,64	15,35	15,55	14,97
<b>Água</b>	g	4,33	4,63	5,22	6,68	7,19
<b>Solo seco</b>	g	87,92	88,48	87,15	87,19	89,53
<b>Umidade calculada</b>	%	4,9	5,2	6,0	7,7	8,0
<b>Umidade corrigida</b>	%	5,1	5,4	6,1	7,8	8,1

Com a obtenção dos 5 pontos da amostra fornecendo a massa específica seca e a umidade gera-se o gráfico representado pela figura 38, para se estabelecer a umidade ótima e a massa específica ótima que respectivamente tem seus valores demonstrando na figura 39.

Densidade Máxima Seca (g/cm <sup>2</sup> ).	Umidade Ótima (%).
1,891	6,1

Figura 39. Densidade Ótima.

Figura 38. Curva de compactação.



### 3.7 Discussão.

Com a realização do relatório fotográfico e com a realização dos ensaios técnicos pode-se mesclar os resultados obtidos com a determinação da classificação do solo como argiloso de baixa resistência aos esforços solicitantes. Pôde-se então entender que a razão da existência da patologia das ondulações e deformações na seção transversal da pista se dá pela característica básica do solo.

Compreendesse também que duas são as características técnicas fundamentais que uma rodovia não pavimentada tem que apresentar de acordo com Alves (2009), para garantir condições básicas de tráfego satisfatória, com uma boa capacidade de suporte, e uma boa condição de rolamento. A princípio, constata evidência de deformações na seção transversal da via, esta estrada contempla deficiência na capacidade de atender as frentes de solicitações de tráfego resultante do fluxo rural existente, intenciona-se então a necessidade de um reforço no revestimento primário do subleito.

As condições de rolamento dizem respeito as irregularidades na pista como patologias inerentes a esburacamentos e matérias soltos na pista, anomalias estas inexistentes neste trecho, o que interfere positivamente sobre a comodidade e a segurança do fluxo de trafego.

O leito da rodovia não pavimentada deve se manter o máximo possível próximo a superfície do terreno é o que nos diz o Manual Técnico para Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra – IPT (1988), no caso do trecho em estudo ocorre o rebaixamento do greide por manutenções equivocadas. Este fato se torna um agravante em tempos de chuva, pois a estrada de terra tende a ser o escoadouro das águas recebidas das áreas adjacentes, por vezes bastante extensas. Considerando o enorme poder destrutivo que estas águas têm sobre as estradas de terra, as obras de drenagem adquirem papel fundamental, como relatado apenas 44% desta malha viária contempla a drenagem superficial executada.

Compreendesse de acordo com Manual Técnico para Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra – IPT (1988), que o objetivo da drenagem superficial seja diminuir a quantidade de água a ser conduzida através da estrada. Estas águas devem ser retiradas da pista através do abaulamento transversal, e conduzidas por canaletas laterais. Essas canaletas levam as águas diretamente para o sistema de drenagem lateral superficial.

Com isso verificasse a necessidade da execução da drenagem superficial lateral em todo o trecho em estudo, com manutenções corretivas e/ou rotineiras nas seções transversais da via, com a execução do abaulamento de 3%, como nos orienta a NBR 6353, e implantação de canaletas por toda extensão em estudo, para interligação com os drenos laterais.

#### **4. CONCLUSÃO**

As rodovias não pavimentadas têm grande importância para o âmbito social e econômico da população rural, pois fornece à acessibilidade da população ao estudo, ao lazer, no centro urbano, proporciona o escoamento da produção agrícola produzida no centro rural. As rodovias não pavimentadas atualmente são responsáveis por aproximadamente 80% de todo o escoamento de cargas produzido no país (CNT,2018).

O estudo de caso levantado pelos acadêmicos teve como objetivo identificar as patologias inerente ao trecho da GO - 531 no município de abadia de Goiás, com a execução do relatório fotográfico encontraram patologias como buraco, agua na pista, em consequência da falta de abaulamento, e ondulações na seção transversal da via, e drenagem superficial inexistente e/ou danificada pelo rebaixamento do greide.

Após essa detecção foram para o laboratório estudar o solo e compreender que a amostra se trata de um solo argiloso, classificado pelo sistema TRB como A-2-4, de baixa resistência aos esforços solicitantes. A partir destes dados pôde-se concluir que há existência da deformação da seção transversal se dá pelas características básicas do solo, detecta-se também que a má execução da drenagem ou exatamente a falta dela agrava mais ainda a situação da via.

Conclui-se que em primeiro passo deve se existir a manutenção corretiva no tratamento primário como e especificado no Manual Técnico para Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra – IPT (1988), voltada para melhoria das condições de rolamento, este revestimento primário trabalha na camada direta do subleito, este envoltório é obtido pela compactação da mistura entre o material argiloso e o material granular, o objetivo da adição do material granular na argila e para regularizar a seção transversal e fornecer capacidade de suporte a superfície final de rolamento. Seu método consiste na escarificação do leito argiloso, lançamento e espalhamento do material granular sobre o leito da pista, em subsequência ocorre a regularização com a homogeneização da via, posteriormente esta camada é umedecida e compactada com abaulamento de 3% como orienta a NBR 6353.

Em continuidade deve se executar a drenagem superficial lateral em todo o trecho citado, sempre acompanhado da sarjeta e/ou canaleta lateral, com revestimento de sementeira como exemplo a Poaceae (capim) para conduzirem as águas até a drenagem natural, sempre acompanhadas de dissipadores de energia e/ou velocidade afim de evitar erosões no decorrer do leito da rodovia não pavimentada, pois atualmente apenas 44% da estrada tem se a execução de drenagem superficial executada.

Conforme o Manual Técnico para Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra – IPT (1988), concluiu-se que um bom sistema de drenagem é essencial para se ter uma boa estrada de terra, sem uma eficiente drenagem por melhores que sejam as condições técnicas da pista, mais cedo ou mais tarde sua deterioração será total.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 9604/1986** – Abertura de Poço e Trincheira.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 7217/1987** – Agregados – Determinação da Composição Granulométrica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 6457/1986** – Amostras de Solo – Preparação para Ensaios de Compactação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 6459/1984** – Solo – Determinação do Limite de Liquidez.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 7180/1984** – Solo – Determinação do Limite de Plasticidade.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 7182/1986** – Solo – Ensaio de Compactação.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE: **CNT** - Boletim Plano de Transporte e Logística 2018.

FERREIRA, Fábio Mutti. **Uma Aplicação Comparativa de Métodos de Avaliação das Condições Superficiais de Estrada Não-Pavimentada**. 2004, 222 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

Michelle Aparecida Nicola Alves. **Características Geotécnicas de Estradas Não-pavimentadas** do Município de Bauru/SP – 2009.

NUNES, T.V.L. **Método de Previsão de Defeitos em Estradas Vicinais de Terra com Base no Uso das Redes Neurais Artificiais: Trecho de Aquiraz – CE**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes).

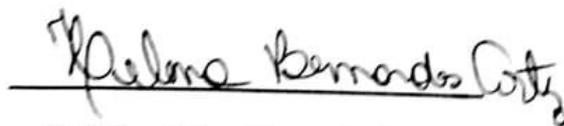
SANTOS, A. R.; PASTORE, E. L.; AUGUSTO JR, F.; CUNHA, M. A. **Estradas Vicinais de Terra: Manual Técnico para Conservação e Recuperação**. 2<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 1988.

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

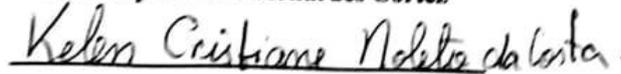
**EDUARDO HENRIQUE ALVES GOUVÊIA  
RICARDO HENRIQUE SOARES DE BRITO**

**PATOLOGIAS NA RODOVIA NÃO PAVIMENTADA, TRECHO DA GO.531 NA  
REGIÃO DE ABADIA DE GOIÁS - 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, defendido e aprovado em 28 de Novembro de 2018 pela banca examinadora constituída por:



**Prof. Esp. Helena Bernardes Cortez**



**Prof. Ms. Kelen Cristiane Noieto da Costa**



**Prof. Ms. Vinicius Fróes**

## Apêndice A

### **PATOLOGIAS NA RODOVIA NÃO PAVIMENTADA, TRECHO DA GO.531 NA REGIÃO DE ABADIA DE GOIÁS (GO)**

**GOUVÊIA, Eduardo Henrique Alves <sup>1</sup>; DE BRITO, Ricardo Henrique Soares <sup>1</sup>;**

**CORTEZ, Helena Bernardes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Estudantes do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

<sup>2</sup>Professora Orientadora Ms. do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA

Atualmente as rodovias não pavimentadas tem uma importância significativa para o âmbito social e econômico da população rural, pois facilita o acesso aos serviços urbanos voltados para saúde, lazer, é integra desenvolvimento na produção do agronegócio. Com levantamento visual realizado no trecho não pavimentado da GO – 531 no município de Abadia de Goiás (GO), mostra que essa via contempla patologias inerente a buracos na pista de rolamento, poças de água por falta de abaulamento, e deformação na seção transversal da rodovia não pavimentada, rebaixamento do greide por manutenções equivocadas e como agravante apenas 44% desta malha não pavimentada possui drenagem superficial. Posteriormente foi-se executado ensaios técnicos com o objetivo de analisar as características geotécnicas do solo, sua classificação foi realizada e caracterizada no grupo A-2-4 como solo argiloso de baixa resistência aos esforços solicitantes Necessitando de manutenções técnicas corretivas e/ou periódicas adequadas para estar fortalecendo o solo deste trecho, pois, por suas características, o solo necessita de correção no revestimento primário do subleito. Assim proporcionara conforto e maior acessibilidade aos trafegantes deste trecho não pavimentado. Pôde-se então apresentar a atual situação da rodovia e como desfecho entender que através de uma boa drenagem se tem uma boa via não pavimentada

**PALAVRAS-CHAVE:** Rodovia não pavimentada. Características do solo. Patologias