1 Introdução

1.1. Justificativa

As rodovias, sejam pavimentadas ou em leito natural, tem como principal objetivo proporcionar um meio seguro e econômico de transporte de carga e pessoas entre duas localidades. São as principais vias de transporte de pessoas em curta e média distância.

A existência de subleitos de baixa capacidade de suporte em locais onde serão implantadas novas rodovias demanda técnicas inovadoras construtivas de maneira a aumentar a durabilidade dos pavimentos. A esta problemática também pode-se acrescentar a escassez de materiais adequados para compor as camadas de aterros ou reforço de subleito próximos ao local da construção do pavimento, sendo necessário o transporte de grande volume de materiais de outros locais o que incrementa o custo do pavimento.

Ainda hoje as técnicas construtivas tradicionais para o melhoramento da capacidade de suporte do subleito de uma rodovia se desenvolvem mediante: a estabilização do solo com troncos de árvores da zona da obra, prática utilizada no meio da Amazônia Peruana pela falta de pedreiras apropriadas, ou a remoção do solo do subleito em grandes volumes para ser restituído por outro de melhores características, criando em ambos os casos impacto ao meio ambiente.

Atualmente outras técnicas podem ser usadas, sendo uma das tecnologias disponíveis para aumentar a vida útil do pavimento os geossintéticos, desenvolvidos com propriedades mecânicas e hidráulicas adequadas para uso em várias etapas e soluções no meio rodoviário. A utilização deste material como reforço em pavimentos, seja nas camadas de subleito, base ou revestimento, contribui para a minimização de impactos ambientais, eliminando o emprego de técnicas construtivas que comprometem a integridade do ambiente natural, em geral diminuem as espessuras finais do pavimento, além de poder proporcionar o aumento de vida útil.

Os geossintéticos são definidos como produtos industrializados poliméricos (sintéticos ou naturais), cujas propriedades contribuem para melhorias geotécnicas, nas quais eles desempenham principalmente funções de: reforço, filtração, drenagem, proteção, separação, controle fluxo (impermeabilização) e controle superficial. Os geossintéticos empregados no pavimento propriamente são aqueles que exercem especialmente finalidade de reforço, tanto de fundação quanto no revestimento, entre eles estão os geotêxteis e as geogrelhas. No Capítulo 2 são mostradas algumas das aplicações destes materiais utilizados como materiais de reforço.

No Brasil, as pesquisas desenvolvidas sobre o assunto de geossintéticos em pavimentação são crescentes, nas várias aplicações. Citam-se como exemplo, estudos realizados em modelos físicos de grandes dimensões: Antunes (2008) utilizou dois tipos de geossintéticos (geogrelha e geotêxtil) para avaliar o comportamento de uma estrutura de pavimento não reforçada, uma reforçada com geogrelha e outra com geotêxtil, os elementos de reforço foram instalados na interface base/subleito do pavimento. Bastos (2010) avaliou o comportamento mecânico de misturas asfálticas reforçadas com geogrelhas como material de reforço de pavimento flexível. Kakuda (2010) desenvolveu um modelo físico no qual estudou a incorporação de uma geogrelha como elemento de reforço de uma camada de base solo-brita dentro de uma estrutura de pavimento.

No entanto, novos estudos ainda devem ser desenvolvidos para entender melhor o comportamento de estruturas de pavimentos reforçados com geossintéticos, especialmente como reforço de subleito ou de base, contemplando-se os materiais característicos do país, o clima tropical e o tráfego das rodovias brasileiras.

O uso de modelos físicos geotécnicos de verdadeira grandeza também é ótima ferramenta de pesquisa por permitirem aproximação maior com a situação de campo, mais que na dimensão de corpos de prova, porém, ainda mantendo as condições controladas de laboratório. O modelo físico utilizado nesta pesquisa foi ferramenta para o desenvolvimento de duas pesquisas anteriores. Silva (2009), que desenvolveu o modelo físico de verdadeira grandeza, analisou o comportamento mecânico de um pavimento rodoviário submetido à oscilação do lençol freático. Bastos (2010) utilizou a estrutura do pavimento desenvolvida por

Silva (2009) no modelo físico para avaliar o comportamento de misturas asfálticas reforçadas com geogrelha.

Neste contexto, o presente trabalho aborda o estudo de geossintéticos em reforço de subleito/base, especificamente, avaliando o comportamento de estruturas de pavimento explorando os resultados de outros autores e contribuindo com o estudo de uma estrutura construída com materiais típicos da região do Rio de Janeiro experimentalmente.

1.2. Objetivo

O objetivo principal do presente trabalho foi analisar o comportamento mecânico de uma estrutura de pavimento sem e com a utilização de uma geogrelha como material de reforço subleito/base, desenvolvido num modelo físico de verdadeira grandeza, submetido à aplicação de carregamento cíclico e à variação de umidade do material do subleito.

Para se alcançar este objetivo foi necessário desenvolver os seguintes objetivos específicos:

- Determinar as características físicas e mecânicas dos materiais que compõem o subleito e a camada de base da estrutura do pavimento montado em um tanque - teste.
- Estudar a influência da presença da geogrelha como material de reforço no comportamento do pavimento. Verificar o benefício gerado pela inclusão de um reforço sintético entre duas camadas de solo e brita, em termos da redução das deformações produzidas por cargas repetidas.
- Preparar o modelo físico de verdadeira grandeza com instrumentação e equipamentos que permitam o desenvolvimento de ensaios sobre a estrutura de duas camadas analisada em situações sem e com reforço e com a variação da umidade do subleito.
- Compor a estrutura em camadas: subleito e base, com o controle correspondente a uma obra rodoviária que garantem a obtenção dos resultados próximos à situação de uma obra de pavimento real.

- Complementar a análise do comportamento mecânico da estrutura com ensaios *in situ* através de equipamentos de menor tamanho (portáteis).

1.3. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos, descritos em seguida:

O Capítulo 1 é este capítulo introdutório, onde se apresenta a justificativa do estudo e o objetivo, e se descreve o desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica sobre aspectos relevantes para o desenvolvimento do projeto. Neste capítulo abordam-se temas relacionados aos mecanismos de ruptura em pavimentos flexíveis decorrentes da ação do tráfego, também as formas de avaliação estrutural do pavimento descrevendo os ensaios destrutivos e não destrutivos. Abordam-se os métodos de retroanálise para determinação dos módulos de resiliência obtidos a partir das bacias deflectométricas. Comenta-se sobre a distribuição de tensões e deslocamentos e a instrumentação empregada em pavimentos para avaliar estes parâmetros. Apresenta-se uma descrição dos geossintéticos mais utilizados em pavimentos dando ênfase aos utilizados como reforço de camada de base. São citadas algumas das principais pesquisas desenvolvidas sobre reforço de pavimentos e finalmente se apresenta a questão relativa à capilaridade em pavimentos rodoviários.

O Capítulo 3 apresenta os métodos empregados na realização dos ensaios, descrevem-se os materiais empregados, a construção da estrutura das camadas no modelo físico de verdadeira grandeza, a instrumentação instalada nas camadas estudadas e ensaios realizados *in situ* e de laboratório para complementar a avaliação do comportamento da estrutura do pavimento.

O Capítulo 4 apresenta os resultados dos ensaios de carregamento cíclico sobre a estrutura do pavimento, bem como comparações dos resultados com ensaios desenvolvidos em equipamentos de menor tamanho.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões do presente trabalho e as recomendações para trabalhos futuros.

Finalizando o texto vêm as Referências Bibliográficas utilizadas no trabalho, seguidas de um anexo que mostra o controle da umidade diário realizado no modelo físico de verdadeira grandeza.