

## USO DE SOFTWARE COMO AUXÍLIO NA ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS PARA VIAS NÃO PAVIMENTADAS

**ANDERSON MARTINS WOJCIECHOWSKI<sup>1</sup>**; **ÍTAO DOMBROWSKI MACHADO<sup>2</sup>**;  
**KLAUS MACHADO THEISEN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – andersoncivil3@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – italoplk@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – theisenkm@yahoo.com.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil cerca de 80% das estradas não são pavimentadas (DNIT, 2016). Tais estradas são responsáveis por fazer ligações de cunho econômico e social no país. Além disso, a maioria das cidades brasileiras são constituídas principalmente por ruas onde não há pavimentação. Apesar dos investimentos no setor, o maior problema está em não se dar atenção a melhorias e controle do material a ser empregado nestas malhas.

Problemas como buracos, barro e poeira são constantes na vida de quem depende destas vias, sendo a perda deste material, uma das maiores responsáveis pelo assoreamento de rios e córregos. Outro problema relevante se refere aos gastos excessivos de recursos públicos e naturais para recuperação do desgaste destas estradas. Tais fatos geram o dever de haver uma mudança no foco, onde a preocupação principal não seja só em manter estas vias não pavimentadas, mas sim melhorar suas qualidades.

A literatura técnica, relacionada a materiais empregados como revestimento para vias não pavimentadas, apresentam estudos que se mostram eficientes para tal escolha, com ensaios laboratoriais simples e de baixo custo, que propiciam o desenvolvimento da capacidade de observação das propriedades exigidas de um material que se pretende aplicar como revestimento. Os ensaios mencionados anteriormente são fundamentados nos estudos de NOGAMI e VILLIBOR (1995), VILLIBOR et al. (2009) e D'ÁVILA et al. (2009), possibilitando mudanças significativas quanto à escolha do material, obtida pela compreensão do comportamento do solo, quanto à resistência a seco, o poder e velocidade de expansão quando em contato com água e a sua estabilidade granulométrica.

Posto isto, o presente trabalho tem o objetivo de desenvolver um programa em planilha Excel fundamentado nos estudos dos autores referidos no parágrafo anterior, de modo a classificar e determinar a viabilidade de solos como revestimento de vias não pavimentadas, auxiliando na escolha consciente do material a ser empregado nas vias de questão e divulgando o uso da metodologia empregada para a escolha dos materiais.

### 2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do software foi fundamentado na metodologia e identificação expedita dos grupos de classificação MCT (Miniatura – Compactado – Tropical) de solos tropicais, desenvolvida por NOGAMI e VILLIBOR (1995), e na especificação expedita de materiais para vias não pavimentadas, de D'ÁVILA et al. (2009). Metodologias estas que fomentam a aplicação consciente no que diz respeito à classificação e emprego de materiais adequados para revestimento de vias não pavimentadas.

O programa computacional está disponibilizado em uma versão Beta, desenvolvido através do Microsoft Office Excel 2016, com uso de expressões e funções matemáticas disponibilizadas pela ferramenta, podendo-se atingir os parâmetros esperados, conforme os estudos supracitados. O software tem uma interface simples e autoexplicativa, onde, para obterem-se os parâmetros referentes ao material destinado a revestimentos de vias não pavimentadas, a ser analisado pelo mesmo, é necessária a realização de uma série de ensaios laboratoriais simples. Sendo estes os de análise granulométrica, que tem por finalidade determinar a estabilidade granulométrica do material, e o método das esferas secas de solo que determina a sua resistência a seco, estas técnicas foram desenvolvidas e exaustivamente testadas pelo Professor Alfredo Luis Mendes d'Ávila e colaboradores (D'ÁVILA et al. 2009). Somado ao método das pastilhas, que determina a expansão e velocidade de expansão da fração fina do material, que faz parte de uma sistemática expedita de classificação dos solos, o método MCT, desenvolvido por um grupo liderado pelo Professor Job Shuji Nogami (NOGAMI e VILLIBOR 1995). O procedimento para realização do método das pastilhas é descrito por GODOY et al. (1997).

Após a realização dos ensaios supracitados, são inseridos os resultados obtidos por meio destes nos campos indicados em amarelo no software (Figura 1), onde o mesmo gera parâmetros que indicam se o solo em questão é ou não adequado para o emprego em uma estrada não pavimentada.

CLASSIFICAÇÃO MCT - IDENTIFICAÇÃO EXPEDITA				
Identificação	Jazida Jagarão			
Data de entrada	21/07/2016			
Peso total da amostra (g)	326,2			
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA				
Nº da peneira	Peso de material retido parcial (g)	Porcentagem de massa parcial	Peso do material retido total (g)	Porcentagem de massa total%
Peso retido na # 1 e 1/2"	0	0	0	0
Peso retido na # 1"	0	0	0	0
Peso retido na # 3/8"	0	0	0	0
Nº da peneira	Peso de material passante total (g)	Porcentagem de massa passante		
Peso passante na # 3/8"	326,2	100		
Tempo de lavagem	04'15"			
	Peso de material retido parcial (g)	Porcentagem de massa parcial %	Peso do material retido total (g)	Porcentagem de massa total%
Peso retido na # 4	70,15	21,51	70,15	21,51
Peso retido na # 10	20,1	6,16	90,25	27,67
Peso retido na # 40	52,35	16,05	142,6	43,72
Peso retido na # 200	30,33	9,3	172,93	53,01
Peso retido no fundo (Finos)	153,27	46,99	326,2	100
ANÁLISE DAS PASTILHAS				ANÁLISE DAS ESFERAS
	1	2	3	Resistência das esferas
Contração diametral (mm)	0,7	0,7	0,7	Esfera 1
Contração diametral média (mm)	0,7			Esfera 2
Horário de início de reabsorção	5'			Esfera 3
Tempo de saturação	10'			Esfera 4
Penetração em 5 minutos (mm)	0			Esfera 5
Penetração em 15 minutos (mm)	0			Resistência média das esferas
Penetração em 30 minutos (mm)	0			43 kgf
Penetração em 2 horas (mm)	0			
Penetração em 24 horas (mm)	0			

Figura 1 - Campos de preenchimento com resultados obtidos por meio dos ensaios laboratoriais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O software tende a aumentar a realização de ensaios e melhorar a capacidade de observação na prática no que diz respeito à escolha dos materiais de revestimento, facilitando a substituição de práticas equivocadas. Os estudos avançam ao passo de logo estar disponível a versão final que será em linguagem de programação Java. Mas já na versão atual o programa se mostra satisfatório em seus resultados quanto às análises realizadas.

Comparado a diversos laudos técnicos prescritos pelo laboratório de Mecânica dos Solos do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Pelotas, onde as técnicas de especificação expedita de materiais para vias não pavimentadas são difundidas, o programa se mostra eficaz em seus resultados quanto às análises realizadas.

O software diferencia os tipos de solos tropicais, conforme as especificações e grupos de classificação MCT, e indica as principais características do material em questão, referentes às propriedades específicas necessárias para revestimentos destes tipos de vias (granulometria, expansão, velocidade de expansão e resistência a seco) (Figura 2). Auxiliando na determinação se o material em questão é ou não apropriado, podendo assim utilizar materiais de melhor qualidade do que os utilizados sem o apoio das especificações. Fomentando assim o uso consciente do material.

ANÁLISE DO MATERIAL:	
CLASSE DO SOLO	
AREIA ARGILOSA LATERÍTICA	
ESTABILIDADE GRANULOMÉTRICA	
MATERIAL NÃO ESTABILIZADO	
FAIXA GRANULOMÉTRICA	
SEM FAIXA GRANULOMÉTRICA	
RESISTÊNCIA A SECO	
MUITO ALTA	
COMPORTAMENTO DA FRAÇÃO FINA	
NÃO EXPANSIVO	
ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL PARA REVESTIMENTO DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS	
MATERIAL ADEQUADO*	
HIERARQUIA	
HIERARQUIA 2	
OBSERVAÇÕES DO MATERIAL	
• MATERIAL ADEQUADO DESDE QUE NÃO SEJA SOLO TRANSPORTADO OU ORGÂNICO!	
- Material cujo comportamento é definido pela fração fina;	
- Apresenta aderência deficiente (sabão) em dias chuvosos;	
- Possui uma fração fina excelente para ser misturado com materiais com boa distribuição que apresentem carência de fração fina;	
- Um dos materiais mais resistentes a processos erosivos.	

Figura 2 - Exemplo de parâmetros gerados pelo software de um determinado solo a fim de auxiliar na escolha do melhor material a ser empregado em uma via não pavimentada.

## 4. CONCLUSÕES

O emprego do software de fácil manuseio agregado a técnicas de ensaios laboratoriais, que se apresentam com simplicidade e baixo custo de implantação e execução, facilita a adoção na prática. Contribuindo com uma área tão vasta da engenharia, que na maioria das vezes não é vista com a devida importância, pois em vias não pavimentadas só existem duas possibilidades: ou se emprega técnicas simples ou não se usa nada. Sendo assim, o programa computacional se torna uma ferramenta importante para mudança deste cenário. As expectativas são enormes quanto à evolução dos estudos, com pretensão de que no momento da obtenção da versão final se difunda o software em órgãos públicos responsáveis pela manutenção destas vias, assim dando uma contribuição da academia para a sociedade.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

D'ÁVILA, A. L. M.; HAX, S.; FREITAS, P. C. Especificação Expedita de Materiais para Vias Não Pavimentadas - 5<sup>a</sup> Aproximação. In: **CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**, 3., São Paulo, 2009, **Anais...** São Paulo: CONINFRA, 2009. v.1, p. 3-17.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) – **Descrição da Malha Rodoviária Brasileira**. Sistema Nacional de Viação, Brasília, 30 jun. 2016. Especiais. Acessado em 21 jul. 2016. Online. Disponível em: <https://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/sistema-nacional-de-viacao>

GODOY, H.; BERNUCCI, L. B.; CARVALHO A. O Uso de Recursos Pedológicos no Estudo Geotécnico Preliminar para Obras Viárias Utilizando o Método das Pastilhas MCT. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIAS DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO**, 1., Rio de Janeiro, 1997, **Anais...** Rio de Janeiro: SINBATRA, 1997. v.1, p. 527-540.

NOGAMI, J. S.; VILLIBOR D. F. **Pavimentação de Baixo Custo com Solos Lateríticos**. São Paulo: Villibor, 1995. 1v.

VILLIBOR D. F.; NOGAMI, J. S.; CINCERRE, J. R.; SERRA, P. R. M.; NETO, A. Z. **Pavimentação de Baixo Custo para Vias Urbanas**. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 2v.