

Estudo de Aplicabilidade dos Métodos de Dimensionamento e Avaliação Condicional de Serventia para Rodovias não Pavimentadas da Região da Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul

Lucas Torres de Rosso

Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Brasil, lucasrosso21@gmail.com

Juliana Calage Quevedo

Universidade Federal do Pampa-Instituto Federal Farroupilha, Alegrete, Brasil, jcallage@bol.com.br

Wilber Feliciano Chambi Tapahuasco

Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Brasil, wilberfelicianoct@gmail.com

RESUMO: Este trabalho avaliou a aplicabilidade de diferentes métodos de dimensionamento de estradas de revestimento primários, juntamente com um método de avaliação condicional de serventia da rodovia não pavimentada, visando à aplicação nas rodovias de terra da região da Fronteira Oeste do Estado de Rio Grande do Sul. Para isso, inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica com o intuito de estabelecer a metodologia do trabalho, além disso, foi selecionada uma rodovia de revestimento primário, RS 566, a qual foi tomada como referência para o estudo de caso. Seguidamente, como parte da metodologia, realizaram-se trabalhos de campo e laboratório, para caracterização da rodovia e de seus materiais constituintes. As atividades de campos consistiram na coleta de amostras de solos que compõem a estrutura de cada rodovia e análise das condições funcionais das rodovias. Posteriormente, no laboratório executaram-se, para os solos coletados, ensaios de caracterização geotécnica, juntamente com ensaios específicos demandados pelos métodos de dimensionamento estudados. Em relação às condições de superfície do pavimento, a avaliação foi realizada através da determinação do índice de condição da rodovia não pavimentada. Para o dimensionamento da estrada de terra, aplicaram-se quatro métodos de dimensionamentos diferentes, Webster & Alford, Giroud & Noray e Skorseth e Selim I e II. Finalmente, com este trabalho, determinou-se a condição de serventia do trecho da rodovia estudada, que foi classificada como “POBRE”, condizendo com a realidade da rodovia, podendo assim dizer, que o método de avaliação de serventia através do índice de condição da rodovia não pavimentada, gera resultados satisfatórios. Posteriormente, foram aplicados os métodos de dimensionamento de estradas de revestimento primário, chegando a uma proximidade dos resultados encontrados para os diferentes métodos aplicados, quando dimensionados para as diferentes situações propostas de análise, podendo-se chegar à conclusão de que os métodos de dimensionamentos são confiáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Rodovias Não Pavimentadas, Métodos de Dimensionamento, Avaliação das Rodovias Não Pavimentadas.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o modo de transporte mais utilizado no Brasil, é o rodoviário, pois, pode-se

dizer que abrange quase todos os pontos do território do país, representando parcela importante na atividade econômica brasileira. Porém, sabe-se também, que esta grande

influência que este modo de transporte representa, não é acompanhada pela malha rodoviária brasileira, que é deficitária e não condiz com a representatividade do mesmo. Conforme o relatório do Sistema Nacional de Viação (SNV, 2014) de dezembro de 2014, retirado do site do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), que apresenta dados sobre a situação da malha rodoviária brasileira, da totalidade de rodovias, apenas 21,4% são pavimentadas e planejadas, enquanto 78,6% restantes, não recebem uma última camada de pavimentação e nem a devida manutenção, portanto, o relatório confirma a falta de compatibilidade entre a relevância desse modal de transporte e a realidade vista no Brasil. Assim sendo, faz-se necessário uma atenção especial as rodovias não pavimentadas, também chamadas de estradas vicinais ou comumente conhecidas como estradas de terras ou de chão, pois além de representarem a grande parcela da malha rodoviária, permitem a ligação meio rural/meio urbano, e muitas vezes conectam grandes centros urbanos com os demais pontos do país.

As justificativas deste trabalho dão-se através do objetivo de suprir o déficit de pesquisas, estudos e informações referentes a rodovias de revestimento primário, e o intuito de realizar um trabalho que buscasse o melhoramento deste tipo de pavimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização das Estradas Não Pavimentadas

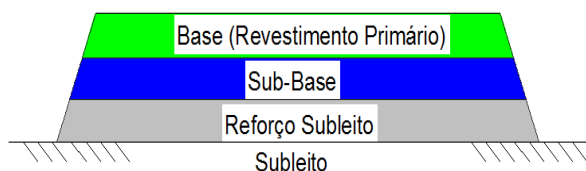


Figura 1. Camadas de um Pavimento com Revestimento Primário.

Segundo Balbo (2007), é considerado pavimento rodoviário, toda a estrutura que apresentar a existência de um revestimento, nem que seja primário. É definido como uma camada

granular, composta por agregados naturais e/ou artificiais, aplicada diretamente sobre o subleito compactado e regularizado, com função de assegurar condições satisfatórias de tráfego, mesmo sob condições climáticas adversas. (DER-PR, 2005, p. 02). A Figura 1 mostra esquematicamente as camadas que podem constituir um pavimento de revestimento primário.

2.2 Exame das Condições da Rodovia e Procedimentos de Avaliação

O exame das condições da rodovia e os procedimentos de avaliação seguiram metodologia apresentada por Baesso e Gonçalves (2003).

O sistema de avaliação consiste em: Identificação da Rede – na qual estabelece que a rodovia deve ser dividida em segmentos como: ramo (parte identificável da rede), seção (que é a divisão de um ramo em segmentos menores, contendo características que se repetem ao longo da sua extensão) e unidade simples (que é o menor componente da rede, contendo 50 m de extensão, podendo variar este comprimento para uma melhor representação da unidade simples). Em seguida determina-se o Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada (ICRNP) – que é o parâmetro que mede quantitativamente a integridade e as condições da rodovia. O Quadro 1 mostra a escala de classificação da rodovia segundo o ICRNP.

Quadro 1. Classificação das Rodovias, segundo o valor do ICRNP.

ICRNP	Índice
100 a 85	Excelente
85 a 70	Muito Boa
70 a 55	Boa
55 a 40	Regular
40 a 25	Pobre
25 a 10	Muito Pobre
10 a 0	Péssima

Para determinação do ICRNP são medidos os defeitos de superfície de uma unidade simples (BAESSO E GONÇALVES, 2003). Defeitos

possíveis de se encontrar nas rodovias não pavimentadas são descritos no Quadro 2.

Seguindo com a metodologia proposta por Baesso e Gonçalves (2003), após o estudo e análise dos tipos de defeitos encontrados na medição detalhada da unidade simples, parte-se para o cálculo do valor do ICRNP. Para isso, inicialmente é determinada a Densidade para cada tipo de defeito, através da Equação 1.

Quadro 2. Relação dos Defeitos Tipos.

Defeito-Tipo	Denominação
Defeito 81	Seção Transversal Imprópria
Defeito 82	Drenagem Inadequada
Defeito 83	Corrugações
Defeito 84	Excesso de Poeira
Defeito 85	Buracos
Defeito 86	Trilha de Roda
Defeito 87	Perda de Agregados

$$\text{Densidade} = \frac{\text{Quant Defeitos} \times K \times 100}{\text{Área da Unidade Simples}} \quad (1)$$

K é um coeficiente para correção de unidades métricas, cujo valor varia de acordo com o tipo de defeito. Determinada a Densidade, busca-se o valor dedutível para cada tipo de defeito, utilizando as curvas de valores dedutíveis, encontradas em Baesso e Gonçalves (2003), páginas 185 à 188. Finalmente para classificação da rodovia utiliza-se o valor do ICRNP, utilizando a curva de valores dedutíveis totais. Após, compara-se do valor obtido com o Quadro 1.

2.2 Métodos de Dimensionamento de Revestimento Primário

2.2.1. Método de Dimensionamento Webster & Alford (1978)

O método admite uma ruptura da rodovia não pavimentada, quando a trilha de roda, de um veículo que possui um eixo-padrão de 80 kN, atinge uma profundidade de 0,075m.

$$h_0 = \frac{0,19 \times \log(N)}{(CBR)^{0,63}} \quad (2)$$

Onde: h_0 – é a altura, em metros, da rodovia; N – é o número de passadas do eixo-padrão de 80 kN, oriundo do estudo de tráfego; CBR – Índice de Suporte Califórnia do solo de fundação (%).

2.2.2. Método de Dimensionamento Giroud & Noray (1981)

Foi utilizada uma equação adaptada de Webster & Alford (1978) para estimar a altura da camada de revestimento primário. Admitem-se outros valores para a carga por eixo e de profundidade da trilha de roda. Leva-se em consideração a resistência não drenada do solo, estimada através da equação:

$$C_u = 30 \times CBR \quad (3)$$

Onde: C_u – é a resistência não drenada do solo (kPA). A altura do pavimento obedece à equação:

$$h_0 = \frac{[1,6193 \times \log(N) + 6,3964 \times \log(p) - (3,7892 \times r) - 11,8887]}{(C_u)^{0,63}} \quad (4)$$

Onde: h_0 – é a altura, em metros, da rodovia não pavimentada; p – carga por eixo simples de rodas duplas (kN), obtido através de estudos do tráfego; r – afundamento admissível na superfície da estrada (m); N – é o número de passadas do veículo; C_u – Resistência não-drenada do solo de fundação (%). Os autores desta equação, não recomendam a utilização da equação 4, para valores de N que superem 10000.

2.2.3. Método de Dimensionamento Skorseth e Selim (2000)

É utilizado em algumas regiões de Dakota do Sul, considerado bastante simples, pois utiliza apenas dois parâmetros para determinar a espessura do revestimento primário, que são o volume de tráfego pesado diário que pode ser estimado ou determinado através de estudos de tráfegos da rodovia e o CBR da camada de subleito.

2.2.4. Método de Dimensionamento Skorseth e Selim (2000) II

Determina a espessura do revestimento primário, baseado em 3 parâmetros. O primeiro parâmetro relaciona-se com o tipo de carga do eixo-padrão (8,2 tf) e os níveis de tráfegos. O segundo é referente as condições climáticas Norte Americana, conforme Skorseth e Selim (2000). O terceiro parâmetro refere-se a qualidade do solo existente no subleito. Segundo Baptista (1980) as qualidades do solo do subleito, estão ligadas com os valores do CBR.

3 METODOLOGIA

3.1 Definição, localização e divisão da rodovia em unidades simples a serem avaliadas

Ao analisar a aplicabilidade de métodos de dimensionamento e avaliação condicional de rodovias não pavimentadas, o primeiro passo é a definição da rodovia a ser analisada. Para esta definição, foi fator determinante a disponibilidade de dados, que fornecessem estudos de tráfego sobre as rodovias da região. Estes estudos foram fornecidos pelo Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER. Optou-se por selecionar a rodovia ERS 566. O trecho analisado possui 5,1 km de extensão, correspondendo ao município de Alegrete/RS, tendo seu ponto inicial, na ponte sobre o arroio do Capivari, cujas coordenadas são S 29°43'17,7" e W 55°51'29", elevação de 86 m em relação ao nível do mar, e seu ponto final, que compreende o início da ERS 566, cujo ponto tem coordenadas S 29°45'35,8" e W 55°50'1,3", elevação de 92 m em relação ao nível do mar.

Após a definição do trecho a ser estudado, dividiu-se o mesmo em seções. Esta divisão em seções foi realizada onde ocorria a troca de materiais constituintes da superfície de rolamento. Originaram-se assim, as Seções 1, 2, 3 e 4. Seguidamente, cada seção é dividida Unidades Simples (US), para assim poderem ser analisadas e avaliadas, posteriormente utilizar os dados obtidos na avaliação condicional de

serventia da rodovia não pavimentada. Unidade Simples 1, pertencente à Seção 1; Unidade Simples 2, pertencente à Seção 2; Unidade Simples 3, pertencente à Seção 3; Unidade Simples 4, pertencente à Seção 4. A Figura 2 mostra o trecho estudado.



Figura 2. ERS 566 – Trecho Estudado

3.2. Coleta de amostras de solo

Coletaram-se amostras deformadas de solos a partir dos perfis estruturais da rodovia. Utilizando-se equipamentos manuais de escavação e sacos plásticos para armazenagem dos solos. A espessura do revestimento encontrado em campo, varia de 8 cm à 10 cm. Além disso, baseados na NBR 7185, foram determinadas as massas específicas *in-situ*, correspondendo à camada de revestimento primário, através da aplicação do ensaio do frasco de areia.

3.3. Ensaio de laboratório

Foram realizados os seguintes Ensaio: Preparação de Amostras, definido pela NBR 6457; Ensaio de Granulometria segundo a NBR 7181; Limite de Liquidez (NBR 6459); Limite de Plasticidade (NBR 7180); Ensaio de Compactação, definido pela NBR 7181; Ensaio de Expansão e Índice de Suporte Califórnia ou CBR, definidos pela NBR 9895. A realização dos mesmos deu-se devido à necessidade de obtenção dos parâmetros técnicos dos solos

para sua caracterização e posteriormente serem utilizados nos métodos de dimensionamentos de revestimento primário.

4 RESULTADOS

4.1 Determinação do Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada Através da Avaliação de Serventia da Rodovia

Neste item serão mostrados os valores finais do ICRNP, determinado para cada Unidade Simples (US) das respectivas seções, cosequentemente, também, para o trecho onde foi realizado o estudo de caso. A tabela 1 resume todos os valores encontrados das densidades de cada defeito-tipo bem como seus valores dedutíveis finais, para cada uma das diferentes Unidades Simples analisadas ao longo do trecho de estudo.

Tabela 1 – Resumo do Cálculo do ICRNP para cada Unidade Simples.

Defeito-Tipo	US 1		US 2		US 3		US 4	
	Dens(%)	VDF	Dens(%)	VDF	Dens(%)	VDF	Dens(%)	VDF
81	52,08	40	17,27	21	6,89	15	7,31	15
82	34,72	39,8	-	-	3,44	5	-	-
83	-	-	50	25	-	-	20	12
84	-	4	-	4	-	2	-	2
85	-	-	6,8	73	5,65	48	3,6	38
86	25	25	-	-	68,86	29	7,8	12
87	8,68	12	6,9	11	32,62	86	100	19
ICRNP	32		25		7		49	

O ICRNP das seções é obtido através da média aritmética dos ICRNP das unidades simples, já calculados anteriormente.

$$ICRNP_{Seções} = \frac{\sum (ICRNP_{unidades\ simples})}{N^o\ unidade\ simples} \quad (11)$$

Para este caso, cada seção possui apenas uma Unidade Simples, por isso, o valor do ICRNP de cada seção é igual ao valor do ICRNP de cada unidade simples correspondente.

- ICRNP Seção 1 = ICRNP unidade simples 1 = 32 → classificada como “Pobre”
- ICRNP Seção 2 = ICRNP unidade simples 2 = 25 → classificada como “Pobre”
- ICRNP Seção 3 = ICRNP unidade simples 3 = 7 → classificada como “Muito Pobre”

- ICRNP Seção 4 = ICRNP unidade simples 4 = 49 → classificada como “Regular”

O ICRNP do trecho é obtido através da média ponderada dos ICRNP das seções, calculados anteriormente.

$$ICRNP_{tch} = \frac{\sum (ICRNP_{seção} \times Extensão\ da\ Seção)}{Extensão\ do\ Trecho} \quad (12)$$

$$ICRNP_{trecho} = \underline{29,76}$$

Pelo valor de ICRNP e pela tabela de classificação o trecho pode ser considerado “Pobre”. Ao analisar todos os resultados obtidos neste item, chega-se a conclusão de que os valores encontrados para os ICRNP condizem com a realidade encontrada no estudo de caso da RS 566.

4.2 Ensaios Geotécnicos no Solo Estudado

4.2.1 Granulometria da Amostra de Solo

A Figura 3 mostra a curva granulométrica da amostra.

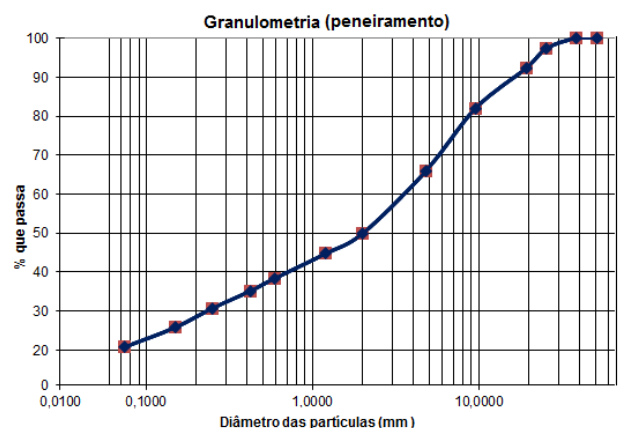


Figura 3. Granulometria da Amostra de Solo

Pela ABNT, ao analisarmos a Figura 3, podemos observar que o solo apresenta uma granulometria predominantemente grossa, pois ao realizar os ensaios de peneiramento, a amostra apresentou 50,01% de pedregulhos, 29,17% de areia e 20,82% de finos. Pelas normas da ABNT, a porcentagem presente dos finos deve ser tomada com base na peneira de abertura 0,06 mm. Como não há uma peneira com esta abertura, a peneira de abertura 0,075 mm é usada como referência.

4.2.2 Índice de Plasticidade do Solo

Na tabela 2 são mostrados os valores do Limite de Líquides, Limite de Plasticidade e Índice de Plasticidade do solo.

Tabela 2 – Índice de Plasticidade do Solo

Limite Líquidez	Limite Plasticidade	Índice Plasticidade
25,92	20,127	5,789

Analisando o Índice de Plasticidade do solo, segundo Caputo (1988), o solo pode ser considerado fracamente plástico, pois apresenta $1 < IP < 7$.

4.2.3 Classificação do Solo

A classificação TRB geotécnica do solo, Tabela 3, indica que a amostra pertence ao grupo A-1-a, composta por fragmentos de pedra, pedregulhos e areia. Segundo o DNIT (2006) o comportamento desse tipo de solo como camada do pavimento é considerado de excelente a bom.

Tabela 3. Classificação TRB Geotécnica do solo

Classificação TRB	
% passa peneira nº 2mm	50,01
% passa peneira nº 0,42mm	29,17
% passa peneira nº 0,074mm	20,82
Limite de Líquidez	25,92
Limite de Plasticidade	20,127
Índice de Plasticidade	5,79
Índice de Grupo	0
Grupo Classificatório	A-1-a

A classificação geotécnica SUCS do solo, Tabela 4, indica que a amostra pertence ao grupo dos solos grossos, composta por pedregulhos finos. Segundo DNIT (2006), os solos GM, apresentam trabalhabilidade como material de construção boa. A permeabilidade quando compactado varia de semipermeável a permeável. Resistência compactada e saturada é boa.

Tabela 4. Classificação SUCS Geotécnica do solo

Classificação SUCS		
% retida peneira nº 4,8 mm	65,86	Solo grosso
% passa peneira nº 0,074 mm	20,82	Pedregulhos com finos
Classificação dos Finos	ML	
	MH	
Símbolo Grupo	GM	
Grupo Classificatório	Pedregulho Silteoso	

4.2.4 Ensaio de Compactação

As Figuras 4 e 5 apresentam os resultados para as curvas de compactação para energia normal e intermediária, respectivamente.

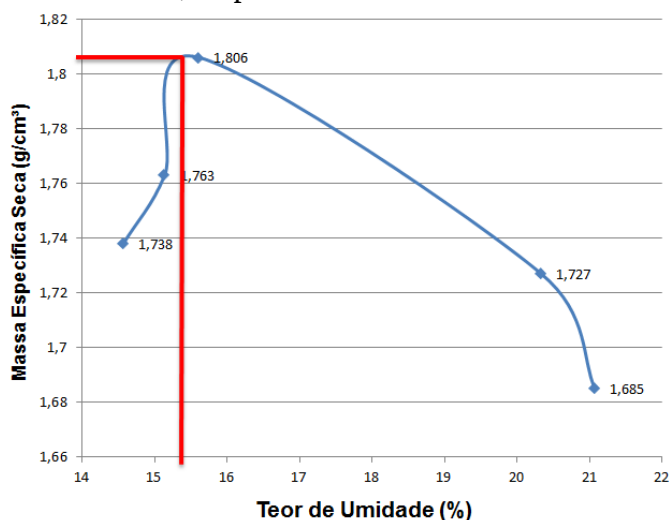


Figura 4. Curva de Compactação Energia Normal

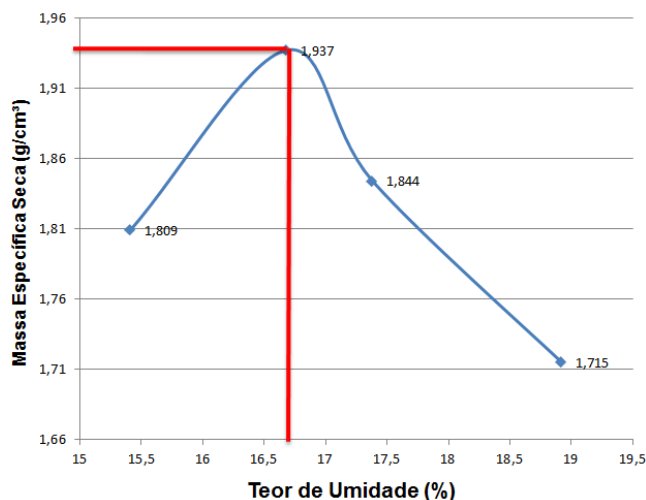


Figura 5. Curva Compactação para energia intermediária

Para a Energia Normal (Figura 4), observa-se uma umidade ótima $w = 15,4\%$ e a massa específica máxima aparente seca $\rho = 1,807 \text{ g/cm}^3$. Já para a Energia Intermediária (Figura 5), o teor de umidade ótimo é de $w = 16,7\%$ máxima massa específica seca é $\rho = 1,934 \text{ g/cm}^3$.

Analisando os parâmetros de compactação das Figuras 4 e 5, o incremento da Energia de Compactação implicou num aumento da massa específica seca máxima do solo estudado, no entanto, curiosamente, observa-se um aumento do teor de umidade ótimo.

4.2.5 - Índice de Suporte de Califórnia (ISC)

Os resultados do ensaio de expansibilidade e ISC são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores de expansibilidade e ISC do solo

Tipo de Energia	ISC (%)	Expansão (%)
Normal	9,97	1
Intermediária	22,05	0,12

Conforme apresentado na Tabela 5, o aumento de energia de compactação implicou no aumento do ISC, observando-se para Energia Normal um valor de 10% e para Energia Intermediária um valor de 22%. Com respeito à expansibilidade, observa-se uma redução com o aumento da Energia de Compactação.

4.3 Dimensionamento do Pavimento

Por meio da Tabela 6, apresenta-se o dimensionamento da camada primária do pavimento, utilizando-se os métodos de dimensionamento.

Tabela 6 – Resumo dos Resultados Encontrados no Dimensionamento da Rodovia

Espessuras da camada final de revestimento da ERS 566			
Método Dimens.	Nível de Tráfego	Valor do CBR (%)	Espessura Revest. (cm)
Webster & Alford	N = 4,95x10E5	9,97	26
	N = 4,95x10E5	22,05	16
	N = 8,02x10E5	9,97	27
	N = 8,02x10E5	22,05	16
Giroud & Noray	N = 4,95x10E5	9,97	26
	N = 4,95x10E5	22,05	16
	N = 8,02x10E5	9,97	27
	N = 8,02x10E5	22,05	17
Skorseth e Selim I	25 < VVP ≤ 50	3 < CBR ≤ 10	29
	25 < VVP ≤ 50	CBR > 10	21,5
Skorseth e Selim II	Tráfego Alto	Solo Fraco	Não Recomendado
	Tráfego Alto	Solo Bom	28
	Tráfego Alto	Solo Fraco	Não Recomendado
	Tráfego Alto	Solo Bom	26

As espessuras de revestimento finais encontradas pelos métodos são maiores do que a espessura do pavimento encontrada *in situ* (8,5 à 10 cm). Constata-se isso tomando por base os valores encontrados de 26 cm e 27cm para o método de Webster & Alford (1978); 26 cm e 25 cm para o método de Giroud & noray (1981); Skorseth e Selim (2000) resultou e 29 cm; Skorseth e Selim (2000) II não recomenda o uso de um pavimento com suporte fraco. Essa diferença dos valores pode resultar num pavimento que não possui um desempenho aceitável, contendo falhas estruturais, o que condiz com a avaliação de serventia do trecho analisado, cujo é considerado POBRE. Os métodos de dimensionamento também foram utilizados para os valores de CBR utilizando a energia intermediária de compactação, constatando-se a ocorrência de mudanças significativas nas espessuras da camada de revestimento.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se ao final do trabalho que é importante o conhecimento dos defeitos de severidade encontrados neste tipo de rodovia, para uma melhor análise das condições das mesmas, e determinação dos trechos mais críticos. A ERS 566 apresentou para o trecho analisado, uma avaliação da condição de serventia, utilizando o método ICRNP, proposto por Baesso e Gonçalves (2003), considerada pobre, retratando a realidade encontrada no trecho, onde não oferece condições satisfatórias de trafegabilidade.

A determinação do Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada pode trazer uma alternativa para representar o real estado de conservação das rodovias não pavimentadas. A metodologia está baseada em um método qualitativo e quantitativo, uma vez que leva em consideração a ocorrência simultânea das patologias por unidade simples.

A massa específica encontrada no campo (revestimento primário da rodovia), correspondeu similarmente à massa específica encontrada em laboratório quando utilizada a energia normal de compactação.

As espessuras para a camada de revestimento, encontradas da aplicação dos métodos, resultaram em valores maiores do que a espessura do pavimento encontrada em campo. Isso significaria que para um melhor desempenho do pavimento a espessura da camada de revestimento verificada em campo, deveria ser próxima das encontradas pela aplicação do dimensionamento.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: Amostras de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.
- _____. NBR 6459: Solo – Determinação do Limite de Liqueidez. Rio de Janeiro, 1984.
- _____. NBR 6508: Grãos de Solo que passam na peneira de 4,8mm – Determinação da Massa Específica. Rio de Janeiro, 1984.
- _____. NBR 7180: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.
- _____. NBR 7181: Solo – Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.
- _____. NBR 7181: Solo – Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, 1986.
- _____. NBR 7185: Solo – Determinação da Massa Específica Aparente, “IN SITU”, com emprego do Frasco de Areia. Rio de Janeiro, 1986.
- _____. NBR 9895: Solo – Índice de Suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 1987.
- BAESSO, D. P.; GONÇALVES, F.L.R. Estradas Rurais: Técnicas Adequadas de Manutenção. Florianópolis. DER, 2003.
- BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração. 1ª Edição, São Paulo:Editora Oficina de Textos, 2007.
- BAPTISTA, C. N. Pavimentação: Tomo I. 4ª Edição, Porto Alegre:Editora Globo, 1980.
- CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos Solos e Suas Aplicações, volume 1: fundamentos. 6ª Edição ver. E ampl, Rio de Janeiro: Editora LTC, 1988.
- DER. Terraplenagem: Revestimento Primário. Curitiba, Paraná. 2005. 9p.
- DER. Revestimento Primário: Especificação Técnica. São Paulo, São Paulo. 2006. 16p.
- DNIT. Manual de Pavimentação. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006. 274p.
- DUQUE NETO, F. da S. Proposição de Metodologia para Escolha de Solo e Dosagem de Antipó com Emulsão de Xisto. 2004. 293 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.
- FERREIRA, F. M. Uma Aplicação Comparativa de Métodos de Avaliação das Condições Superficiais de Estrada não-pavimentada. 2004. 248 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2004.
- GIROUD, J. P.; NOIRAY, L. Geotextille-Reinforced Unpaved Road Design. J. Of Geotech. Engng.Div., ASCE, Vol. 107, GT9, p. 1233 – 1254, 1981.
- GUEDES, S.B.; COUTINHO, R.Q.; FONSECA, A.V. Método de Dimensionamento da Espessura do Revestimento das Estradas de Terra. Revista Geotecnia. Lisboa, Portugal, n 131, p. 113 – 134, julho 2014.
- NERVIS, L. O. Estudo de Revestimento Primário para utilização em estradas vicinais da região de Santana do Livramento – RS. 2010. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.
- PAIGE-GREEN, P. Draft TRH 20 – The Structural Design, Constrution and Maintence of Unpaved Roads. Departamento f TransportofRepublic South Africa. Pretória, 2009.
- PALMEIRA, E. M. Manual Técnico Geossintético BIDIM: Estradas de Acesso. 1ª Edição. Brasília, DF, 201-?. 42 p.
- RS 566 – Rio Gande do Sul. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/>>. Acesso em: 20 Dezembro. 2014
- SKORSETH, K.; SELIM, A. A. Gravel Roads: Maintence and Design Manual. United States Dept. of Transportation, Federal Highway Administration, 2000. 104 p.
- SNV – Sistema Nacional de Viação. Relatório da Rede Rodoviária sob Jurisdição do Ministério dos Transportes. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/snv-2014-1/snv-2014/?searchterm=SNV%202014/>>. Acessoem: 10 Outubro 2014.
- WEBSTER, S. L.; ALFORD, S. J. Investigation of Construction Concepts for Pavements Across Soft Ground. Tech. Report S-77-1, USA Army Eng. Waterways Exp. Stn., Vicksburg, Mississipi. 1978.