

ESTUDO DE MISTURAS SOLO-EMULSÃO APLICADO ÀS RODOVIAS DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO DO AGROPÓLO DO BAIXO JAGUARIBE/ESTADO DO CEARÁ

Lilian Medeiros Gondim
Prof^a. Dr^a. Suelly Helena de Araújo Barroso
Universidade Federal do Ceará
Departamento de Engenharia de Transportes

Resumo

Este trabalho tem o objetivo principal de estudar o comportamento de solos estabilizados com emulsão asfáltica de ruptura lenta. Para tanto, serão coletados na região do Baixo Jaguaribe (estado do Ceará), três solos que serão misturados com 2%, 5% e 8% de emulsão, observando-se os tempos de cura de 7 e 28 dias. Os solos naturais serão submetidos aos ensaios de caracterização, compactação e ensaios de resistência e as misturas de solo-emulsão, aos ensaios de resistência à compressão simples, módulo de resiliência e resistência à tração por compressão diametral. Os resultados desses ensaios indicarão o teor ótimo da mistura, o qual servirá de base para a avaliação da resistência ao desgaste, através de ensaios de LWT (Loaded Wheel Test) e WTAT (Wet Track Abrasion Test), e de desempenho, por meio do simulador de tráfego. Resultados preliminares indicaram que há acréscimo de resistência em um dos solos a partir da adição de emulsão asfáltica.

Abstract

This work has the main objective of studying the behavior of soil stabilized with asphalt emulsion. For that, it will be collected in the agrozone of Baixo Jaguaribe (state of Ceará), three soil that will be mixed with 2%, 5% and 8% of emulsion, observing the times of cure of 7 and 28 days. The natural soil will be submitted to the assays of characterization, compacting and assays of resistance and the soil-emulsion mixtures, to the assays of simple compressive strength, module of resilience and the brazilian test. The results of these assays will indicate the optimum percent of the mixture, which will be a base for the evaluation of the resistance to the consuming, through assays of LWT and WTAT, and performance, by the traffic simulator. Preliminary results had indicated that it happened a increase of resistance in one of soils from the asphalt emulsion addition.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O agropólo do Baixo Jaguaribe é o maior agropólo do estado do Ceará, ocupando uma área de aproximadamente 63.000 hectares sendo constituído de 14 municípios. Está localizado no nordeste do estado, fazendo fronteira com o Rio Grande do Norte. Sua área corresponde a 37% da área total irrigada do Ceará, de acordo com a SEAGRI (1999). Este é um dos fatos que tem atraído o interesse do governo e de investidores do agronegócio. Entretanto, entre suas fragilidades encontra-se a pouca infraestrutura das suas cidades e sua deficiente malha viária. Esta região apresenta hoje uma demanda prioritária de 234,77 km de novas estradas, conforme informações contidas em Rabêlo (2006).

Dentre as muitas dificuldades que inviabilizam a construção de novos pavimentos na região, a baixa qualidade dos materiais ocorrentes nas proximidades das obras talvez seja uma das mais marcantes. Uma alternativa que visa a pavimentação de novas vias pode ser a utilização de solo-emulsão para a construção de bases e sub-bases.

A estabilização de uma base utilizando emulsão asfáltica visa aproveitar material disponível no leito da construção, melhorando sua capacidade estrutural e sua impermeabilização, através das propriedades aglutinadora e de insensibilidade à água.

A estabilização betuminosa não é uma técnica moderna. Segundo Jacintho (2005), em meados de 1930 as emulsões asfálticas começaram a ser utilizadas com este intuito. Entretanto,

observou-se pouco desenvolvimento da técnica desde então. As pesquisas sobre este tipo de estabilização foram realizadas pontualmente, intercaladas por longos intervalos de tempo.

Mais recentemente foram realizadas no Brasil duas investigações específicas sobre a utilização desta técnica. Moreira (2002) realizou um trecho experimental de 4,3 km com o intuito de testar métodos executivos de mistura, cura, espalhamento e compactação de uma base de solo-emulsão. Esse autor elenca como situações mais indicadas para aplicação desta estabilização as rodovias com baixo volume de tráfego e as regiões com baixos índices pluviométricos e topografia pouco acidentada.

Miceli Junior (2006) estudou o comportamento de solos do Rio de Janeiro estabilizados com emulsão asfáltica submetendo-os aos ensaios de compressão axial, módulo de resiliência, módulo de resiliência na compressão diametral, LWT (Loaded Wheel Test) e WTAT (Wet Track Abrasion Test), além de uma análise em Microscópio Eletrônico de Varredura. Este autor concluiu que houve melhorias no comportamento dos solos, sendo os melhores resultados obtidos para estabilização de solos granulares.

2. PROBLEMA DA PESQUISA

Em virtude da escassez de recursos e de materiais, é imperativo que se desenvolvam novas alternativas para melhorar as condições das rodovias de baixo volume de tráfego, bem como possibilitar a expansão da malha viária do agropólo do Baixo Jaguaribe e assim viabilizar o desenvolvimento econômico do estado do Ceará. O problema desta pesquisa é verificar se a emulsão asfáltica é capaz de estabilizar os solos ocorrentes nesta região, possibilitando a construção de novas rodovias.

3. OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar a viabilidade técnica da utilização de emulsão asfáltica para estabilização de bases de rodovias de baixo volume de tráfego no agropólo do Baixo Jaguaribe. Para o alcance deste objetivo geral, pretende-se conhecer as características de alguns solos dessa região e das misturas destes com emulsão asfáltica, determinando o melhor teor e avaliando as variações nos parâmetros de resistência e desgaste dos solos após a adição da emulsão.

4. MATERIAS E MÉTODOS

4.1 Materiais Selecionados para Estudo

De acordo com IPECE (2005), cerca de 7% dos solos do agropólo do Baixo Jaguaribe são classificados pedologicamente como neossolos quartzarênicos, 15,71% são classificados como planossolos, e 9,6% são cambissolos. Logo, os solos pertencentes a estas três classes cobrem, aproximadamente, 1/3 do território em estudo. A escolha dos solos que estão sendo objeto desta pesquisa baseou-se nesta distribuição.

O primeiro solo escolhido (Amostra A) consiste de uma areia quartzosa, coletada no litoral, no município de Icapuí, classificada pedologicamente como um neossolo quartzarênico. O segundo solo (Amostra B) é uma areia argilosa que provém da Chapada do Apodi, classificado pedologicamente como um cambissolo. O terceiro solo (Amostra C) é uma areia siltosa cinza, coletado às margens da rodovia CE-138, próximo ao município de Morada Nova, classificado pedologicamente como um planossolo. A Tabela 1 ilustra a caracterização

destas amostras. Esses solos serão misturados com emulsão asfáltica do tipo RL-1C (Ruptura Lenta) cujas características estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1: Caracterização das amostras de solo

Amostra	Granulometria			LL (%)	IP (%)	HRB	Densidade Real (g/cm³)
	#2mm	#0,42mm	#0,074mm				
A	100	83	14	NL	NP	A-2-4	2,60
B	40	16	5	NL	NP	A-1-a	2,62
C	84	72	46	15,2	4,9	A-4	2,63

Tabela 2 : Características da emulsão asfáltica

Ensaio	Norma	Especificação	Resultado
Viscosidade Saybolt-Furol	P-MB-517	Máximo 70	21
Carga da Partícula	NBR 6567	Positiva	Positiva
Peneiração	DNER ME 080-94	Máximo 0,1	0,01
Resíduo (% em peso sobre o total)	NBR 6568	Mínimo 60	60,2

4.2 Programa Experimental

A metodologia deste trabalho consiste em avaliar as modificações ocorridas nos solos decorrentes da adição da emulsão asfáltica nos teores de 2%, 5% e 8%, observando os efeitos de cura de 7 dias e 28 dias. Para tanto, dividiu-se o programa experimental em três fases: (i) caracterização, (ii) análise de resistência mecânica e (iii) análise de desgaste e desempenho.

Na primeira fase estão sendo determinadas as granulometrias dos materiais, limites de consistência, densidade real, análise mineralógica e compactação com amostras não trabalhadas à energia intermediária, bem como classificação MCT (Miniatura Compactado Tropical) para o solo puro e misturas solo-emulsão.

Na segunda fase, os solos naturais e as misturas serão submetidos aos ensaios de resistência à compressão axial (RC), Índice de Suporte Califórnia (CBR) e módulo de resiliência (MR). Com o intuito de verificar a possibilidade de não se executar a camada de revestimento, as misturas de solo-emulsão serão submetidas aos ensaios de resistência à tração por compressão diametral (RT) e vida de fadiga. De posse desses dados, determinar-se-á o melhor teor para cada solo ensaiado.

Na terceira fase, a mistura de solo-emulsão no seu melhor teor será submetida aos ensaios de LWT e WTAT adaptados, visando verificar sua resistência ao desgaste. Em seguida, realizar-se-ão dois dimensionamentos: empírico e mecanístico. As camadas dimensionadas pelos dois métodos serão submetidas ao simulador de tráfego, a fim de que se verifique de forma sistematizada o desempenho do pavimento.

5. RESULTADOS PRELIMINARES

A fase atual da pesquisa consiste da avaliação da aplicação de emulsão no solo da amostra A. A Tabela 3 ilustra os resultados preliminares. As lacunas assinaladas com “x” indicam ensaios em andamento.

Pode-se verificar que a curva de compactação varia com o teor de emulsão. Para esta amostra, à medida que se aumenta o teor de emulsão, a umidade ótima da mistura decresce, enquanto a massa específica aparente seca máxima praticamente não sofre variação.

Tabela 3: Resultados Preliminares da Amostra A

Ensaio		A	A + 2% de emulsão			A + 5% de emulsão			A + 8% de emulsão		
			Imediato	7 dias	28 dias	Imediato	7 dias	28 dias	Imediato	7 dias	28 dias
Mini-MCV	c'	0,55	0,18	-	-	0,6	-	-	x	-	-
	e'	1,54	1,41	-	-	1,58	-	-	x	-	-
	d'	36,64	34,55	-	-	29,59	-	-	x	-	-
	Pi	309	220,95	-	-	225	-	-	x	-	-
	Classe	NA/NA'	NA/LA	-	-	NA'	-	-	x	-	-
h _{ótima} (%)		14%	12%	-	-	10%	-	-	8,30%	-	-
γ _s (kg/cm³)		1,77	1,73	-	-	1,73	-	-	1,73	-	-
RC (MPa)		0,0077	0,0064	0,4	x	0,0051	0,35	x	0,0051	0,25	x
MR (MPa)		x	X	606,2(σ ₃) ^{0,3218}	2542,8(σ ₃) ^{0,6867}	x	x	x	x	x	x
RT (MPa)		0	0	0,0049	0,1	0	0,034	x	0	x	x

No que diz respeito à resistência à compressão axial, nota-se que os corpos submetidos a ensaio logo após sua moldagem praticamente não apresentaram resistência. Esses corpos não apresentaram coesão após a compactação e mal suportaram a desmoldagem. Contudo, passados 7 dias de cura, as misturas apresentaram aumento significativo na resistência à compressão. Vale ressaltar que embora os valores de resistência para o teor de 2% tenham sido os mais elevados, não se pode afirmar que este será o melhor teor. Decorridos esses sete dias os corpos de prova para 2 % de emulsão estavam secos, indicando abertura da emulsão, enquanto os corpos de prova para 5% e 8% de emulsão encontravam-se ainda úmidos.

No tocante ao módulo de Resiliência o modelo utilizado foi o apresentado na expressão 1.

$$MR = K_1 \sigma_3^{K_2} \quad (1)$$

As regressões apontadas para cada ensaio apresentaram coeficientes de correlação próximos de 1, indicando que o modelo é apropriado para o solo em questão. Observou-se que com o aumento do tempo de cura houve incremento de valor no módulo de Resiliência. A mistura da Amostra A + 2% de emulsão se enquadrou no grupo B na classificação resiliente de solos granulares, indicando que este solo, após estabilizado com a emulsão, tem melhoria de comportamento mecânico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IPECE (2005) Perfil Básico Municipal. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, CE.
- Jacinto, E. C. (2005) *Estudo do Comportamento de Misturas Solo-Emulsão para Uso em Barragens*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, DF
- Miceli Júnior, G. (2006) *Comportamento de Solos do Estado do Rio de Janeiro Estabilizados com Emulsão Asfáltica*. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ.
- Moreira, E. D. (2002). *Estabilização Betuminosa de uma Base ou Revestimento Primário como Alternativa para Pavimentação de Rodovias de Baixo Volume de Tráfego*. Revista Vias Gerais, n.03. DER/MG. Disponível no site <http://www.assender.com.br/estabilizacao_betuminosa.pdf>. Acesso em 31 jan. 2006.
- Rabêlo, A. N. (2006) *Contribuição ao Estudo da Imprimação Betuminosa das Bases Rodoviárias do Estado do Ceará*. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes. UFC, Fortaleza, CE.
- SEAGRI (1999). Site: www.noolhar.com/opovo/especial/agronegociostres/396395.html. Acesso em 31/03/2006.

Lilian Medeiros Gondim (lilian@det.ufc.br); Suelly Helena de Araújo Barroso (suelly@det.ufc.br)

Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará

Campus do Pici – Bloco 703 – CEP: 60455-760 Fortaleza CE