

## **ESPECIAL**

# **QUESTÕES PARA A DEFINIÇÃO DE UMA POLÍTICA DE PESQUISA EM TRANSPORTES NO BRASIL**

**José Eugenio Leal**  
PUC-Rio, DEI

**Jorge Antônio Martins**  
PET/COPPE/UFRJ

---

## **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho, originalmente apresentado no X ANPET, tem por objetivo levantar a discussão sobre os rumos da pesquisa de transportes no país. Inicialmente são apresentados alguns conceitos sobre os rumos no desenvolvimento do ambiente econômico e social, na virada do século. A seguir é apresentado um levantamento das linhas e temas de pesquisas em importantes centros de pesquisa, a nível internacional. Com isto se pretende dar, para o caso brasileiro, elementos de comparação com os temas mais atuais na pesquisa em transportes, nos centros mais avançados.

Este levantamento a nível internacional mostra algumas tendências em órgãos financiadores, como o Department of Transportation (DOT) do Reino Unido e a União Européia. Também são mostradas linhas mais importantes em Centros de Pesquisa como o CRT da Universidade de Montreal, o MIT, a Universidade da Califórnia, O INRETS, na França, a Universidade Católica do Chile e Universidade de Nagoya, no Japão. Em forma mais agregada, são apresentadas estratégias de pesquisa em transporte na Comunidade Européia e nos Estados Unidos.

Depois é feita uma tentativa de traçar um quadro da pesquisa no Brasil, a partir da produção na ANPET e da demanda de auxílios ao CNPq.

Finalmente, são feitas algumas sugestões sobre os rumos da pesquisa no Brasil.

## 2. O AMBIENTE SÓCIO-ECONÔMICO NA VIRADA DO SÉCULO

A economia mundial passa hoje por um processo de reestruturação. A esse período tem-se dado o nome de globalização da economia. Esta tendência tem provocado modificações em dois ambientes nos quais o transporte desempenha um papel fundamental: no comércio internacional e regional e nos grandes centros urbanos.

Nesse período de reestruturação econômica, as cidades com possibilidades de se integrarem ao sistema mundial em rede, precisam de uma dotação de infra-estrutura funcional adequada a escala de produção e de consumo existente e potencial. No lado comercial, a telemática abreviou o ciclo de rotação de capital com muito mais eficácia do que tem podido oferecer as condições de transporte e o enfoque tradicional da logística, adotado nos países em desenvolvimento.

A política de desenvolvimento científico e tecnológico a ser adotada nestes países pressupõe a definição de estratégias, considerando duas questões:

1. Que estratégia deve ser adotada pelo Brasil frente a perspectiva de globalização da economia? 2. Qual tem sido a forma dada por outros países a suas políticas de pesquisa no setor de transportes?

Desde 1960 um conceito vem assumindo importância como orientação de políticas públicas em todo mundo: a qualidade de vida. No setor de transportes a qualidade ambiental é apenas uma das dimensões daquilo que se chama qualidade de vida. A estratégia principal de uma proposta de desenvolvimento para o futuro deve então, consolidar este novo bem comum a ser mantido pelo Estado.

A importância do desenvolvimento auto-sustentável, em especial para os países de sociedade muito desigual como o Brasil, está no fato de requerer a mais avançada e especializada tecnologia (com mão de obra extremamente qualificada) ao mesmo tempo em que também precisa atender à crescente mão de obra sem qualificação, em programas comunitários e sociais de caráter de preservação ambiental. A Conferência Habitat II, realizada em Istambul na Turquia, em junho de 1996, aponta experiências neste sentido. É preciso que fique bem explícito, para a comunidade técnico-científica do Brasil, que o desenvolvimento auto-sustentável passa a exigir dos agentes sociais (inclusive a Universidade como integrante do III Setor) a garantia de acesso da grande maioria da população à cidadania efetiva, que hoje se define com ter padrões aceitáveis de qualidade de vida.

No que se refere ao papel das grandes cidades, aponta-se um novo tipo de crescimento urbano, baseado em múltiplos centros urbanos, em funções diversificadas e interdependentes, acessíveis a eficientes sistemas de transporte regional. Este conceito permite a redução das necessidades de viagens motorizadas, dada a redução da distância entre a casa e o local de trabalho e de outras atividades urbanas. No que tange à privatização de transportes urbanos, cabe garantir que esta não conduza a um aumento da segregação social.

No que se refere ao nível do transporte de carga, a grande modificação está na expressão sobre o setor de transporte, da mudança da escala dos mercados, exigindo uma logística altamente eficiente como fator diferenciador da competitividade das empresas. No aspecto ambiental, a globalização traz implícita uma grave contradição, ao multiplicar as distâncias de transportes, com um aumento considerável de consumo de energia, ainda baseada em fontes não renováveis.

Apresenta-se a seguir como estes fatores ambientais se refletem nas pesquisas desenvolvidas no mundo. Para isso, procedeu-se uma observação dos temas de pesquisa que já vêm sendo desenvolvidas em importantes instituições internacionais assim como uma análise de orientações recentes de políticas/pesquisas de órgãos internacionais

de fomento à pesquisa. Desse modo, pode-se perceber a prática atual e as propostas que se têm para o futuro (ou o que separa o discurso da prática).

### **3. A PESQUISA EM TRANSPORTES EM IMPORTANTES CENTROS NO MUNDO**

#### **3.1. Linhas de pesquisa no DOT (Reino Unido)**

O Departamento de Transporte do Reino Unido-DOT (UK Department of Transportation) participou com um montante de 40 milhões de Libras sobre um total de 1 bilhão de Libras, dispendidas em pesquisas e desenvolvimento em transportes no Reino Unido. Isto representa apenas 4% do total gasto em pesquisa em transporte. É bem verdade que no total de pesquisa se considera o gasto em desenvolvimento, realizado pelas indústrias. Este montante seria bem difícil de ser estimado no Brasil.

Quatro grandes áreas de pesquisa são consideradas prioritárias e foram objeto de financiamento:

Congestionamentos; Meio Ambiente; Segurança e Financiamento.

As tendências gerais de pesquisa nas três primeiras áreas são detalhadas a seguir (a área de pesquisa "Financiamento" não é detalhada na bibliografia): na pesquisa em congestionamento, três subáreas são privilegiadas: 1) Gerenciamento dos fluxos; 2) Uso de modos de transporte alternativos; 3) Aumento da capacidade física.

Com relação ao meio ambiente, os temas prioritários são separados com relação a qualidade do ar e do nível de poluição sonora. Para a área de poluição atmosférica, os temas são: combustíveis alternativos; construção de veículos; monitoração de veículos em serviço; modelagem de emissões e instrumentos de políticas. Para a área de poluição sonora tem-se: efeitos de ruído sobre o público, tecnologias para reduzir ruídos, melhoramento de superfícies de rolamento, avaliação de prejuízos devido ao ruído.

Na área de Segurança as subáreas são: veículos, cuja pesquisa é basicamente feita pela indústria, e comportamento humano.

O DOT tenta ainda desenvolver estratégias gerais para o direcionamento e o apoio à pesquisa em transporte, no Reino Unido, considerando: 1) Previsão da situação da pesquisa a nível mundial e novas tendências de pesquisa; 2) Outros estudos em áreas correlatas com transporte, como tecnologias de materiais e de informação; 3) Desenvolvimento de métodos para julgar propostas de pesquisas e avaliar resultados de projetos; 4) Desenvolvimento de capacidade de previsão para identificar áreas de pesquisa a longo termo e com tempo longo de maturação, tais como: psicologia de comportamento de motoristas e de problema de transporte nas cidades com um grande número de motoristas idosos; 5) Identificar o escopo de pesquisas visando a transferência de passageiros e cargas entre modos, para aliviar os modos com congestionamento crescente e garantir a intermodalidade; 6) Identificar impedimentos a implantação dos resultados das pesquisas.

### 3.2. Pesquisa em telemática na União Européia

A pesquisa em telemática tem sido considerada estratégica pela União Européia. Esta importância é considerada em muitos setores ou atividades. Evidentemente o setor de transportes também é um dos mais importantes usuários da tecnologia da telemática.

Na Pesquisa em telemática para transportes, os usuários são definidos como profissionais de transporte fazendo transporte ou tomando decisões de viagens para outros e provedores de serviço, que integram transporte e atividades de viagens. Exemplo de usuários são: controladores de tráfego e operadores de rede (autoridades); motoristas de transporte coletivo; despachadores de carga; pilotos; fornecedores de informação e profissionais de comunicação; provedores de serviços agregadores de valor, de treinamento e manutenção.

Outro grupo de usuários são os cidadãos, com suas decisões sobre viagens e envio de carga e decisões a serem tomadas durante a viagem.

A natureza do trabalho de pesquisa em telemática é definida como oferecer aplicações para melhorar a eficiência, segurança e qualidade ambiental de serviços de transporte. As pesquisas devem demonstrar benefícios e aceitabilidade para os usuários e compatibilidade com restrições ambientais e de energia. Em particular, são desejadas abordagens visando fortalecer a multimodalidade no transporte de carga e de passageiros e prover facilidades de informações sobre a rede.

Os grandes temas a serem apoiados nas diversas áreas são:

Área: Serviços de telemática para usuários. Nesta área, os temas mais importantes são: 1) Serviços de informação on-line com multimídia; 2) Arquitetura de sistemas de comunicação; 3) Sistemas de pagamento multimodal; 4) Serviços integrados de suporte ao viajante; 5) Interfaces homem-máquina para passageiros; 6) Sistemas de telemática para emergência; 7) Telemática para manuseio de bagagem em viagem multimodal.

Na área de Transporte de carga, os temas definidos são: 1) Localização de veículos e cargas; 2) Sistemas integrados de gerenciamento; 3) Serviços de suporte em terminais de carga; 4) Sistemas de suporte para distribuição urbana, com uso de EDI; 5) Interconexão de hidrovias com outros meios.

Na área de Transporte multimodal, propõe-se :1) Gerenciamento de curto prazo; 2) Sistemas de gerenciamento da demanda; 3) Métodos e modelos de simulação on line; 4) Sistemas de arquitetura aberta (gerenciamento de rede); 5) Sistemas de navegação global por satélite. GNSS-1; 6) Monitoração de fluxo de passageiros.

Na área de Transporte rodoviário tem-se: 1) Gerenciamento de incidentes; 2) Gerenciamento de redes; 3) Controle de interseção e pontos localizados; 4) Gerenciamento e controle de tráfego multicentro; 5) Classificação de veículos e sistemas de coerção a infrações em rodovias; 6) Monitoramento de comportamento; 7) Redução de emissões.

Na área de Transporte ferroviário, os temas são: 1) Gerenciamento e operação de tráfego; 2) Comunicações trem-rádio; 3) Centros de controle; 4) Comunicações de controle de linha

### 3.3. Pesquisa no CRT - Universidade de Montreal

No CRT, Centre de Recherches sur les Transports da Universidade de Montreal, as pesquisas em transporte são divididas em 6 campos: Planejamento de sistemas de transportes; Exploração de redes de transportes; Sistemas inteligentes de transportes; Economia e política de transportes; Segurança nos transportes; Planificação da manutenção de infra-estruturas; Telecomunicações.

No campo de planejamento de transportes, o CRT trabalha principalmente em áreas quantitativas de métodos de apoio ao planejamento de transportes. Eles definem três grupos de temas. Um conjunto visa o aperfeiçoamento de modelos, algoritmos e meios de informação, de sistemas já desenvolvidos no CRT, como o EMME-2 e o STAN. Um segundo grupo visa elaborar novos métodos, englobando novos aspectos da avaliação de projetos de transporte, como impactos ambientais, o transporte de produtos perigosos e novas abordagens de alocação de fluxos, considerando aspectos dinâmicos. O terceiro grupo visa desenvolver métodos avançados de programação matemática, para incorporá-los ao sistemas em desenvolvimento.

Ao tratar da exploração de redes de transporte, as pesquisas se voltam para problemas de exploração e gestão de redes de transporte. Aqui entram problemas de dimensionamento de ofertas de serviços (itinerários e frequências), alocação de veículos e pessoas aos serviços e construção de horários de trabalho.

Um grupo de pesquisas se aplica a sistemas de apoio a decisão no campo de gestão de empresas de transporte público. Outro, na programação de itinerários e horários de veículos e motoristas de caminhões no meio urbano para a distribuição física.

A linha Sistemas Inteligentes de Transporte segue uma tendência de

importantes centros nos Estados Unidos, na Europa e no Japão de conceber e realizar sistemas de transporte, incorporando tecnologia de ponta, na área de informática e telecomunicações. Os problemas a serem atendidos são: congestionamento de auto-estradas, gestão de grandes incidentes na via, utilização ótima de frotas de veículos de carga ou de urgência, etc. Os sistemas usam informações obtidas em tempo real sobre as condições da rede para tratá-las rapidamente e obter soluções para reduzir ou resolver o problema. Temas associados a esta pesquisas são agrupados em dois conjuntos:

simuladores microscópicos do tráfego; modelos híbridos de alocação de tráfego; localização ótima de painéis de aviso; planejamento de auto-estradas inteligentes e estudo de impactos de novas tecnologias de informação sobre a gestão de empresas de transporte de mercadorias;

custos de exploração; distribuição em tempo real de frota de veículos comerciais; gestão de frotas de veículos de urgência; métodos de detecção automática de incidentes; algoritmos adaptativos para os problemas de decisão em tempo real de percurso e roteamento ótimo em redes de grande porte.

Economia e política de transportes cobrem áreas como: custos, mercado, produtividade, tarifas, desempenho e regulamentação de transportes.

Na área metodológica, três linhas importantes estão sendo destacadas nos próximos anos e são todas dentro do campo da econometria: Estimativa de custos com série incompletas de dados; Estudo de técnicas de estimativas de funções de custos com séries completas de dados; Estudo sistemático de formas funcionais, considerando diferentes modelos de regressão.

No campo da Segurança de tráfego existem 5 eixos de pesquisa que se adequam com a política de segurança do Ministério de Transportes de Quebec : Pesquisa sobre métodos de avaliação da capacidade do condutor; Estudos sobre a regulamentação de trânsito de 1991; Características da rota, gênese de acidentes e geografia de acidentes;



Segurança rodoviária de idosos e impactos das mudanças demográficas; Modelagem econométrica.

Planejamento de manutenção de infra-estrutura envolve estudos como técnicas de inteligência artificial aplicadas a manutenção rodoviária, planejamento tático e estratégico de manutenção rodoviária e Métodos estatísticos aplicados à manutenção rodoviária.

Na parte de telecomunicações as pesquisas seguem uma tradição dentro do CRT e tratam da aplicação de técnicas de redes a problemas de redes de telecomunicações. Ao contrário do que se poderia supor, não existem estudos em novas áreas de telecomunicações aplicadas ao transporte e a logística, como é o caso do EDI.

### **3.4. Pesquisa no UTC da Universidade da Califórnia**

No University Transportation Center da Universidade da Califórnia foram observadas pesquisas desenvolvidas em Irvine, Davis e Los Angeles. São descritos 31 temas de pesquisa e 10 temas de doutorado, destacando-se a pesquisa que relaciona uso do solo com geração de viagens como integrante de uma abordagem ambientalista do transporte. Os temas podem ser agrupados em áreas principais:

Avaliação econômica de projetos de transportes; Avaliação ambiental de projetos de transportes; Avaliação de energia de projetos de transportes; Análise microscópica de tráfego; Uso do solo e comportamento de transportes; Transporte Público: Contratos de serviços; Custos totais de transportes; Manutenção de ônibus; Desenvolvimento de uso do solo orientado ao transporte público; Modelos de planejamento regional e Uso do solo; Sistemas descentralizados de transporte público; Congestionamento: Percepção do usuário; Transportes para deficientes; Técnicas de preferências declaradas para avaliar novos sistemas de transporte; Modelos de aquisição de veículos usando técnicas de preferências declaradas.

### 3.5. Pesquisas no MIT

#### 3.5.1. PESQUISAS NO CTS (CENTER FOR TRANSPORTATION STUDIES)

O Centro já define as suas áreas de pesquisa como transporte e logística. Trabalha desde a análise conceitual, ao projeto específico de equipamentos, até a análise operacional.

Em geral o Centro trabalha com tecnologias de ponta e com problemas de importância no mercado mundial. Exemplos de áreas são: logística, gerenciamento de cadeias de suprimento, sistemas computacionais, sistemas inteligentes de transporte, sistemas de informação geográfica, segurança, infra-estrutura, etc.

As linhas de pesquisa são :

1) Logística e redes de transportes; 2) Transporte Ferroviário e Rodoviário; 3) Transporte aéreo; 4) Sistemas computacionais; 5) Motores; 6) Segurança e saúde; 7) Transporte aquaviário; 8) Sistemas de transporte inteligentes; 9) Transporte urbano e regional; 10) Construção, reabilitação e manutenção de infra-estrutura.

A linha de Logística e redes de transportes é um pouco mais detalhada a seguir.

Esta linha integra uma visão de engenharia de produção com transportes, trabalhando em cadeias de suprimento, serviços de informação para logística, gerenciamento de frota, transporte intermodal e modelos de rede. Os projetos mais importantes são:

Transporte de carga intermodal; Projeto de serviços para transportadores; manufatura ágil; Cadeias de suprimento no Yangtse; Integração de cadeias de suprimento na indústria metalúrgica; Exploração de dados transacionais para melhorar operações (códigos de barra, logística); Problema dinâmico estocástico de roteamento e inventário; Formulação e solução de problemas inteiros de fluxo

multiproduto em redes; Projeto de redes intermodais; Programa MIT-Indústria de Gerenciamento integrado de cadeias de suprimento (indústrias globais); Performance de funções de logística e de transporte; Problemas de grande porte em transporte, distribuição e logística; Produção global e estratégias de distribuição; Formulação e estratégias de solução alternativas para problemas de fluxos com multimodalidade em redes; Sistemas de informação logística; Gerenciamento de equipamentos no transporte intermodal; Contratos logísticos; Desenho ótimo de redes de comunicação; Desenho de redes e otimização combinatória; Análise avançada de sistemas de transportes.

### 3.5.2. PESQUISAS NO ITS DO MIT

As principais pesquisas descritas no ITS - MIT foram :

Nova tecnologia de sensores de tráfego. O Programa foi contratado pela NASA e FHA (Federal Highway Administration) para desenvolver novas tecnologias de detecção e supervisão de tráfego. O Projeto é feito em colaboração com o Laboratório de robótica e sistemas de visão, da Northeastern University. Usa-se tecnologia de visão de cores para o problema de sensores de tráfego. Diz-se que os atuais sistemas, usando reconhecimento de placas, ou sinais de rádios, são invasores de privacidade. Outros desenvolvimentos envolvem sensores acústicos, medição ótica de emissões e detecção de materiais de risco e detecção de fogo em veículos;

Sistema de alocação dinâmica de tráfego (DTA). O Projeto visa desenvolver sistemas de DTA que sirvam a aplicações em tempo real como controle dinâmico de rotas e controle adaptativo de tráfego. Usa modelos de simulação e analíticos. A simulação tenta modelar diferentes tipos de motoristas e representa características dinâmicas de tráfego, como criação e dissipação de filas e incidentes. Modelos analíticos são a base para modelos de otimização;

Análise Institucional. Analisa as condições institucionais para a aplicação das tecnologias geradas no ITS;

Sistemas Avançados de Informação aos Viajantes (ATIS). Estuda o mercado potencial de técnicas de ATIS e avalia influência de ATIS sobre o comportamento do viajante. Usuários serão expostos a novos produtos e serviços e dados sobre as reações serão coletados. Com isto, novas diretrizes para estes sistemas serão disponibilizadas;

Controle compartilhado Computador/homem. Explora aceitação por parte do usuário e seu desempenho frente a um sistema automático ou semi-automático de frenagem em carros e caminhões. O computador recebe *input* de um radar ou sensor visual e aplica freios. O motorista pode ou não colaborar nesta ação;

Central Artery and Third Harbor Tunnel (de Boston) (CAT). A Pesquisa é aplicada ao sistema de controle de tráfego de Boston. Usa as tecnologias dos ITS no controle e supervisão do tráfego tentando também prever congestionamento, controle de acessos, respostas a incidentes e guia automatizado de rotas. Usa simulação microscópica por computador. Duas outras pesquisas estão associadas a esta: Tecnologia de sensores para CA/T e Central de Controle de Tráfego.

### 3.6. Pesquisas na Universidade Católica do Chile

O departamento de Engenharia de Transporte da PUC do Chile é um dos mais renomados da América Latina. As suas linhas de pesquisa são: Economia e Gestão de Empresas de Transporte e Planejamento e desenho de sistemas de transporte.

Na linha Economia e Gestão de Empresas de Transporte os temas são: Gestão de mercados de transporte; Modelos dinâmicos de investimento em transportes; Modelo de escolha discreta para várias alternativas; Jogos de Planejamento de transporte; Análise de sistemas de transporte de carga.

Em Planejamento e desenho de sistemas de transporte os temas são: Desenho de redes de transporte público; Modelos de alocação de

transporte público; Modelos dinâmicos de redes; Validação de sistemas de controle de tráfego; Projeto de interseções.

### 3.7. Pesquisas no INRETS, França

As linhas de pesquisa e seus temas mais importantes, no INRETS, da França são:

1. Sócio-economia e Processos de Avaliação e de Decisão, com a pesquisa de: Organização de transportes e avaliação de políticas; Modelagem e previsão de fluxos de passageiros em transportes urbanos e interurbanos; Bases para uma perspectiva de transformações do espaço e da mobilidade;
2. Energia, Meio-Ambiente e Transporte, com temas: Ruídos de transportes (emissão, impactos); Poluição do ar e seus efeitos; consumo energético real de veículos; Veículos rodoviários elétricos e híbridos;
3. Segurança de Transportes, estudando: Acidentologia clínica; estudo da gênese de acidentes na estrada e suas conseqüências, a partir de estudos detalhados de acidentes; Análise psico-ergonômica da atividade de conduzir; Comportamento dinâmico de veículos rodoviários; estudo da dupla condutor-veículo em situações de condução e de urgência; Compatibilidade entre veículos em caso de choque e conseqüências para seus ocupantes; Sistemas de ajuda a decisão na elaboração de programas intersetoriais de segurança viária; Segurança de sistemas de controle-comando de transportes guiados.
4. Ergonomia e Qualidade de Uso de Transportes, com temas como: Capacidades funcionais, modelagem e ajuda à concepção de sistemas de transportes; Os serviços aos usuários de transportes coletivos: qualidade, acessibilidade e informação;
5. Exploração de Transportes - Transporte inteligente, tratando de: Medidas, instrumentação e sistemas de coleta de informação sobre o fluxo de tráfego; Técnicas avançadas para a regulação de redes

rodoviárias e gestão de acidentes; Modelagem dinâmica e previsão de tráfego para exploração da rodovia; Modelização e informatização de sistemas de exploração nos transportes; Transporte marítimo; Sócio-economia, ergonomia e tecnologias avançadas; Modelagem e regulação do transporte aéreo;

6. Tecnologias de Suporte de Desenvolvimento de Transportes. Nesta área se trabalha com: Telecomunicações, localização e compatibilidade eletromagnética (LEOST) nos transportes terrestres; Arquitetura de sistemas de informação e telecomunicações; Interações de veículos guiados com suas infraestruturas; Transporte e transformação de energia para a tração elétrica.

### **3.8. Pesquisa no Nagoya Institut of Tecnology**

Os principais temas de pesquisa em transportes são: Modelagem dinâmica de alocação de tráfego; Teorias de congestionamento; Planejamento e Gerenciamento do transporte urbano; Predição e controle de fluxos de tráfego em redes; Gerenciamento da demanda de transportes; Planejamento de sistemas de transporte inteligentes; Consciência de motoristas no congestionamento; Planejamento urbano e previsão da demanda; Informação de tráfego rodoviário; Planejamento ambiental de sistemas de transportes; Análise de impactos ambientais; Uso de tecnologia ITS para controlar poluição de tráfego; Uso da supervia Internet para recursos de engenharia de tráfego; Modelagem da qualidade do ar para a poluição de tráfego.

## **4. A PESQUISA NO BRASIL**

### **4.1. Um quadro a partir dos trabalhos da ANPET**

Tenta-se agora definir uma categorização dos temas de trabalhos apresentados nos Congressos da ANPET. Tomaram-se os trabalhos apresentados nos anos de 1988, 1992 e 1994 como ilustrativos.

A categorização envolve evidentemente algum nível de arbitrariedade e

vai sempre enfrentar o problema de classificar trabalhos que podem cair em uma ou outra categoria. Foram, então, definidas as seguintes categorias:

Planejamento de transportes (PT). Envolve temas referentes a políticas, aspectos institucionais, análise (não a modelagem matemática), acessibilidade, mobilidade, gestão do sistema e problemas sociais.

Transporte e uso do solo (US). Trata de forma destacada de temas que abordam explicitamente a relação transportes e uso do solo.

Transporte e meio-ambiente (MA). Destaca os trabalhos que tratam da estimativa e avaliação de problemas da poluição causada pelos transportes.

Qualidade e nível de serviço (QU). Incorpora estes dois aspectos uma vez que, são familiares e o que antes era tratado como análise de nível de serviço vem sendo tratado ultimamente como problemas de qualidade total em transporte. Eventualmente, alguns trabalhos de produtividade foram considerados, quando associados à qualidade.

Transporte público (TP). Engloba os temas referentes a gestão, planejamento, tarifação, política do setor, sempre que, explicitamente, pelo título, o autor se refere a aplicação transporte público.

Modelagem de transporte (MO). Engloba os trabalhos com forte uso de instrumental matemático ou estatístico, como modelos matemáticos de previsão de transportes, modelos de rede de transportes, simulação, etc.

Engenharia de tráfego (ET). Envolve temas relativos a segurança, educação, comportamento do motorista, problemas de estacionamento, etc.

Transporte aéreo e terminais (TA). Engloba todos os aspectos do transporte aéreo e inclui os terminais, pois muitos trabalhos da área se referem a terminais.

Transporte ferroviário (TF). Enfoca aspectos do setor como análise da vias, terminais, gerenciamento da frota, etc.

Transporte de carga. (TC). Inclui os trabalhos que tratam do setor de carga, em geral do transporte por caminhões ou de portos, mas que não são explicitamente trabalhos de gestão logística.

Logística (LO). Destaca este setor quando, de forma explícita, se trata de um enfoque logístico.

Sistemas de Informação Geográficas (GIS). Separou-se este tema pelo seu carácter inovador e de crescente uso no meio.

Infra-estrutura de transportes (IN). Na maioria das vezes se refere a aspectos de engenharia civil relacionados a rodovias ou a questões de manutenção de vias.

Outros (OU). Engloba temas especiais, como uso da telemática em transporte, educação em transportes, etc.

A observação da evolução dos trabalhos da ANPET, na Tabela 1, dá um retrato do que tem sido a pesquisa em Transportes no país. Evidentemente o quadro não é completo. Há pesquisas que não se transformam em trabalhos na ANPET. Não foram considerados trabalhos publicados em periódicos e Congressos internacionais, que se supõe são os de maior qualidade. Também não considera trabalhos em transportes divulgados em congressos de outros tipos como o Congresso da Sobrapo. Aceitemos o exposto como um indicador importante de tendências ou da prática.

As áreas de maior atuação são o planejamento, em primeiro lugar, seguido da Engenharia de tráfego e de Transporte público. A área de planejamento, além disto, mostra uma clara evolução de crescimento em número de trabalhos. A área de qualidade e nível de serviço é uma área de grande crescimento mostrando o aumento de importância da área, especialmente quando abordada dentro da ótica da qualidade total aplicada a transportes. Nas áreas que tem mostrado um crescimento a nível internacional, como logística e GIS não se observa até 1994, o dinamismo correspondente ao nível internacional.



**Tabela 1**  
Número de trabalhos por área apresentados em Encontros da ANPET

Tema	1988	1992	1994
Planejamento de transportes (PT)	9	14	22
Transporte e uso do solo (US)	3	0	5
Transporte e meio-ambiente (MA)	1	2	3
Qualidade e nível de serviço (QU)	1	0	10
Transporte público (TP)	1	20	10
Modelagem de transporte (MO)	12	3	11
Engenharia de tráfego (ET)	4	14	14
Transporte aéreo e terminais (TA)	2	5	6
Transporte ferroviário (TF)	4	6	5
Transporte de carga. (TC)	3	5	6
Logística (LO)	1	5	6
Sistemas de Informação			
Geográfica (GIS)	0	1	4
Infra-estrutura de transportes (IN)	0	4	6
Outros (OU)	1	5	4

#### 4.2. Pesquisa demandada ao CNPq

A seguir são mostrados gráficos com a demanda por auxílio ao CNPq, por número na **Figura 1** e por valor, na **Figura 2**. Os dados baseiam-se em planilhas do CNPq para as reuniões do Comitê Assessor de maio e outubro de 1994 e maio e outubro de 1995.

A **Figura 1** mostra os números totais de pedidos por área. A coluna menor é o número de bolsas de pesquisador no país, ou no exterior. Estes pedidos são os que tem auxílio nominal zero. Os auxílios integrados não estão incluídos, mas implicam, em geral, em mais uma bolsa adicional.

Observa-se que as áreas mais tradicionais de pesquisa (planejamento e modelos) são as que mais demandam, mas com um grande percentual de bolsas. Os valores demandados por auxílio em todas as modalidades estão na **Figura 2**. Observa-se agora, áreas relativamente novas com

uma certa dinâmica, como é o caso de GIS e logística. Estranhamente uma área tradicional e de grande produção, que é a área de tráfego não tem apresentado uma demanda alta, em número de pedidos.

Figura 1  
Número de pedidos de auxílio ao CNPq

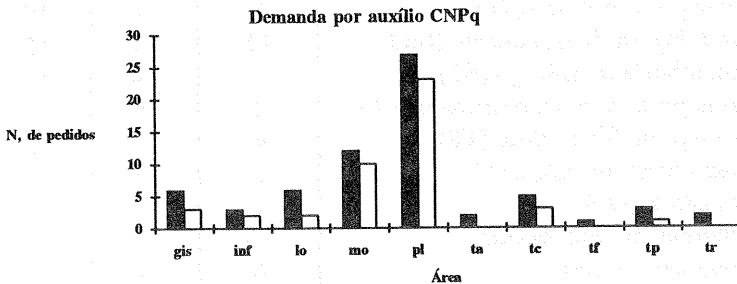
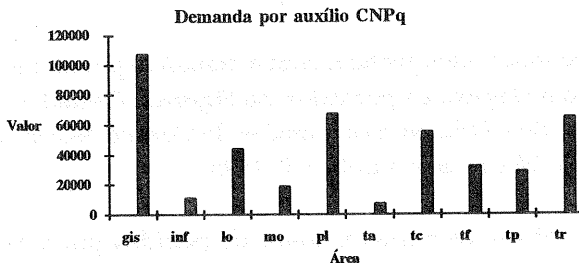


Figura 2  
Valores de pedidos de auxílio ao CNPq



### 4.3. O programa RECOPE

Recentemente a FINEP lançou um programa de financiamento, relativamente induzido, em áreas predefinidas, denominado RECOPE. A filosofia básica do RECOPE é a de criar Redes Cooperativas de Pesquisa Interinstitucionais, integrando vários grupos de pesquisa em temas de interesse explícito do setor produtivo. Este interesse deverá ser explicitado na forma de participação conjunta de Empresas, ou

órgãos interessados na pesquisa, com participação nos custos dos projetos. Para o primeiro ano do programa foram definidos para o setor d transportes três áreas :

#### Transporte de Massa, Corredores de Transporte e Aspectos Institucionais dos Transportes.

O programa tem apoio externo e a FINEP entra com fundos do FNDCT. Os projetos estão em fase de julgamento e deverão ser iniciados no início de 1997.

A questão crítica aqui se refere a delimitação das pesquisas em três áreas. Com exceção da área de transporte de massa, as demais áreas não tem sido objeto e estudos de muitos grupos. Há pouca tradição nestas áreas e poucos grupos no país tem tido atuação consistente nestas áreas, o que dificulta, de certa forma a formação de Redes Cooperativas.

### 5. TENDÊNCIAS RECENTES DE AGÊNCIAS INTERNACIONAIS

O que se observa nas propostas atuais (européia e americana) para o desenvolvimento científico e tecnológico para o setor de transportes é a explicitação da questão do desenvolvimento auto-sustentável, ainda ignorado no caso brasileiro, como deverá ser mostrado a seguir. São consideradas aqui como integrantes dessa orientação auto-sustentável da política de transporte aqueles temas relacionados à minimização de impactos e custos sobre o meio ambiente e a economia. Assim, temas como “gerenciamento da demanda de transportes” ou “transporte e uso do solo”, ou ainda “desregulamentação e financiamento” podem ser tratados como temas de interesse da orientação auto-sustentável da política de transporte.

#### 5.1. O caso Europeu

Em 1987, o *European Conference of Ministers of Transport* estabeleceu um programa de pesquisa relevante em transporte para a década de 90, considerando os Boletins de Informações Anuais no período 1974/1985.

Desse modo, o programa baseava-se em:

Desregulamentação; Financiamento; Estudos de demanda; Oferta de serviços e problemas metodológicos.

Entretanto, em 1992 a *Comission of the European Communities* (CEC) elaborou um programa de ação com vistas a uma abordagem global para a construção de infra-estrutura que viabilizasse uma mobilidade sustentável (que se mostra até no título do documento: "Por uma Mobilidade Sustentável"). Baseava-se o programa em cinco eixos-temáticos:

1. desenvolvimento e integração do sistema de transporte da Comunidade Econômica Européia com as bases de mercado interno — este eixo subdividia-se em: estrutura econômica e regulatória; integração técnica com o objetivo de eliminar distorções competitivas que comprometessem a operação interligada dos sistemas de transporte; pesquisa e desenvolvimento; e desenvolvimento da rede trans-Européia;
2. segurança em transporte;
3. proteção ao meio ambiente (qualidade ambiental, poluições sonora e atmosférica);
4. proteção social (treinamento, reeducação profissional, aumento da mobilidade para setores sociais de mobilidade reduzida, etc.) e
5. relações com outros países externos à Comunidade Econômica Européia.

## 5.2. O caso Americano

Os maiores programas de Ciência e Tecnologia nos Estados Unidos são o Federal Highway Administration (FHWA), com investimentos de US\$ 168,5 milhões e pesquisa e US\$ 32,5 milhões em transferência de Tecnologia; O National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) com US\$ 15 milhões em projetos; O State Planning and Research Program (SP&R) com US\$ 79 milhões em pesquisa e transferência de tecnologia (1993).

Até 1992 as pesquisas tinham um forte componente rodoviário, notadamente no aspecto de infra-estrutura. Um montante reduzido era destinado a intermodalidade e a redefinição do sistema de transporte americano.

A partir de 1994 o Research and Technology Coordinating Committee do Transportation Research Board sugere modificações na política de apoio à pesquisa, combinada com uma reorientação no papel dos transportes. São sugeridas:

Pesquisas sobre a redefinição do Sistema de transporte Americano e o papel das rodovias; Pesquisa ambiental; Pesquisa de inovações tecnológicas; Pesquisa de ruptura (não lineares que admitam mudanças de orientação); Pesquisa sobre integração modal.

## 6. CONCLUSÕES

Internacionalmente, pode-se observar algumas tendências importantes no panorama da pesquisa.

A questão do desenvolvimento auto-sustentado passa a ser incorporado às diretrizes das políticas de financiamento da pesquisa no primeiro mundo. Até mesmo por ser tema bastante recente, deve-se ressaltar que esta preocupação ainda é mais ao nível do discurso, pois a prática indica esforços importantes no sentido de preservar o modelo rodoviarista americano, por exemplo.

Entretanto, a pesquisa exploratória de temas que remetem ao conceito de auto-sustentabilidade exibem uma atenção estratégica para a antecipação de possíveis cenários futuros e alternativas tecnológicas de organização espacial, como medida para gerenciar a demanda por transporte e até mesmo para preservar o modelo rodoviarista americano com diminuição de impactos ambientais, sociais e econômicos (o que pode ser observado na University Transportation Center da Universidade da Califórnia, por exemplo). Por isso se observa também na área de transporte público, uma certa novidade em pesquisas

americanas sobre o planejamento de uso do solo, como forma de reforçar sistemas de transporte público. Outra tendência é a preocupação com a qualidade, como expressão ampliada do conceito de nível de serviço.

Na área de planejamento se observa uma preocupação com a intermodalidade a partir da observação da saturação da capacidade dos modos de transportes tradicionais, principalmente o rodoviário. Outra tendência associada a esta é o gerenciamento da demanda. O anterior implica em um maior cuidado na modelagem de redes multimodais. No que se refere ao transporte de carga e a logística observa-se uma integração da abordagem logística a abordagem de cadeias de suprimento, em sistemas de distribuição integrados com a produção e uma ampliação da escala de mercado, do local para o global.

Com relação à segurança observa-se, ainda, a preocupação com o comportamento do usuário. Novas tecnologias estão sendo incorporadas como o desenvolvimento de sistemas de radar e frenagem automática ou semi-automática. Outra tendência é a pesquisa com o comportamento de idosos na direção, nos países aonde o número de idosos no volante cresce com relação ao resto da população.

Com relação ao avanço em tecnologia dura, a grande novidade são sistemas de autovias guiadas, com a incorporação de tecnologias de sensores e suas aplicações. Associada a esta tecnologia aparecem no campo metodológico pesquisas em modelos microscópicos de tráfego e sistemas de gerenciamento de redes.

Outra tecnologia em crescimento é a telemática, com uma ampla aplicação em transportes.

A pesquisa no Brasil acompanha algumas das tendências mundiais. Em geral, no campo puramente metodológico há um certo acompanhamento dos temas pelos pesquisadores e grupos mais atuantes. Este processo é relativamente dificultado pelo pouco número de doutorandos no exterior em doutorado completo ou sanduiche. Há uma certa tendência de um papel passivo frente às novas tecnologias.

Observa-se que o simples uso das tecnologias não pode ser denominado de pesquisa, enquanto não apontar novos usos ou aplicações para as tecnologias que estão surgindo.

Em termos de política geral deve ser analisado como a política de pesquisa no Brasil se insere na perspectiva do desenvolvimento com qualidade de vida, no sentido mais amplo e adequado às nossas condições sociais. O programa RECOPE deve ser avaliado, considerando estes aspectos. Com relação às novas tendências na pesquisa há alguns caminhos a seguir.

Um é o de estudar o impacto e a estratégia de absorção das novas tecnologias no Brasil. Isto tanto no nível de tecnologias de suporte ao transporte, mas também com relação a novos meios de transportes. Recentemente São Paulo e o Rio de Janeiro se viram diante de propostas de tecnologias totalmente novas, sem que houvesse uma clareza sobre as características destes novos sistemas.

Outro caminho é o de buscar nichos especializados de pesquisa metodológica onde, em parceria com grupos no exterior, o potencial de pesquisa avançada possa se realizar.

Outra linha ainda, consiste em associar a pesquisa metodológica com a pesquisa tecnológica, em uma nova articulação com a pesquisa em setores como a telemática, eletrônica e outros para gerar pesquisa de ponta ou alternativa no Brasil, com aplicações nos transportes. O grande potencial de pesquisa tecnológica no Brasil muitas vezes não tem acesso à informação sobre as oportunidades de aplicações em transportes e não dirige seu potencial para esta área, por desconhecimento. Um trabalho de articulação tem que partir dos pesquisadores em transportes. Aqui parcerias locais nas universidades, interinstitucionais e internacionais podem ser buscadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

European Commission-DG XIII. Telecommunications, Information

Market and Exploitation of Research. Telematics. Applications Programme (1994-1998). Final Draft. November 1994.

**Comission of the European Communities.** "For a Sustainable Mobility". 1992.

**Department of Transport. Strategy for Research.** A Discussion Document. 1994.

ANPET. Anais do II Congresso Nacional da ANPET. São Paulo. 1988.

ANPET. VI ANPET. ANAIS. Rio de Janeiro. 1992

ANPET. VIII Congresso de Pesquisa em Ensino em Transportes. Recife. 1994.

**Observação:** Os programas de pesquisa de cada Instituição no exterior foram obtidos através das WEB páginas de cada Instituição na INTERNET.