

# **INFLUÊNCIA DO GRAU DE ESPECIALIDADE DOS RESPONDENTES NUMA CONSULTA DELPHI EM RELAÇÃO À PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DA FROTA DE CAMINHÕES NO BRASIL**

**André Dulce Gonçalves Maia**  
**Márcio Almeida D’agosto**  
**Márcio Peixoto Serqueira Santos**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

## **RESUMO**

O objetivo deste artigo é identificar as visões gerais, aqui sinteticamente apresentadas, quanto ao futuro das tecnologias embarcadas em caminhões para o ano horizonte de 2021 e mostrar se existe diferença significativa entre as opiniões de respondentes categorizados de acordo com seu grau de especialidade (peritos, conhecedores, familiarizados e não familiarizados). Foi utilizada a técnica *delphi* e considerados 28 eventos tecnológicos divididos em seis grupos: segurança, combustíveis alternativos e eficiência energética, tecnologia veicular de materiais, esquemas operacionais, conforto e meio ambiente. Saber se existe diferença entre a opinião de especialistas ajuda a mapear em quais conjuntos de questões há uma heterogeneidade de respostas para auxiliar na decisão em futuras análises. De um modo geral foi possível afirmar que para o universo consultado existem diferenças nas hierarquizações obtidas de acordo com o grau de especialidade do respondente.

## **ABSTRACT**

This paper presents the results of a research which main objective was to investigate possible future technological developments for vehicles of road freight transport, considering the period until the year of 2021. The Delphi method was used to extract the required information from a group of professionals which consisted of 28 technological events classified into 6 aspects: safety, alternative fuels, energetic efficiency, material technology, operational patterns, confort and the environment. The knowledge of the difference between opinions is relevant in order to identify the levels of divergence and consensus for supporting and guiding future research. The results have shown evidences that, considering the panel of professionals adopted, there are clear differences in the hierarchy obtained as a function of the degrees of expertise of the professionals who took part in the Delphi application.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os avanços da tecnologia no transporte e na comunicação trouxeram significativos benefícios para a movimentação de pessoas, materiais ou informações. Quanto ao parque automotivo brasileiro, especialmente de caminhões, da primeira metade do século XX até os dias atuais a evolução tecnológica foi visível. O surgimento das carrocerias do tipo baú, que reduzem o risco de danos às cargas; a substituição das cabines recuadas – conhecidas como “bicudas” - pelas cabines avançadas, que otimizam a relação entre o comprimento da composição e o volume de carga transportada; a redução do peso dos implementos e a instalação de eixos no balanço traseiro, que aumentam a utilização dos veículos e a motorização eletrônica, que aumenta a eficiência energética do transporte e colabora para a redução de emissões poluentes atmosféricas são exemplos da evolução tecnológica dos veículos para o transporte rodoviário de cargas neste período (Maia *et al.*, 2005).

No entanto, sob uma visão sistêmica, o transporte rodoviário de cargas no Brasil encontra-se fragmentado, em estado crítico, necessitado de um processo de revitalização. As

condições da frota e dos equipamentos são precárias, visivelmente abaixo do observado em países desenvolvidos (Fleury, 2005; Kato, 2005; Maia *et al.*, 2006).

Tendo em vista sua importância no contexto econômico do país, uma vez que o transporte rodoviário de cargas representa cerca de 60% do transporte de carga nacional (Cel - Coppead, 2003; Anuário do transporte de carga, 2005), torna-se necessário manter não apenas uma malha rodoviária extensa e em boas condições de uso, mas também, uma frota que proporcione economia e, sobretudo, segurança no transporte de carga, o que pode estar associado à escolha de novas tecnologias (Maia *et al.*, 2007).

Os possíveis efeitos da adoção de novas tecnologias são muitos e é alta a complexidade envolvida para sua previsão (Roetting, 2003; Teixeira e Widmer, 2005; Oliveira e Sichmitz, 2005). Para a superação desses problemas devem ser desenvolvidas ações pró-ativas, com visão de futuro, justificando a elaboração do presente trabalho, que apresenta um exercício de prospecção, que busca identificar oportunidades, perceber riscos e antecipar as mudanças necessárias, fornecendo elementos de suporte para a tomada de decisão quanto à difusão de novas tecnologias para o transporte rodoviário de cargas (Coccia, 2005).

O objetivo deste artigo é identificar as visões gerais, aqui sinteticamente apresentadas, quanto ao futuro das tecnologias embarcadas em caminhões para o ano horizonte de 2021 e mostrar se existe diferença significativa entre as opiniões de respondentes categorizados de acordo com seu grau de especialidade (peritos, conhecedores, familiarizados e não familiarizados). A abordagem metodológica utilizada para este trabalho foi construída de modo a permitir a identificação de um conjunto de eventos tecnológicos prioritários para o transporte de cargas, no caso específico, dos caminhões, para o ano horizonte. Esta abordagem envolveu a elaboração de um estudo sobre o estado da arte e as principais tendências tecnológicas, bem como a organização de um conjunto de eventos tecnológicos que foram objeto de uma consulta estruturada a especialistas (técnica *delphi*) com vistas a possibilitar a geração de listas hierarquizadas destes eventos, à luz de visões e critérios definidos.

## **2. METODOLOGIA DA PESQUISA**

Para atingir ao objetivo proposto tornou-se necessário a elaboração de uma pesquisa com especialistas cuja elaboração considerou as seguintes etapas:

### **2.1. Fundamentação teórica e conceitual – Etapa I**

Essa etapa compreendeu o embasamento técnico e científico a fim de se adquirir o conhecimento das dimensões envolvidas na pesquisa. Isso permitiu a identificação de um conjunto de eventos tecnológicos a elas associados (Tabela 1). O estudo envolveu um amplo mapeamento sobre as tecnologias no mundo; o estágio atual (uso, desenvolvimento, custos, limitações); a evolução prevista para os próximos 20-30 anos; e o estágio atual no Brasil (especificidades e potenciais, uso, custos e nível de desenvolvimento).

### **2.2. Definição dos parâmetros tecnológicos e operacionais da pesquisa – Etapa II**

Os resultados obtidos na Etapa I revelaram que ganhos significativos poderiam ser obtidos a partir da incorporação de uma consulta a especialistas usando a técnica *delphi*, uma pesquisa iterativa que permite que os respondentes expressem seus pontos de vista

anonimamente, com a possibilidade de mudança futura de opinião tendo como base as respostas dos outros especialistas (Shiftan *et al.*, 2003; Chermack, 2005).

**Tabela 1:** Seleção de eventos tecnológicos associados às dimensões de estudo

Dimensões	Eventos – questões de consulta para a aplicação da técnica <i>delphi</i>	
	Código	Descrição
Segurança	E1	A maioria dos veículos terá sensores para reduzir as colisões frontais, laterais e em conversões.
	E2	Amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte.
	E3	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.
	E4	Maior utilização de funções inteligentes como a iluminação com temporizador, o aviso sonoro que evita bascular a cabine com as portas abertas, dentre outros.
	E5	Novos sistemas de segurança ativa, como o drowsiness alert (alerta para sonolência ao volante), apoio para mudança de faixa, dentre outros.
Uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética	E6	Predominância do biodiesel como combustível veicular
	E7	Amplo uso do sistema Dual - Fuel, a exemplo do sistema diesel - gás natural.
	E8	Generalização do sistema tricombustível, a exemplo do conjunto, diesel, gás natural e biodiesel.
	E9	Utilização do hidrogênio como combustível veicular.
	E10	Adoção de pneus mais elásticos e fortes.
	E11	Motores com maior torque
	E12	A cabine ficará cada vez mais aerodinâmica, ou seja, mais redonda e mais “bicuda”.
	E13	Uso de carrocerias com forma aerodinâmica
	E14	Melhorias nos sistemas de admissão de ar e exaustão do motor
	E15	Melhorias no trem de força (transmissão, diferencial e elementos do eixo traseiro).
Tecnologia Veicular de Materiais	E16	Intensa utilização de materiais naturais, como a fibra de sisal, para o revestimento das paredes laterais e traseiras dos veículos.
	E17	Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes.
Esquemas Operacionais	E18	Maior utilização de veículos combinados Rodo – Ferroviários.
	E19	Supremacia dos veículos pesados (30 a 45 toneladas) no Transporte Rodoviário de Cargas.
	E20	Maior utilização de combinações de veículos de carga (bitren, rodotren, etc)
	E21	Tendências de veículos leves (4 a 10 toneladas) para o transporte de cargas urbanas.
Conforto	E22	Cabine cada vez mais espaçosa e de fácil acesso.
	E23	Controle da temperatura e isolamento de ruídos no interior das cabines e, bancos em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica.
	E24	O painel com menos instrumentos de controle.
	E25	Grande avanço das tecnologias ‘by wire’, como o steer e o brake-by-wire (esterçamento e frenagem por comando eletromecânico, respectivamente).
	E26	Tecnologias avançadas quanto a caixa de câmbio automática.
Meio - Ambiente	E27	Ênfase no aprimoramento de motores mecânicos em conformidade com as leis ambientais.
	E28	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.

### 2.3. Aplicação da técnica *delphi* – Etapa III

Para efeito de aplicação da técnica *delphi* elaborou-se um questionário, considerando as seis dimensões apresentadas na Tabela 1 que foi enviado a um conjunto de especialistas selecionados ao longo da cadeia de transporte rodoviário de carga no Brasil. Cada uma destas dimensões foi detalhada em componentes mais específicos (eventos), consolidadas

através de debates envolvendo especialistas do setor, originando no total 28 eventos, a serem avaliados durante a consulta *delphi* para o ano horizonte de 2021, conforme Tabela 1.

Nessa prospecção tecnológica foram executadas duas rodadas, até que se obtivesse, conforme critério de aplicação da técnica escolhida, consenso nas respostas dos especialistas frente aos eventos avaliados. Registra-se que das 128 pessoas escolhidas originalmente para participar da consulta *delphi*, 26%, ou seja, 33 efetivamente responderam à primeira rodada demonstrando que a participação dos especialistas poderia se estreitar ao longo do processo. Entretanto, isso não ocorreu. Na segunda rodada, todos os que participaram da primeira rodada finalizaram o questionário. Pode-se dizer que tal fato foi devido ao incentivo e a importância salientada para o desenvolvimento deste tipo de pesquisa, principalmente, para o setor em questão.

A partir dos eventos identificados na etapa anterior, os especialistas foram solicitados a estimar a possibilidade desses ocorrerem até o ano de 2021. Adicionalmente, solicitou-se a atribuição de um grau de influência (variando de 1 a 9), proporcional à intensidade do reflexo daquele evento para o tema em estudo (prospecção tecnológica da frota de caminhões no Brasil). Paralelamente, o especialista deveria expressar uma auto-avaliação do seu grau de conhecimento e experiência (variando de 1 a 9) acerca de cada evento individualmente analisado. Estes seriam assim os dois grandes parâmetros para a hierarquização dos eventos e, por extensão, os parâmetros para a seleção dos eventos mais representativos do estudo.

De posse das respostas dos participantes da segunda interação *delphi*, os resultados foram tratados estatisticamente através do software *SPSS for Windows* 8.0 observando-se o critério de consenso (diferença entre o primeiro e terceiro quartis inferior a 25% do intervalo máximo entre as alternativas e o coeficiente de variação inferior a 30%) conforme Tabela 2. Cabe ressaltar que apenas nove eventos obtiveram consenso entre os especialistas na primeira consulta *delphi*: dimensão segurança (E3 e E4), uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética (E11 e E15), esquemas operacionais (E20 e E21), tecnologia veicular de materiais (E17), conforto (E23) e meio-ambiente (E28).

#### **2.4. Análise da robustez dos resultados da aplicação da técnica *Delphi* – Etapa IV**

Uma vez obtidos os resultados da consulta *delphi* (Tabela 2), deu-se início a uma análise de robustez, de forma a identificar eventos tecnológicos que se mantivessem sempre bem colocados em hierarquias que seriam obtidas a partir de duas simulações. Na primeira os critérios adotados para a hierarquização dos eventos foram os de maximizar a combinação entre sua possibilidade de ocorrência e seu grau de influência (pertinência). Surgiram de imediata duas dúvidas: que limites estabelecer para os critérios e como cruzá-los. Desta forma, estabeleceu a possibilidade de ocorrência a pertinência superiores respectivamente a 70% e 7,0, segundo a noção de significância do coordenador da pesquisa. Diante disso, gerou-se a lista de eventos com suas respectivas dimensões, conforme demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 2:** Resultados dos eventos tecnológicos associados às dimensões de estudo

Itens	Código	Possibilidade de ocorrência Em 2021 (1ª etapa)				Possibilidade de ocorrência Em 2021 (2ª etapa)			
		Quartis dos respondentes				Quartis dos respondentes			
		1º Q	Med	3º Q	CV	1º Q	Med	3º Q	CV
Segurança	E1	56	70	100	35.1	65	80	90	7.0
	E2	72.5	97.5	100	20.2	80	95	100	7.6
	E3	86.2	100	100	17.3	86.2	100	100	17.3
	E4	81.2	100	100	17.0	81.2	100	100	17.0
	E5	75	100	100	21.3	80	100	100	7.6
Uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética	E6	50	90	100	33.2	75	90	100	7.5
	E7	35	70	100	53.0	70	82.5	92.2	6.9
	E8	30	60	100	56.9	60.2	75	83.7	6.5
	E9	35	50	75	49.6	55.7	65	77.5	6.6
	E10	50	70	95	39.7	60	75	85	6.2
	E11	80	95	100	18.5	80	95	100	7.3
	E12	55	80	99	37.2	70	80	90	7.0
	E13	50	80	100	35.7	65	80	90	6.6
	E14	70	90	100	21.7	80	90	100	7.2
	E15	80	95	100	20.1	80	95	100	7.3
Tecnologia Veicular de Materiais	E16	55	100	80	38.5	80	90	100	6.7
	E17	90	100	100	18.7	90	100	100	18.7
Esquemas Operacionais	E18	50	75	97.5	37.4	67.5	75	90	6.6
	E19	52.5	87.5	100	33.9	75	90	99.7	6.7
	E20	80	90	100	19.8	80	90	100	19.8
	E21	82	92.5	100	26.0	82	92.5	100	26.0
Conforto	E22	57.7	90	100	31.3	70	87.5	90	6.9
	E23	87.7	100	100	20.9	87.7	100	100	20.9
	E24	20	36.5	77.5	72.0	47.5	55	62.5	5.8
	E25	62.5	88.5	99.7	30.3	70	88.5	94.2	6.7
	E26	66	90	100	30.1	75	90	100	7.0
	E27	22.5	94.5	100	58.5	79	85	92.5	6.5
Meio ambiente	E28	99.2	100	100	15.2	99.2	100	100	15.2

Obs.: Méd = mediana; CV = coeficiente de variação

A partir da Tabela 3 registra-se a diversidade das dimensões consideradas mais robustas. O evento que diz respeito a predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E28) foi o que obteve maior possibilidade de ocorrência e acerca da sua importância (pertinência) para o cenário em questão. Fato este devido aos padrões progressivamente mais rígidos para emissões de poluentes atmosféricos. Também merece destacar que, dos cinco eventos considerados na dimensão de segurança (Tabela 1), quatro estiveram entre os dez primeiros considerados como possibilidade de ocorrência para 2021. Fato este demonstra uma linha tendencial adotada pelos especialistas em refletir certo estado de preocupação com a segurança veicular também para o futuro. Paralelamente constataram-se outros que também obtiveram elevado grau de possibilidade de ocorrência, como o amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes (E17), controle da temperatura e isolamento de ruídos no interior das cabines e, bancos em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica (E23) e predominância do biodiesel como combustível

veicular (E6), ratifica a importância da difusão de novas tecnologias veiculares em proporcionar um menor custo operacional e de investimento e mais conforto aos usuários, garantindo, assim, um transporte mais eficiente. Cabe destacar que atualmente o biodiesel está no programa de aceleração do crescimento (PAC) do Brasil com verba aproximadamente de R\$570 milhões (ATC, 2006).

**Tabela 3:** Parâmetros principais dos resultados finais da consulta *delphi*

Classificação	Código	Possibilidade de Ocorrência (mediana) %	Pertinência	Dimensões
1	E28	100	8.33	Meio ambiente
2	E3	100	8.03	Segurança
3	E17	100	8.0	Tecnologia veicular e de Materiais
4	E23	100	7.69	Conforto
5	E2	95	7.69	Segurança
6	E5	100	7.66	Segurança
7	E4	100	7.57	Segurança
8	E6	90	7.54	Novos Combustíveis e eficiência energética
9	E21	92.5	7.51	Esquemas Operacionais
10	E11	95	7.36	Novos Combustíveis e eficiência energética

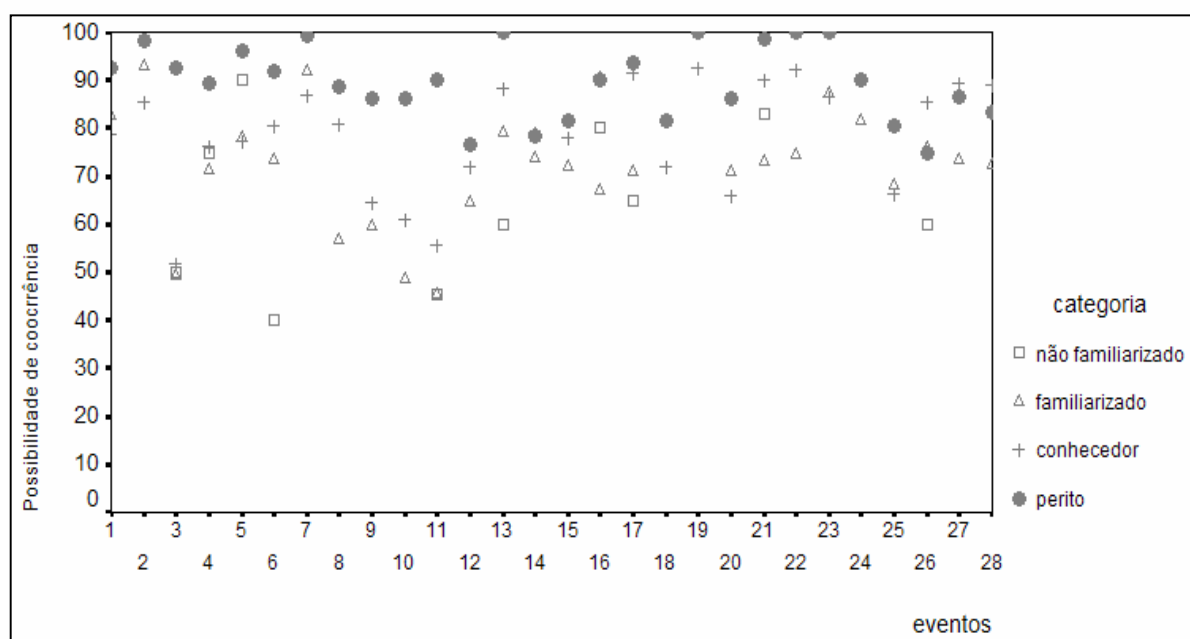
Como fruto dessa simulação e para um planejamento mais eficaz no que diz respeito a difusão de novas tecnologias, verificou-se que era importante identificar também as hierarquizações considerando o grau de especialidade dos respondentes. Para isso, foi utilizada uma segunda simulação, onde optou-se por escolher esse grau como único critério de hierarquização dos eventos. Para este fim, as respostas obtidas quanto a possibilidade dos eventos da segunda consulta *delphi* foram agrupadas segundo o grau de especialidade declarado pelos respondentes, utilizando-se a escala categórica, conforme demonstra a Tabela 4.

**Tabela 4:** Escala categórica de especialidade a ser declarado pelos respondentes para cada evento considerado.

- 
- Perito: Se você se considera conhecedor do assunto
  - Conhecedor: use essa classificação nos seguintes casos:
    - Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre da atividade que exerce atualmente;
    - Interessa-se pelo assunto, seu conhecimento decorre da atividade que exerceu e se mantém atualizado;
    - Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre de leituras por livre iniciativa;
    - Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre da atividade que exerceu, mas não está atualizado.
  - Familiarizado: Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre de leituras, por livre iniciativa, mas não está atualizado.
-

Como resultado desse processo apresenta-se na Figura 1 todos os eventos considerados (eixo da abscissa) na consulta *delphi* e seus respectivos valores de ocorrência em percentagem para o ano horizonte de 2021, considerando o grau de especialidade dos respondentes.

Avaliando a Figura 1, de uma maneira geral, os respondentes que se identificaram como peritos tendem valorizar mais a ocorrência dos eventos. Para alguns eventos tecnológicos, no entanto, essa influência se apresenta de maneira menos significativa, como é o caso das tecnologias avançadas quanto à caixa de câmbio automática (E26) e do aprimoramento de motores mecânicos em conformidade com as leis ambientais (E27).



**Figura 1:** Possibilidade de ocorrência dos eventos para 2021 de acordo com grau de especialidade declarada para cada evento considerado.

Investigou-se também aqueles eventos tecnológicos que não alteram muito seu posicionamento na ordem de prioridades ao variar o critério grau de especialização dos respondentes. Esta avaliação teve o objetivo de verificar a unicidade de pensamento entre os respondentes. Para isso, comparou-se o posicionamento dos dez primeiros eventos hierarquizados, de acordo com o critério assim analisado. Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7.

**Tabela 5:** Hierarquização dos eventos tecnológicos segundo a visão dos peritos

Classificação	Código	Eventos
1	E11	Motores com maior torque
2	E28	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.
3	E3	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.
4	E4	Maior utilização de funções inteligentes como a iluminação com temporizador, o aviso sonoro que evita bascular a cabine com as portas abertas, dentre outros.
5	E17	Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes.
6	E2	Amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte
7	E23	Controle da temperatura e isolamento de ruídos no interior das cabines e, bancos em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica.
8	E26	Tecnologias avançadas quanto a caixa de câmbio automática.
9	E15	Melhorias no trem de força (transmissão, diferencial e elementos do eixo traseiro).
10	E22	Cabine cada vez mais espaçosa e de fácil acesso.

**Tabela 6:** Hierarquização dos eventos tecnológicos segundo a visão dos conhecedores

Classificação	Código	Eventos
1	E28	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.
2	E3	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.
3	E15	Melhorias no trem de força (transmissão, diferencial e elementos do eixo traseiro).
4	E14	Melhorias nos sistemas de admissão de ar e exaustão do motor
5	E5	Novos sistemas de segurança ativa, como o drowsiness alert (alerta para sonolência ao volante), apoio para mudança de faixa, dentre outros.
6	E2	Amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte
7	E20	Maior utilização de combinações de veículos de carga (bitren, rodotren, etc)
8	E21	Tendências de veículos leves (4 a 10 toneladas ) para o transporte de cargas urbanas.
9	E11	Motores com maior torque
10	E17	Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes.



**Tabela 7:** Hierarquização dos eventos tecnológicos segundo a visão dos familiarizados

Classificação	Código	Eventos
1	E28	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.
2	E3	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.
3	E23	Controle da temperatura e isolamento de ruídos no interior das cabines e, bancos em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica.
4	E17	Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes
5	E4	Maior utilização de funções inteligentes como a iluminação com temporizador, o aviso sonoro que evita bascular a cabine com as portas abertas, dentre outros.
6	E22	Cabine cada vez mais espaçosa e de fácil acesso.
7	E5	Novos sistemas de segurança ativa, como o drowsiness alert (alerta para sonolência ao volante), apoio para mudança de faixa, dentre outros.
8	E11	Motores com maior torque
9	E26	Tecnologias avançadas quanto a caixa de câmbio automática.
10	E19	Supremacia dos veículos pesados (30 a 45 toneladas) no Transporte Rodoviário de Cargas.

Quanto à hierarquização dos eventos, alguns mostram grande variabilidade em seu posicionamento quando se varia o grau de conhecimento dos especialistas, como é o caso da tecnologia de novos combustíveis alternativos e eficiência energética (E11) e tecnologia veicular de materiais (E17). Isso não significa que essas tecnologias apresentam baixa priorização, apenas que são mais suscetíveis a variações na valoração de seus atributos, segundo cada uma das visões apresentadas. Em contrapartida, o de dimensão de meio-ambiente (E28) e o de segurança (E3) possuem a características de serem bem avaliadas e de permanecerem em posições de alta prioridade mesmo com fortes variações nas diferentes visões de futuro. Enfim, esses resultados podem auxiliar na decisão de se pesar as avaliações de cada respondente de acordo com seu grau de conhecimento do evento tecnológico.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este exercício de prospecção tecnológica permitiu captar as diferentes percepções que os especialistas possuem no que se refere às seis dimensões de avaliação de tecnologias consideradas (segurança, uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética, tecnologia veicular de materiais, esquemas operacionais, conforto e meio-ambiente) e a metodologia empregada permitiu discutir objetivamente a priorização de tecnologias. Foi possível obter um conjunto bem qualificado de profissionais especializados pertencentes a setores do transporte rodoviário de carga (governo, centros de pesquisa, concessionárias, entre outros) para participar da consulta.

Nesse contexto, para os eventos tecnológicos, considerados prioritários (Tabela 3), segundo o critério de maximizar a combinação entre sua possibilidade de ocorrência para 2021 e o seu grau de influência, observou-se que quatro são ligados especificamente à dimensão segurança veicular; dois referem-se à produção de novos combustíveis e eficiência

energética e os outros ao meio ambiente, tecnologia veicular de materiais, conforto e esquemas operacionais.

A partir das simulações apresentadas, pode-se concluir que foi possível demonstrar a existência de dois eventos tecnológicos (predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E28) e implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS (E3)) que foram sempre bem avaliados e que permaneceram em posições de alta prioridade mesmo com fortes diferenças de ênfase em relação às distintas visões de futuro dos respondentes. Em contrapartida, eventos como utilização de motores com maior torque (E11) e o amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes (E17) foram os que tiveram grandes variações.

As recentes pesquisas divulgadas quanto aos acidentes no transporte no Brasil podem explicar parcialmente a alta valoração dos eventos relacionados com a dimensão segurança do presente artigo, pois historicamente essa dimensão não tem recebido relevância, principalmente quando comparado com a dimensão meio-ambiente. Diante desse contexto, cabe destacar a pesquisa realizada pela empresa de seguros, a Pamcary, que monitora mais de 350 mil viagens rodoviárias ao mês e do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) e também do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), nos quais os levantamentos de acidentes revelam dados alarmantes. Para se ter uma idéia da dimensão dos resultados desses levantamentos, de acordo com a pesquisa do Denatran e IPEA, o custo total dos acidentes em rodovias chega a R\$ 24,6 bilhões. Sendo que nas rodovias federais estima-se um gasto de R\$ 8,1 bilhões e nas estaduais esse número chega a R\$ 16,5 bilhões (Carga Urbana, 2007). Em relação aos levantamentos realizados pela Pamcary são mais de 90 mil acidentes por ano com veículos de carga no Brasil. O número de mortes e feridos graves chega a 12 mil por ano, sendo que cerca de 1/3 dessas vítimas são motoristas. Cabe ressaltar que nos Estados Unidos, anualmente há 25 mortes por grupo de 100 mil caminhoneiros, enquanto no Brasil, este número é de 281. Essa diferença pode ser explicada pelo excesso de caminhoneiros no país (Centoducato, 2006).

Principalmente para a área da segurança há necessidade constante de prospectar, para poder monitorar as possibilidades dos eventos futuro e suas conseqüências. A partir disso o setor poderá antecipar situações desfavoráveis e traçar estratégias consistentes preventivas. Além disso, ressalva-se que um trabalho eficiente para conter os acidentes nas rodovias deve envolver a transportadora, o embarcador e o motorista do veículo.

Tecnologias para o desenvolvimento de motores com maior torque e quanto ao uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes nos veículos embora tenham permanecido entre as prioridades foram as que apresentaram maior variação quando compararam-se as simulações realizadas.

A exploração energética da biomassa (E6) aparece como destaque na primeira simulação (Tabela 3) no futuro, principalmente para o desenvolvimento de biodiesel. É importante notar que tecnologias associadas aos sistemas de energia mais convencionais e usados em larga escala (diesel e gás natural) não aparecem aqui entre as tecnologias prioritárias, provavelmente porque a análise buscou priorizar os esforços de desenvolvimento tecnológico para o futuro e, certamente, a percepção dos consultados é que produção e

desenvolvimento agregariam relativamente poucos a estas tecnologias consideradas já maduras. Outro fato interessante observado é a não priorização da utilização da tecnologia do hidrogênio (H<sub>2</sub>) como combustível veicular para 2021. Isto pode ser devido às dificuldades adicionais que ainda estão relacionadas à estocagem do (H<sub>2</sub>) a bordo, para aplicações em transporte.

Quanto ao grau de especialidade do respondente, pode-se observar que existe uma tendência de melhorar a prioridade dos eventos tecnológicos. Entretanto, para alguns eventos, como é o caso das tecnologias avançadas quanto à caixa de câmbio automática (E26) e do aprimoramento de motores mecânicos em conformidade com as leis ambientais (E27) essa influência se apresenta de maneira menos significativa (Figura 1).

As informações obtidas nesse estudo poderão ser de valia para o encaminhamento de pesquisas e para a revisão de prioridades no âmbito do transporte rodoviário de cargas e, mais, precisamente nos aspectos referentes a sustentabilidade de sua produção.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA (2005) *Frota de veículos comerciais*. OTM Editora LTDA, nº 10, pp. 44.
- ATC (2005) *Fotografia da Frota*. Anuário do Transporte de Cargas, OTM Editora Ltda, n. 8, p. 12 – 14.
- ATC (2006) *O poder do biodiesel*. Anuário do Transporte de Cargas, OTM Editora Ltda, n. 11, p. 114.
- Carga Urbana (2007) Pesquisa – Acidentes no transporte de cargas – Brasil. Disponível em [http://www.cargaurbana.org.br/artigos.php?cod\\_conteudo=232](http://www.cargaurbana.org.br/artigos.php?cod_conteudo=232), acessado em 25/06/2007.
- CEL-COPPEAD (2003) Transporte de Cargas no Brasil – Ameaças e Oportunidades para o Desenvolvimento do País. Disponível em <http://www.coppead.ufri.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-pesq-trans.htm>, acessado em 20/07/2006.
- Centoducato, D.(2006) Gerenciamento de Riscos. Seminário de Segurança Veicular. Disponível em <http://www.ntcelogistica.org.br>, acessado em 20/11/2006.
- Chermack, T. (2005) Studying scenario planning: Theory, research suggestions, and hypotheses. *Technological Forecasting & Social Change* 72, p.59 – 73. Disponível em <http://www.sciencedirect.com>, acessado em 09/08/2006.
- Coccia, M., (2005) Measuring intensity of technological change: The seismic approach. *Technological Forecasting & Social Change* 72, p.117 – 144. Disponível em <http://www.sciencedirect.com>, acessado em 07/04/2006.
- Fleury, P. (2005) Panorama do Setor de Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil. Disponível em <http://www.ntcelogistica.org.br>, acessado em 14/07/2006.
- Kato, J., (2005) Cenários Estratégicos para a indústria de transportes rodoviários de cargas no Brasil. Tese de D.Sc, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- Maia, A.; D'Agosto, M.; Santos, M. (2007) Sistemas de segurança veicular no transporte rodoviário de cargas: cenário atual e perspectivas futuras no Brasil a partir da visão dos sistematistas numa consulta Delphi. *V Congresso Rio de Transporte, Rio de Janeiro*.
- Maia, A.; Balassiano, R.; Santos, M. (2006) Evolução do desenvolvimento tecnológico de veículos de transporte rodoviário de cargas no Brasil. *IV Congresso Rio de Transporte, Rio de Janeiro*.
- Maia, A.; Balassiano, R.; Santos, M. (2005) Uma contribuição ao estudo do transporte de carga: Evolução histórica e caracterização da frota de caminhões no Brasil. *III Congresso Rio de Transporte, Rio de Janeiro*.
- Oliveira, L. e Sichmitz, R. (2005) Transporte de carga urbana: perspectivas do enfoque de city logistics no Brasil. In: *Anais do XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Fortaleza, v.2, p. 1831-1842.
- Ranafin, S. (2004) Review of literature on the Delphi Technique. Arquivo capturado no site <http://www.scholar.google.com> em 09/08/2005.

- Roetting, M. (2003) When technology tells you drive – truck drivers attitudes towards feedback by technology. *Transportation Research* F6, p.275 - 287. Disponível em <http://www.elsevier.com/locate/trf>, acessado em 15/02/2006..
- Ronde, P. (2003) Delphi Analysis of National Specificities in Selected Innovative Areas in Germany and France. *Technological Forecasting & Social Change* 70, pp.419 - 448. Disponível em <http://www.sciencedirect.com>, acessado em 15/02/2006.
- Shiftan, Y.; Kaplan, S.; Hakkert, (2003) Scenario building as a tool for planning a sustainable transportation system, *Transportation Research* D.8, p.323 - 342. . Disponível em <http://www.elsevier.com/locate/trf>, acessado em 15/02/2006.
- Teixeira, K. e Widmer, J. (2005) Vantagens competitivas de novas tecnologias de transporte rodoviário de cargas gerais fracionadas em rotas de longa distância. In: *Anais do XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Fortaleza, v.1, p. 168-178.