

EVENTOS

79th ANNUAL MEETING DO TRANSPORTATION RESEARCH BOARD

9 a 13 de janeiro de 2000
Washington, DC, EUA

Régis Martins Rodrigues

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Orlando Strambi

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

O 79º encontro anual do *Transportation Research Board* realizou-se em Washington, D.C., de 9 a 13 de janeiro de 2000. O encontro do TRB é o mais tradicional e um dos principais eventos internacionais da área de Transportes, realizado anualmente no mês de janeiro, sempre na cidade de Washington. Todas as áreas abrangidas pelo setor de transportes são representadas, bem como todas as atividades (planejamento, gestão e operação de sistemas de transportes; projeto, implantação e manutenção de infra-estrutura de transportes). Este ano, estiveram presentes cerca de 8.000 participantes entre acadêmicos, pesquisadores, técnicos e autoridades de instituições públicas e privadas. Embora o evento conte com uma maioria de participantes norte-americanos, os principais pesquisadores dos mais diversos países se fazem presentes no encontro do TRB.

Foram realizadas 490 sessões técnicas e 24 *workshops*, distribuídos ao longo dos dias, em 5 sessões diárias, cobrindo o período das 8:00 às 22:30. Durante o evento também ocorreram reuniões dos diversos comitês e subcomitês do *Transportation Research Board*. O evento contou ainda com uma exibição com *stands* dos principais órgãos governamentais e não-governamentais norte-americanos ligados ao

setor de Transportes, com ênfase nos mais recentes desenvolvimentos tecnológicos do setor.

Cerca de 1800 apresentações de trabalhos foram realizadas ao longo do evento, sobre os seguintes temas relacionados aos Transportes:

- Administração e Gestão
- Aspectos Legais
- Construção
 - ◆ Geral
 - ◆ Estruturas
 - ◆ Pavimentos
- Dados
- Economia e Sócio-economia
- Energia
- Ferrovias
 - ◆ Projeto, construção e manutenção ferroviários
 - ◆ Transporte ferroviário de carga
 - ◆ Transporte ferroviário de passageiros
- Finanças
- Gestão, Projeto e Desempenho de Pavimentos
 - ◆ Gestão e reabilitação de pavimentos
 - ◆ Projeto e desempenho de pavimentos
- Hidráulica, Hidrologia e Qualidade da Água
- Intermodalismo
- Manutenção
- Materiais
 - ◆ Agregados
 - ◆ Concreto
 - ◆ Materiais betuminosos
- Meio-ambiente
- Operação Rodoviária e Engenharia de Tráfego
 - ◆ Controle de tráfego
 - ◆ Fluxo de tráfego: capacidade e medição
 - ◆ Gestão da demanda por transportes
 - ◆ Operação rodoviária
- Pedestres, Ciclistas e Transporte Não-motorizado

- Planejamento
- Projeções
- Projeto e Desempenho de Instalações e Equipamentos
- Projeto e Desempenho de Pontes, Galerias e Túneis
- Segurança
 - ◆ Desempenho do fator humano
 - ◆ Segurança
- Sistemas de Informações
- Sistemas Inteligentes de Transportes
 - ◆ Geral
 - ◆ Sistemas rodoviários automatizados
- Solos, Geologia e Fundações
- Transporte Aéreo
- Transporte de Carga
- Transporte de Carga Rodoviário
- Transporte Hidroviário
- Transporte Público
 - ◆ Geral
 - ◆ Transporte público não-convencional
 - ◆ Ferrovias/Metrovias

A maior parte dos artigos apresentados no evento foram distribuídos aos participantes em um CD-ROM. Uma parcela desses artigos prossegue em processo de revisão para, se aceitos, serem publicados no periódico *Transportation Research Record*, publicado pelo TRB.

As proporções gigantescas do encontro do TRB exigem que o participante programe suas atividades de acordo com seus interesses específicos, dada a quantidade de sessões simultâneas sobre os mais diversos aspectos dos Transportes. Este texto contém um breve relato da participação dos dois autores no evento, realizando uma avaliação dos principais avanços científicos e tecnológicos apresentados em duas áreas distintas: Análise de Demanda e Pavimentos.

2. AVANÇOS NA ÁREA DE ANÁLISE E MODELAGEM DA DEMANDA

O segundo autor deste relato teve a oportunidade de participar dos encontros do TRB realizados em 1997, 1998 e 2000, podendo acompanhar os desenvolvimentos recentes na área de Análise e Modelagem do Comportamento da Demanda por Transportes. Diferentemente do observado em algumas áreas, onde predominam autores norte-americanos, as sessões sobre temas relativos à análise da demanda contam com a participação de pesquisadores provenientes dos mais diversos países.

O principal aspecto a ser observado com respeito aos tópicos relacionados à análise da demanda é que a atividade de pesquisa nesta área há algum tempo abandonou os caminhos da modelagem convencional, baseada no “procedimento de quatro etapas”. Embora os procedimentos tradicionais ainda prevaleçam na prática norte-americana (e mundial), não há mais esforço sistemático e significativo de pesquisa sobre esses temas nos países desenvolvidos. Até recentemente era ainda possível observar no encontro do TRB alguns trabalhos relacionados com melhorias (marginais) nos procedimentos de modelagem tradicionais. Esta abordagem, porém, deu lugar, de forma aparentemente definitiva e praticamente sem alternativas, a enfoques baseados na denominada Teoria da Análise de Atividades Humanas.

Os trabalhos científicos apresentados nas sessões sobre análise de demanda sugerem que a modelagem para planejamento de transportes deverá passar por uma mudança de paradigma nos próximos anos. A modelagem tradicional, baseada muitas vezes em análises agregadas e voltada para a explicação das viagens realizadas, deverá ser substituída no futuro por uma análise extremamente desagregada, voltada para a explicação do padrão de atividades completo dos indivíduos e suas famílias. As dificuldades metodológicas e de técnicas de análise, as necessidades de dados sobre o conjunto de atividades dos indivíduos, e a projeção das variáveis condicionantes de forma extremamente desagregada são ainda questões não resolvidas. Porém, os avanços na área têm sido significativos e permitem especular que dentro de alguns anos uma

nova geração de métodos para análise da demanda por transportes deverá surgir, permitindo a representação de comportamentos mais complexos e a simulação dos efeitos de instrumentos de política de transporte distintos dos convencionais.

3. AVANÇOS NA ÁREA DE PAVIMENTOS

3.1. Trabalhos apresentados

Os trabalhos sobre pavimentação apresentados abrangeram as mais diversas áreas. Uma forma de se quantificar a distribuição dos trabalhos por área é:

- Comportamento e desempenho de pavimentos asfálticos: 48,3 %;
- Pavimentos rígidos (materiais, comportamento, restauração e conservação): 23,2 %;
- Avaliação e gerência de pavimentos: 19,7 %;
- Aplicações de geossintéticos em pavimentação: 4,4 %;
- Drenagem de pavimentos: 4,4 %.

Logo no primeiro dia, o Prof. Robert Lytton da Texas A&M University foi homenageado apresentando a Distinguished Lecture do ano 2000, que tratou de uma síntese de estudos que têm por objetivo a previsão do desempenho futuro dos pavimentos. Sua tese é a de que o estado-da-arte atual permite que se faça previsões confiáveis acerca do desempenho de pavimentos novos e restaurados, o que é a chave para que se possa utilizar os recursos alocados para pavimentação de forma eficaz.

3.2. Relatórios dos Comitês

Durante o encontro, os comitês permanentes do TRB apresentaram um estado-da-arte e apontaram para as direções futuras em que se espera a concentração dos problemas e as necessidades de pesquisa na área de pavimentos e infraestrutura de transportes. As conclusões principais foram:

- a) *Comitê sobre Fotogrametria, Sensoriamento Remoto, Topografia e Sistemas Automatizados Correlatos.* Os modernos sistemas de

informações geográficas vêm fornecendo meios mais confiáveis e de menor custo para o planejamento de sistemas de transporte. O mapeamento digital em três dimensões gerado a partir de informações do sistema GPS é uma realidade e já vem sendo utilizado nos EUA.

- b) *Comitê sobre Projeto Geométrico.* Diversas pesquisas levam à conclusão de que o projeto deve deixar de ser baseado nos métodos clássicos, desenvolvidos a partir das leis da Física, e passar a ser baseado no comportamento e capacidade dos motoristas. Para o futuro, espera-se que o projeto geométrico venha a se tornar tecnologicamente mais complexo e mais estreitamente vinculado a valores culturais e ambientais. O projeto deve passar a ser mais sensível ao contexto local, deixando de se fixar em soluções padronizadas, que priorizam apenas a capacidade de tráfego. O uso de técnicas de realidade virtual deve se tornar cada vez mais importante no futuro, principalmente nos maiores projetos.
- c) *Comitê sobre Sistemas de Gerência de Pavimentos.* Órgãos rodoviários nos EUA têm sido submetidos a uma maior pressão por eficiência vinda do poder legislativo, bem como a exigências mais rigorosas envolvendo a prestação de contas à sociedade dos recursos investidos em pavimentação, o que tem aumentado a dificuldade da tarefa de gerir e manter uma rede viária. A base técnica envolvida nos Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP) deve receber aperfeiçoamento contínuo, ao mesmo tempo em que deveriam ser dirigidos esforços no sentido de integrar a gerência de pavimentos com a gerência dos demais ativos de infra-estrutura em um modelo de tomada de decisões mais amplo. Um problema apontado recentemente é a perda gradual de apoio por parte da administração superior que as atividades de gerência de pavimentos vêm sofrendo. Ao mesmo tempo, as autoridades demonstram desconhecer o potencial e a importância plena de um SGP, havendo casos em que o apoio foi dado apenas às partes do sistema que as autoridades compreendiam o significado ou haviam tido algum contato prévio. Algumas autoridades desconsideravam as recomendações do SGP sem refletirem sobre as conseqüências

para a rede como um todo. Em contrapartida, quando o caráter multidisciplinar do SGP foi reconhecido e o órgão rodoviário passava a ser administrado mais como um negócio, estes problemas eram automaticamente resolvidos. Tem sido observada uma alta rotatividade nas equipes envolvidas com a gerência de pavimentos, o que aumenta a necessidade de treinamento e cria a necessidade de formas mais eficazes de treinamento. Foi apontada também a necessidade de se compatibilizar melhor as decisões em nível de rede com as soluções efetivamente implementadas em nível de projeto. Neste momento, diversos órgãos rodoviários nos EUA dispõem de bases de dados com histórico de desempenho dos pavimentos em nível adequado para o aperfeiçoamento de modelos de previsão de desempenho e para a condução de estudos especiais, o que pode vir a ser feito em paralelo e complementarmente aos estudos da pesquisa LTPP (Long Term Pavement Performance), atualmente em desenvolvimento. Finalmente, o comitê conclui que os pavimentos devem passar a ser enfocados como sendo um componente de um sistema de ativos, em um contexto tão amplo como o que vem sendo aplicado por grandes organizações que praticam a gerência sistemática de ativos.

- d) *Comitê sobre Projeto de Pavimentos Flexíveis.* As funções de transferência, responsáveis por traduzir o significado das tensões e deformações produzidas na estrutura de pavimento pelas cargas de roda, constituem o principal componente dos modelos de previsão de desempenho do tipo mecânico-empírico. Existe, contudo, elevada discordância entre as diversas formulações presentemente adotadas para as funções de transferência, tornando este um item central para pesquisas futuras. Também o uso de fatores de equivalência de cargas tem se revelado um fator de inconsistência para os modelos, a ponto de se planejar para o futuro Guia da AASHTO (2002) a análise completa dos espectros de cargas de eixo quando do projeto de um pavimento novo ou de um pavimento restaurado. É recomendável, sempre que possível, utilizar-se em projetos os módulos de elasticidade oriundos de retroanálises de levantamentos deflectométricos, em relação aos módulos decorrentes de ensaios de cargas repetidas em laboratório. A pesquisa LTPP, cuja fase de levantamento de

dados deve ser encerrada daqui a oito anos, será valiosa para efeito de validação e aperfeiçoamento de modelos mecanístico-empíricos. Em vista do custo elevado envolvido na pavimentação, o Comitê propõe que a AASHTO ou o FHWA crie a categoria "Certified Pavement Engineer", para distinguir aqueles engenheiros realmente comprometidos com a aplicação das modernas e mais confiáveis técnicas da Engenharia de Pavimentos.

- e) *Comitê sobre Restauração de Pavimentos.* A incorporação de análises baseadas no Custo no Ciclo de Vida em projetos de restauração tem sido dificultada pela virtual impossibilidade de se estimar, de forma confiável, os custos adicionais do tempo de viagem para os usuários em função das interrupções provocadas para o tráfego pelas diversas técnicas de restauração. Em áreas muito trafegadas, a manutenção do fluxo de tráfego durante as obras tem sido gerenciada através do uso intensivo de obras noturnas e de cronogramas dilatados para as obras. Nos aeroportos, a esperada entrada em operação no futuro próximo de aeronaves mais pesadas que as atuais deve impor requisitos especiais para os projetos de restauração.
- f) *Comitê sobre Projeto de Pavimentos Rígidos.* O desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho mecanístico-empíricos é a maneira mais adequada de se vir a superar as deficiências dos métodos da AASHTO e da PCA. Estes modelos deveriam incorporar considerações acerca dos efeitos climáticos, tais como os gradientes de temperatura e de umidade. A influência dos diversos tipos de sub-base no desempenho dos pavimentos merece ser melhor esclarecida e quantificada. Há ainda a necessidade de se desenvolver métodos de projeto para juntas transversais com barras de transferência de cargas.
- g) *Comitê sobre Características de Resistência e Deformabilidade de Seções de Pavimento.* Para os materiais cimentados, há a necessidade de se conhecer melhor os fatores que afetam o desempenho a longo prazo destes materiais no campo. Os procedimentos tradicionais, baseados apenas na resistência, não têm sido capazes de levar a uma real otimização dos projetos. Devem ser estabelecidos

procedimentos que permitam compatibilizar os requisitos conflitantes de resistência, retração e durabilidade. A previsão confiável de deformações permanentes nos pavimentos é ainda um desafio a ser superado. O mesmo pode ser dito a respeito do trincamento por fadiga, sendo que as trincas que surgem no topo do pavimento e se propagam para baixo têm sido objeto de muitas pesquisas recentemente. Para avaliação estrutural de pavimentos, espera-se que o desenvolvimento futuro de defletógrafos em movimento, que utilizam sensores sem contato com o pavimento, venham a representar um avanço em relação ao FWD.

- h) *Comitê sobre Monitoramento e Avaliação de Pavimentos e Armazenamento de Dados.* Dos parâmetros que interessam à gerência de pavimentos, apenas a irregularidade longitudinal e os afundamentos em trilha de roda podem atualmente ser medidos e armazenados em tempo real, com o veículo trafegando a velocidades normais do tráfego. O levantamento da condição de superfície permanece com as mesmas dificuldades técnicas de há dez anos atrás, com os equipamentos para coleta automática de dados apresentando baixa confiabilidade e alto custo. Em decorrência desse fato, os Departamentos de Transporte de estados norte-americanos têm feito levantamento da condição de superfície utilizando métodos manuais.

4. CONCLUSÕES

A quantidade e a qualidade das contribuições torna o Encontro Anual do TRB um evento cuja participação é extremamente proveitosa para qualquer pesquisador que queira se por a par do estado-da-arte na área de Transportes e para técnicos que pretendam acompanhar o estado-da-prática no setor. Embora haja, como esperado, um viés nitidamente norte-americano na seleção dos principais tópicos que dão origem aos *workshops* e ao trabalho dos diversos comitês, a abrangência, a diversidade e a profundidade com que são tratados os temas científicos e tecnológicos nas diversas sessões técnicas são difíceis de ser igualadas em qualquer outro evento do setor.

Endereço dos autores:

Prof. Dr. Régis Martins Rodrigues
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
12.228-900 São José dos Campos - SP

Prof. Dr. Orlando Strambi
PTR-EPUSP
Av. Prof. Almeida Prado trav.2 no. 83
Cidade Universitária
05508-900 São Paulo - SP