

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS:
PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ESCOLHA DE
EMPRESAS DE TRANSPORTE COM ENFOQUE EM
GERENCIAMENTO DE RISCOS**

MARNE LIEGGIO JÚNIOR

ORIENTADOR: SÉRGIO RONALDO GRANEMANN

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES

PUBLICAÇÃO: T.DM – 016A / 2008

BRASÍLIA/DF: NOVEMBRO – 2008

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS:
PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ESCOLHA DE EMPRESAS
DE TRANSPORTE COM ENFOQUE EM GERENCIAMENTO DE
RISCOS**

MARNE LIEGGIO JÚNIOR

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM TRANSPORTES.**

APROVADA POR:

Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, Dr. (ENC-UnB)
(Orientador)

Prof. José Augusto Abreu Sá Fortes, Dr. (ENC-UnB)
(Examinador Interno)

Prof. Osmar Ambrósio de Souza, Dr. (Unicentro)
(Examinador Externo)

BRASÍLIA/DF, 17 DE NOVEMBRO DE 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

LIEGGIO JÚNIOR, MARNE

Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos: Proposta de Metodologia para Escolha de Empresas de Transporte com Enfoque em Gerenciamento de Riscos. [Distrito Federal] 2008. xvi, 192p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2008).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos

2. Gerenciamento de Riscos

3. Preferência Declarada

4. Planejamento de Transportes

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIEGGIO JÚNIOR, MARNE (2008). Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos: Proposta de Metodologia para Escolha de Empresas de Transporte com Enfoque em Gerenciamento de Riscos. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM – 016A / 2008, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 192p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Marne Lieggio Júnior.

TÍTULO: Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos: Proposta de Metodologia para Escolha de Empresas de Transporte com Enfoque em Gerenciamento de Riscos.

GRAU: Mestre ANO: 2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Dissertação de Mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

marnejr@gmail.com

DEDICATÓRIA

Ao Pai Criador,
por tudo que sou nessa passagem terrena; por ser
inspiração, luz, força, serenidade e ação na minha
existência.

À minha família,
principalmente a meus pais Marne e Jailda, pelos
ensinamentos de vida, paciência e dedicação, e à minha
irmã Mônica, pela atenção fraternal.

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Criador, por tudo que sou nessa humana existência. Por ter-me infundido coragem nos momentos de desânimo e serenidade nos de ansiedade. Por ter apontado pessoas de almas abundantemente generosas e sensíveis nessa caminhada.

Este trabalho consubstancia o resultado de produtiva experiência de aprendizagem pessoal e profissional, que somente se materializou graças à cooperação de pessoas especiais, às quais presto meus singelos e fidedignos agradecimentos:

À minha família, meus pais Marne e Jailda, e minha irmã Mônica: amo-os de todo o coração!

Ao Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, obrigado pela oportunidade que me proporcionou, por ter acreditado no menor dos menores, pelos momentos de questionamentos produtivos, pelo incentivo, orientação e paciência na elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Osmar, pelo ensinamento no experimento de PD e na utilização do *software LMPC*, pela polidez e atenção imensuráveis, pelas importantes considerações e valiosas contribuições, trocadas em nossas inúmeras comunicações.

Ao Prof. José Augusto, que, na cadeira ministrada de Economia, já apontava à Teoria Microeconômica do Consumidor. Pela aprendizagem nos debates em suas aulas. Pelas contribuições produtivas neste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Transportes – PPGT, da Universidade de Brasília - UnB, sempre prestativos.

Aos servidores da UnB, especialmente aos da Secretaria do PPGT, Júlio e Kátia, pelo atendimento cortês e resoluto. Pelo desembaraço no trâmite dos processos administrativos.

Aos colegas do PPGT, pelos estudos que se avançaram a altas horas da madrugada, pelos momentos descontraídos e pela amizade que se consolidou e perpetuará.

À Doutoranda do Programa de Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações, da UnB, Solange Alfinito, que me acolheu carinhosamente, solucionando desde as dúvidas mais elementares às questões mais complexas, sobre os experimentos de PD.

À ANTT, especialmente ao Gerente de Regulação do Transporte Rodoviário de Cargas, Roberto Dias David, pelo saber proporcionado nos ciclos de intenso debate, pela prática frutífera do trabalho em equipe, pela aprendizagem contínua no tema e pelas permanentes lições de vida apreendidas. Ao Superintendente de Logística e Transporte Multimodal, Aury de Melo Teixeira, pelo apoio incondicional. E aos colegas de laboro profissional, pelo conhecimento compartilhado, pelo companheirismo e suporte nas atividades diárias.

Aos sindicatos e associações ligadas ao transporte rodoviário de produtos perigosos consultados, às empresas e profissionais entrevistados, pela valiosa atenção dispensada e indelével troca de experiências.

RESUMO

TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS: PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ESCOLHA DE EMPRESAS DE TRANSPORTE COM ENFOQUE EM GERENCIAMENTO DE RISCOS

O modo de transporte rodoviário, em regra, lidera a movimentação de produtos perigosos, assim como o índice de acidentes ambientais relacionados ao transporte desse tipo de produto. Tendo em vista que os expedidores de produtos perigosos para fins de transporte é que escolhem as transportadoras, esses são considerados importantes atores na cadeia logística. Cabe a eles discernir, entre várias empresas, a que proporciona o menor nível de risco durante as operações de transporte. Além disso, a acirrada legislação do transporte rodoviário de produtos perigosos se interconecta com a ambiental, positivando as responsabilidades do embarcador e do transportador, em que se destaca, por exemplo, o princípio do pagador-poluidor e o princípio da co-responsabilidade. Diante do arcabouço legal e dos riscos inerentes à atividade de transporte desse tipo de carga, torna-se patente a responsabilidade dos embarcadores durante o processo decisório de escolha da transportadora que ofereça o menor risco durante as suas operações. Nesse sentido, este trabalho visa à proposição de uma metodologia de identificação e análise dos atributos mais importantes na escolha de serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos, sob a ótica de gerenciamento de riscos, utilizando-se a Técnica de Preferência Declarada e o *software Logit Multinomial com Probabilidade Condicional – LMPC*. A metodologia proposta constitui uma ferramenta auxiliar no processo de decisão dos embarcadores, permitindo-os não somente avaliarem e contratarem transportadoras que ofereçam maior nível de segurança em suas operações, como também aprimorarem a qualidade dos serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos. Tal metodologia foi aplicada ao estudo de caso dos embarcadores rodoviários de combustíveis líquidos da Região Centro-Oeste brasileira, em que foi possível identificar os atributos considerados preponderantes pelos tomadores de decisão, a mensuração do peso de cada um dos atributos, a estimação da função utilidade e a preferência dos embarcadores por determinadas alternativas de serviço ofertadas por transportadoras rodoviárias de produtos perigosos. Validada a metodologia, a mesma pode ser futuramente utilizada pelos embarcadores de diferentes Classes de Risco de produtos perigosos.

ABSTRACT

TRANSPORT DANGEROUS GOODS: PROPOSAL OF METHODOLOGY FOR CHOICE OF TRANSPORT COMPANIES WITH FOCUS ON RISK MANAGEMENT

Road transport is the means which usually heads the handling of dangerous goods, and the rate of environmental accidents related to transportation of such products. Since the shippers of dangerous goods choose the carriers, they are considered to be major players in the logistics chain. It is up to them to discern among several companies, which offers the lowest level of risk in transportation. Moreover, the harsh law for road transport of dangerous goods is interconnected with that of environmental protection, consolidating the responsibilities of the shippers and the carriers, among which, for example, the principle of the polluter-pays and the principle of joint responsibility stand out. Due to the legal framework and the risks inherent in the transportation of such cargo, the responsibility of the shippers in choosing the carriers that offers the lowest risk during their operations becomes evident. In that sense, this work aims to propose a methodology for the identification and analysis of the most important features when choosing the service of road transportation for dangerous goods, from the perspective of risk management risk, using the technique of Stated Choice and software *Multinomial Logit with Conditional Probability – LMPC*. The proposed methodology is an auxiliary tool in shippers' decision-making, allowing them not only to assess and hire carriers that offer a higher level of safety in its operations, but also to improve the quality of road transportation of dangerous goods. This methodology has been applied to a case study of fuel oil shipped by road from Midwestern Brazil, where it was possible to identify the predominant attributes considered by decision-makers, to measure the weight of each attribute, the estimation of the utility function and the preference of alternatives for certain services offered by carriers of dangerous goods. Validated the methodology, it can be used in the future for dangerous goods of different Classes of Risk by shippers.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	
1.1 APRESENTAÇÃO	17
1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	18
1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	20
1.4 HIPÓTESES.....	20
1.5 JUSTIFICATIVA.....	21
1.6 OBJETIVOS	22
1.7 ESTRUTURA METODOLÓGICA DA PESQUISA	23
1.7.1 Plano de Trabalho: Detalhamento das Etapas e Produtos Esperados.....	25
1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	25
2. TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS	
2.1 APRESENTAÇÃO	28
2.2 CONCEITUAÇÃO DE PRODUTOS PERIGOSOS PARA FINS DE TRANSPORTE.....	28
2.3 Regulamentação do Transporte de Produtos Perigosos	30
2.3.1 Breve Histórico	30
2.3.2 Regulamento Modelo da ONU.....	31
2.3.2.1 A Organização do Regulamento Modelo da ONU.....	32
2.3.2.2 Classificação dos Produtos Perigosos	33
2.3.2.3 Identificação dos Produtos Perigosos em Unidades de Carga e de Transporte	34
2.3.2.4 Comentários Adicionais ao Regulamento Modelo da ONU	37
2.3.3 Regulamento do ADR.....	37
2.3.4 Regulamentação Nacional do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.....	38
2.3.4.1 Base Legal da Atividade de Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos	40
2.4 CRESCIMENTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS NO BRASIL.....	43
2.4.1 Transporte de Produtos Perigosos da Indústria Química	43
2.4.2 Crescimento da Indústria Química Brasileira	45
2.4.3 Crescimento do Consumo de Combustíveis Automotivos.....	47
2.5 IRREGULARIDADES NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS	48
2.6 ACIDENTES NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS.....	51
2.6.1 Conceituação de Incidente Rodoviário com Produto Perigoso	53
2.6.2 Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Mundo.....	54
2.6.3 Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Brasil.....	60
2.6.4 Principais Causas dos Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos ...	67
2.7 TÓPICOS CONCLUSIVOS	73
3. RISCOS E SEU GERENCIAMENTO APLICADO AO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS	
3.1 APRESENTAÇÃO	76
3.2 CONCEITUAÇÃO DE RISCOS.....	76
3.3 BREVE VISÃO DA TEORIA DE RISCOS EM DIVERSOS SETORES	78
3.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE GERAÇÃO DE RISCOS NO TRPP	80
3.4.1 Fonte de Perigo.....	81
3.4.2 Processo de Exposição	82
3.4.3 Efeitos Adversos	84
3.4.4 Comentários Adicionais ao Processo de Geração de Riscos no TRPP	85
3.5 GERENCIAMENTO DE RISCOS APLICADO AO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS	87
3.5.1 Conceituação do Gerenciamento de Riscos aplicado ao TRPP.....	87

3.5.2	3.5.2 Categorias de Risco para o Gerenciamento.....	88
3.5.3	3.5.3 Etapas do Gerenciamento de Riscos	88
3.5.3.1	3.5.3.1 Identificação de Riscos.....	89
3.5.3.2	3.5.3.2 Análise de Riscos	89
3.5.3.3	3.5.3.3 Avaliação de Riscos	91
3.5.3.4	3.5.3.4 Controle de Riscos.....	92
3.5.4	3.5.4 Modelos de Gerenciamento de Risco aplicados ao Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.....	95
3.5.4.1	3.5.4.1 O Modelo de Andersson e Menckel (1995) para Prevenção de Acidentes ...	99
3.6	3.6 VARIÁVEIS DECISÓRIAS NO PROCESSO DE ESCOLHA DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS	102
3.7	3.7 TÓPICOS CONCLUSIVOS	102
4.	4. VISÃO DA TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA APLICADA À ÁREA DE TRANSPORTES	
4.1	4.1 APRESENTAÇÃO	104
4.2	4.2 MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA	104
4.3	4.3 MODELO <i>MULTINOMIAL LOGIT</i>	106
4.4	4.4 TIPOS DE DADOS DE ESCOLHA DISCRETA	108
4.5	4.5 TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA.....	108
4.6	4.6 A APLICAÇÃO EXPERIMENTAL DA TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA	109
4.6.1	4.6.1 Etapas de Aplicação Experimental da Técnica de Preferência Declarada	110
4.6.1.1	4.6.1.1 Seleção dos Atributos e Níveis.....	110
4.6.1.2	4.6.1.2 Formação das Alternativas e dos Cartões de Escolha	110
4.6.2	4.6.2 Tipos de dados para a variável dependente	114
4.6.2.1	4.6.2.1 Ordenação das Alternativas (<i>Ranking</i>).....	115
4.6.2.2	4.6.2.2 Avaliação das Alternativas (<i>Rating</i>).....	115
4.6.2.3	4.6.2.3 Escolha das Alternativas (<i>Choice Data</i>).....	115
4.7	4.7 PRINCIPAIS ESTUDOS NA ÁREA DE TRANSPORTES ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA	116
4.8	4.8 TÓPICOS CONCLUSIVOS	118
5.	5. PROPOSTA METODOLÓGICA DE ESCOLHA DE TRANSPORTADORA RODOVIÁRIA DE PRODUTOS PERIGOSOS COM ENFOQUE EM GERENCIAMENTO DE RISCOS	
5.1	5.1 APRESENTAÇÃO	120
5.2	5.2 METODOLOGIA PROPOSTA PARA ESCOLHA DE TRANSPORTADORA RODOVIÁRIA DE PRODUTOS PERIGOSOS COM ENFOQUE EM GERENCIAMENTO DE RISCOS	120
5.2.1	5.2.1 Etapa 1 – Planejamento das Atividades	121
5.2.1.1	5.2.1.1 Etapa 1.1 – Definição dos Produtos Perigosos a serem Transportados.....	122
5.2.1.2	5.2.1.2 Etapa 1.2 – Caracterização do Transporte a ser Realizado.....	122
5.2.1.3	5.2.1.3 Etapa 1.3 – Montagem da Equipe	123
5.2.1.4	5.2.1.4 Etapa 1.4 – Programação das Atividades	124
5.2.2	5.2.2 Etapa 2 – Execução das Atividades.....	124
5.2.2.1	5.2.2.1 Etapa 2.1 – Determinação das Variáveis Decisórias sob o ponto de vista de Gerenciamento de Riscos	124
5.2.2.2	5.2.2.2 Etapa 2.2 – Aplicação da Estratégia do Projeto Fatorial Fracionário.....	125
5.2.2.3	5.2.2.3 Etapa 2.3 – Utilização da Técnica de Ordenação para Análise das Alternativas.....	127
5.2.2.4	5.2.2.4 Etapa 2.4 – Dimensionamento da Amostra	127
5.2.2.5	5.2.2.5 Etapa 2.5 – Geração da Função Utilidade Paramétrica.....	127
5.2.2.6	5.2.2.6 Etapa 2.6 – Consulta ao Mercado de TRPP	129
5.2.3	5.2.3 Etapa 3 – Avaliação de Desempenho da Transportadora.....	130

5.2.4 Etapa 4 – Retroalimentação.....	131
5.3 TÓPICOS CONCLUSIVOS	131
6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA: ESTUDO DE CASO DOS EMBARCADORES DE COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS DA REGIÃO CENTRO-OESTE	
6.1 APRESENTAÇÃO	133
6.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA	133
6.2.1 Etapa 1 – Planejamento das Atividades	133
6.2.1.1 Etapa 1.1 – Definição dos Produtos Perigosos a serem Transportados.....	133
6.2.1.2 Etapa 1.2 – Caracterização do Transporte a ser Realizado.....	135
6.2.1.3 Etapa 1.3 – Montagem da Equipe	138
6.2.1.4 Etapa 1.4 – Programação das Atividades	138
6.2.2 Etapa 2 – Execução das Atividades.....	138
6.2.2.1 Etapa 2.1 – Determinação das Variáveis Decisórias sob o ponto de vista de Gerenciamento de Riscos	138
6.2.2.2 Etapa 2.2 – Aplicação da Estratégia do Projeto Fatorial Fracionário.....	140
6.2.2.3 Etapa 2.3 – Utilização da Técnica de Ordenação para Análise das Alternativas.....	141
6.2.2.4 Etapa 2.4 – Dimensionamento da Amostra	142
6.2.2.5 Etapa 2.5 – Geração da Função Utilidade Paramétrica	144
6.2.2.6 Etapa 2.6 – Consulta ao Mercado de Transportadoras Rodoviárias de Combustíveis Líquidos	154
6.2.3 Etapa 3 – Avaliação de Desempenho da Transportadora	155
6.2.4 Etapa 4 – Retroalimentação.....	156
6.3 TÓPICOS CONCLUSIVOS	156
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	
7.1 APRESENTAÇÃO	158
7.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	158
7.3 CONCLUSÕES	159
7.4 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA E SUA APLICABILIDADE.....	162
7.5 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	163
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
ANEXO 1 – Formulário de Seleção dos Atributos	173
ANEXO 2 – Formulário de Ordenação das Alternativas e Dados dos Embarcadores.....	176
ANEXO 3 – Formulação dos Dados Relativos aos Níveis de Serviço das Transportadoras de Combustíveis Líquidos	178
ANEXO 4 – Exemplos de Cartões utilizados no Experimento de PD	180
ANEXO 5 – Resultado Geral do Experimento de PD.....	181
ANEXO 6 – Resultados de Segmentação do Experimento de PD.....	183

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Classes e Subclasses de Risco para o transporte de produtos perigosos.	34
Tabela 2.2: Base legal da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos.....	40
Tabela 2.3: Base legal da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos relacionada aos aspectos de meio ambiente.	41
Tabela 2.4: Crescimento do consumo de combustíveis no Brasil, no período de 2001 a 2006, em milhões m ³ /ano.....	48
Tabela 2.5: Riscos de fatalidade por acidentes nos EUA.....	51
Tabela 2.6: Número de acidentes envolvendo produtos perigosos nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007.	57
Tabela 2.7: Número de falecimentos decorrentes de acidentes envolvendo produtos perigosos nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007.....	57
Tabela 2.8: Número de vítimas decorrentes de acidentes envolvendo produtos perigosos nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007.	57
Tabela 2.9: Prejuízos decorrentes de acidentes envolvendo produtos perigosos nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007 (US\$1.000).	57
Tabela 2.10: Ocorrência de acidentes no TRPP, nos EUA, em suas várias fases no ano de 2007.	58
Tabela 2.11: Atendimentos emergenciais realizados pela CETESB no período entre 1978 e 2006.	61
Tabela 3.1: Critérios de classificação por ingestão oral, contato dérmico e inalação de pós e neblinas.	84
Tabela 3.2: Técnicas mais utilizadas na análise de riscos.....	90
Tabela 3.3: Estratégias mais utilizadas no controle de riscos do TRPP.....	93
Tabela 3.4: Principais modelos de gerenciamento de risco empregado no TRPP.	95
Tabela 4.1: Alternativas para reduzir o número de opções de um Projeto Fatorial Completo na TPD.	112
Tabela 4.2: Principais trabalhos na área de transportes envolvendo a utilização da TPD.	116
Tabela 5.1: Exemplo hipotético de atributos e níveis utilizados em um experimento de PD.	125
Tabela 5.2: Projeto Fatorial Fracionário 5.9.....	126

Tabela 5.3: Valores críticos da distribuição “t de Student”	128
Tabela 5.4: Valores críticos da estatística Qui-Quadrado.	129
Tabela 5.5: Valores encontrados para os atributos de empresas de TRPP consultadas no exemplo hipotético.	130
Tabela 6.1: Hierarquia dos atributos considerados pelos embarcadores entrevistados na contratação de uma empresa de TRPP, do mais relevante ao menos relevante.	139
Tabela 6.2: Atributos e níveis utilizados no experimento de PD.	139
Tabela 6.3: Alternativas de escolha em função dos atributos do experimento de PD.....	140
Tabela 6.4: Coeficientes dos atributos para o experimento de PD.....	144
Tabela 6.5: Teste de comparação entre as alternativas do experimento de PD.....	146
Tabela 6.6: Segmentação dos dados dos embarcadores.	148
Tabela 6.7: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do DF.....	148
Tabela 6.8: Coeficientes dos atributos para os embarcadores de GO.	149
Tabela 6.9: Coeficientes dos atributos para os embarcadores de MT.	149
Tabela 6.10: Coeficientes dos atributos para os embarcadores de MS.	149
Tabela 6.11: Valores de alfa, LR e alternativas com maior valor de utilidade para embarcadores do DF, GO, MT e MS.	149
Tabela 6.12: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto à frota necessária (menor que 5 veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada).....	151
Tabela 6.13: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto à frota necessária (entre 5 e 10 veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada).	151
Tabela 6.14: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto à frota necessária (maior que 10 veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada).....	151
Tabela 6.15: Valores de alfa, LR e alternativas com maior valor de utilidade quanto à frota necessária (veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada).....	151
Tabela 6.16: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto ao tipo de expedição local (raio de extensão de até 100km).	152
Tabela 6.17: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto ao tipo de expedição regional (raio de extensão entre 100 e 500km).	153
Tabela 6.18: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto ao tipo de expedição nacional (raio de extensão maior que 500km).....	153
Tabela 6.19: Valores de alfa, LR e alternativas com maior valor de utilidade quanto ao tipo de expedição.	153
Tabela 6.20: Valores encontrados para os atributos de empresas de TRPP consultadas.	155

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Esquema da metodologia empregada na pesquisa.....	24
Figura 2.1: Exemplo de Painel de Segurança para produto classificado como tóxico e inflamável.....	36
Figura 2.2: Exemplos de Rótulos de Risco para substâncias da Classe 6 (tóxicas) e Classe 3 (líquidos inflamáveis).....	36
Figura 2.3: Exemplo de sinalização de unidades de transporte envolvendo um tipo de produto perigoso de apenas um risco.	37
Figura 2.4: Diagrama esquemático das entidades envolvidas na elaboração das normas relativas a produtos perigosos.	39
Figura 2.5: Evolução da produção industrial do setor químico no período de 1990 a 2006, em milhões de toneladas.....	46
Figura 2.6: Evolução dos níveis de exportação e importação do setor químico no período de 1990 a 2006, em US\$ bilhões.....	47
Figura 2.7: Acidente na ponte San Francisco - Oakland Bay, na Califórnia – EUA.	55
Figura 2.8: Gráfico dos números de acidentes e falecimentos no TRPP na Espanha, no período entre 2000 e 2006.	59
Figura 2.9: Colisão seguida de capotamento com carreta transportando álcool e aplicação de espuma.	62
Figura 2.10: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 a 2006, por Classe de Risco.....	63
Figura 2.11: Acidente envolvendo a atividade de transbordo de produto químico perigoso, em que se nota a utilização do EPI pelo profissional de atendimento emergencial. ...	64
Figura 2.12: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 a 2004, por tipo de carga e vias.	65
Figura 2.13: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 a 2004, por tipo de vias e horários.....	66
Figura 2.14: Acidentes no TRPP por 10.000 viagens – Programa Atuação Responsável.	67
Figura 2.15: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 e 2006 por causas do acidente.	71
Figura 2.16: Tombamento de carreta transportando amônia na rodovia Fernão Dias – SP.	72

Figura 3.1: Modelo sintético de prevenção de acidentes, de seus danos e níveis de atuação dos agentes envolvidos no gerenciamento de risco no TRPP.	100
Figura 5.1: Metodologia proposta para escolha de transportadora rodoviária de produtos perigosos com enfoque em gerenciamento de riscos.....	121
Figura 6.1: Esquema do fluxo logístico do transporte rodoviário de combustíveis líquidos no Brasil.....	135
Figura 6.2: Representação geográfica das bases de distribuição de combustíveis líquidos no Brasil e suas ligações nos modos de transporte rodo, ferro, hidro e dutoviário. ...	136
Figura 6.3: Exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD (alternativa 7).	141
Figura 6.4: Tela do dimensionamento da amostra.	143
Figura 6.5: Tela do dimensionamento da amostra.	143
Figura 6.6: Valores das utilidades dos atributos.	147
Figura A4.1: Exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD (alternativa 2).	180
Figura A4.2: Exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD (alternativa 9).	180
Figura A4.3: Exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD (alternativa 13).	180

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
Cetesb	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CO	Região Centro-Oeste brasileiro
Contran	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
Denatran	Departamento Nacional de Trânsito
Detran	Departamento de Trânsito
DOT	Department of Transportation USA
DRPRF	Departamento de Polícia Rodoviária Federal
ETRPP	Empresa de Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos
EUA	Estados Unidos da América
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
Mercosul	Acordo para Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MOPP	Movimentação de Produtos Perigosos
ONU	Organização das Nações Unidas
PD	Preferência Declarada
RSPA	<i>Research and Special Programs Administration</i>
RTTPP	Regulamento para o Transporte Terrestre de Produtos Perigosos
TPD	Técnica de Preferência Declarada
TPP	Transporte de Produtos Perigosos
TRPP	Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos
UFIR	Unidade Fiscal de Referência
UN	Nações Unidas

1. INTRODUÇÃO

*Se podes!... Tudo é possível a quem tem fé.
(São Marcos 9,14-19)*

1.1 APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento econômico de uma sociedade conduz ao crescimento do consumo industrial de produtos perigosos e o transporte é uma atividade fundamental para possibilitar a movimentação desse tipo de carga.

Embora o planejamento da prevenção dos acidentes com produtos perigosos ocorra nas várias fases do processo - produção, transporte, transformações, utilização e disposição final - os maiores riscos, segundo Ramos (1997), encontram-se no transporte.

É durante o transporte que a carga é exposta a situações em que, em regra, não há como evitar os riscos devido a fatores adversos tais como: acidentes com outros veículos, condições de transporte e do trânsito, traçado da pista e de sua manutenção, habilidade e condição do motorista.

No Brasil, o modo rodoviário lidera a movimentação de produtos perigosos e os controles de risco aplicáveis ao transporte requerem a ação de vários atores - governo, empresários e sociedade - os quais detêm níveis de poder e atuação diferenciados, para efetivá-los. Essas ações podem ser pessoais, gerenciais, técnicas, legais e políticas e devem visar à segurança e à eficiência do transporte.

Tendo em vista que os expedidores de produtos perigosos para fins de transporte é que escolhem as transportadoras, esses são considerados importantes atores na cadeia logística. Cabe a eles discernir, entre várias empresas, a que proporciona o menor nível de risco durante as operações de transporte.

Além disso, as legislações nacionais atribuem-lhes vários deveres, que abrangem: a responsabilidade pelas operações de carga; o fornecimento de documentos de porte obrigatório ao transportador; o uso de embalagens certificadas para acondicionar esse tipo de produto; a responsabilidade por escolha de transportadora que tenha as unidades de

transporte devidamente capacitadas e aparelhadas; o fornecimento de equipamentos necessários às situações de emergência, acidente ou avaria, com as devidas instruções; a exigência à transportadora pelo emprego de Painéis de Segurança e Rótulos de Risco correspondentes aos produtos a serem transportados; e a orientação e o treinamento do pessoal empregado nas aludidas atividades.

Ou seja, o gerenciamento de riscos no transporte inicia-se, sobretudo, com o embarcador de produtos perigosos, quando este elege a sua prestadora de serviços de transporte.

Nesse sentido, a proposição de uma metodologia de identificação e análise dos atributos mais importantes na escolha de serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos, sob a ótica de gerenciamento de riscos, constitui uma ferramenta auxiliar no processo de decisão dos embarcadores, permitindo-os não somente avaliarem e contratarem transportadoras que ofereçam maior nível de segurança em suas operações, como também aprimorarem a qualidade dos serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos (TRPP).

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Estudos da Abiquim (2006), CNT (2008) e ANP (2008) mostram que a movimentação de produtos perigosos concentra-se, sobretudo, no modo rodoviário e, embora a evolução do transporte rodoviário desse tipo de produto acompanhe o crescimento dos setores químico, petroquímico e de refino de petróleo, não é a pujança econômica a única característica da atividade.

No ambiente em que ocorre o transporte de produtos perigosos, ressaltam-se os riscos a que ficam submetidos o homem (ator diretamente envolvido na atividade de transporte), a população exposta (principalmente a lindeira às vias públicas) e o meio ambiente, em razão das características físico-químicas dos produtos transportados, tais como toxicidade, inflamabilidade, explosividade e radioatividade. Não se olvidando, no caso de ocorrência de acidentes, dos prejuízos decorrentes de perda de carga, de patrimônio privado (entre eles, veículos), de danos à infra-estrutura viária pública e de dificuldades na gestão da operação do tráfego das vias.

Registra-se que o índice de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos é expressivo, tendo alcançado mais de 40% do número total dos atendimentos emergenciais ocorridos em 2006 no Estado de São Paulo (CETESB, 2007).

No que tange às regulamentações nacionais dessa atividade de transporte, salienta-se que se baseiam, sobretudo, em recomendações internacionais, como, por exemplo, as provenientes do Subcomitê de Especialistas de Transporte de Produtos Perigosos da Organização das Nações Unidas – ONU e do Acordo Europeu para o Transporte de Produtos Perigosos – ADR. Além disso, tais regulamentações se calcam em dois princípios fundamentais: o de garantia da segurança da operação e o da facilitação do transporte.

No que diz respeito ao transporte rodoviário no âmbito nacional, por vias públicas, o mesmo é disciplinado pelo Decreto no 96.044/88, que dispõe sobre o Regulamento para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, complementado pelas instruções da Resolução ANTT no 420/04 e suas alterações (Resoluções ANTT de nos 701/04, 1.644/06 e 2.558/08), sem prejuízo da legislação e disciplina peculiar a cada produto. As infrações às exigências dispostas nos diplomas legais resultam a aplicação de penalidades não somente ao embarcador, mas também ao transportador, e, em alguns casos, pode alcançar inclusive o destinatário da carga.

Dado o ordenamento jurídico nacional, outros órgãos/entidades envolvem-se na questão de regulamentação específica sobre os aspectos relacionados aos produtos perigosos, conforme a atribuição de cada um, que se somam à legislação de transporte. Por exemplo, no que se trata de produtos perigosos, sob a ótica de segurança e higiene laboral, cabe ao Ministério do Trabalho e Emprego – MTE produzir suas regulamentações sobre o tema. Se o produto perigoso for algum artigo explosivo controlado, cabe ao Ministério da Defesa / Comando do Exército disciplinar a questão. E assim por diante.

Assaz frisar que a legislação do TRPP se interconecta com a ambiental, positivando as responsabilidades do embarcador e do transportador, em que se destaca, por exemplo, o princípio do pagador-poluidor e o princípio da co-responsabilidade, ambos assentados na Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

Diante do arcabouço legal e dos riscos inerentes à atividade de transporte desse tipo de carga, torna-se patente a responsabilidade do embarcador durante o processo decisório de escolha da transportadora que ofereça o menor risco durante as suas operações.

Contudo, durante o processo decisório, o embarcador raramente conhece, com a exatidão necessária, quais as variáveis relacionadas ao gerenciamento de riscos deveria analisar, como valorar as alternativas de serviços oferecidas por uma empresa ou, ainda, depara-se com a inexistência de um banco de dados que concentre as variáveis mais importantes relacionadas ao gerenciamento de riscos das transportadoras: índice de acidentes; idade média da frota; a existência e a implantação de programa de gerenciamento de riscos; de programa de qualidade ambiental; de sistema de rastreamento veicular; de programa de manutenção da frota; entre outros.

Percebe-se, desse contexto, que a existência de uma ferramenta de identificação e análise dos atributos preponderantes na escolha de uma transportadora rodoviária de produtos perigosos, sob a ótica de gerenciamento de riscos, seria de muita valia para o embarcador.

1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Contextualizado o tema, o problema da pesquisa é: *“identificar e analisar os atributos preponderantes na escolha de empresas de transporte rodoviário de produtos perigosos pelo embarcador, sob a ótica de gerenciamento de riscos”*.

1.4 HIPÓTESES

A hipótese principal considerada na pesquisa é:

- A proposição de uma metodologia de identificação e de análise dos atributos preponderantes na escolha de serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos, sob a ótica de gerenciamento de riscos, permite aos embarcadores avaliarem e contratarem transportadoras que ofereçam o menor risco durante as operações de transporte.

1.5 JUSTIFICATIVA

De um pólo da questão prática, existem diversos atores envolvidos no TRPP , os quais, em regra, podem ser agrupados em três grupos: o governo, o empresariado e a sociedade. O governo é representado pelos seus órgãos reguladores de transporte e trânsito, planejadores e fiscalizadores, de meio ambiente e de suporte a atendimentos emergenciais. O empresariado é liderado pelos transportadores e pelos setores industrial, comercial e de distribuição, no qual se incluem os embarcadores e os destinatários da carga. E, por fim, existe a sociedade, que pode ser afetada em decorrência de acidente no decorrer do TRPP, em particular a população que circunvizinha as vias públicas.

Em outro pólo, verifica-se a existência de diversas variáveis diretamente relacionadas ao gerenciamento de riscos na movimentação de produtos perigosos que devem ser identificadas e analisadas pelo embarcador desse tipo de produto, quando da escolha de suas prestadoras de serviços de transporte.

Cita-se, como exemplo, o fato de determinada empresa de TRPP possuir e implantar um programa operacional que vise a reduzir o número de acidentes nesse tipo de transporte. Certamente, quando comparada com outra empresa que não disponha e implemente um programa semelhante, a primeira, a princípio, já mostraria uma tendência de menor exposição a riscos em suas operações.

Ao trabalhar as variáveis relacionadas ao gerenciamento de riscos, as empresas de transporte, fabricantes de equipamentos e seguradoras foram capazes de desenvolver serviços e produtos, que podem ser incorporados à gestão da cadeia logística dos produtos perigosos. Elencam-se, também como exemplos, as tecnologias de informação e comunicação, envolvendo desde a eletrônica embarcada (*on-board electronic*), passando pelo rastreamento global por satélite da unidade de transporte, até o tráfego de informações sem a necessidade de conexão física por meio de cabos (*wireless*).

Dessa forma, fica claro que existem necessidades de governo, empresários e sociedade que podem ser supridas, entre outros, pelas aplicações de serviços e tecnologias específicos, propiciando não somente a melhoria do gerenciamento de risco na operação do transporte,

como também o aprimoramento da qualidade dos serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos.

Logo, o objetivo principal desta pesquisa é a proposição de metodologia para identificar e analisar os atributos preponderantes na escolha de serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos, sob a ótica de gerenciamento de riscos, permitindo aos embarcadores avaliarem e contratarem transportadoras que ofereçam o menor risco durante as operações de transporte.

Além disso, também se perseguem os intuitos de verificar a preferência dos embarcadores por determinada alternativa de serviços de uma transportadora, assim como a estimação da função utilidade por parte dos embarcadores, com o uso da técnica de Preferência Declarada.

1.6 OBJETIVOS

O objetivo geral da dissertação é:

- Desenvolver uma metodologia de identificação e análise dos atributos preponderantes na escolha de serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos, sob a ótica de gerenciamento de riscos, para auxiliar os embarcadores a selecionar transportadoras que ofereçam o menor risco durante as operações de transporte.

Como objetivos específicos, podem ser apresentados os seguintes:

- Identificar os atributos preponderantes que são considerados pelos tomadores de decisões de transporte, sob o ponto de vista de gerenciamento de riscos, para a contratação de uma empresa de transporte rodoviário de produtos perigosos – ETRPP.
- Identificar a preferência dos embarcadores rodoviários de produtos perigosos por determinada alternativa de serviços de uma transportadora, por meio da utilização da Técnica de Preferência Declarada.

- Mensurar o peso de cada um dos atributos relevantes identificados no processo de escolha de uma ETRPP.
- Estimar a função utilidade na escolha de uma ETRPP, por meio da aplicação da TPD.

1.7 ESTRUTURA METODOLÓGICA DA PESQUISA

O método de abordagem adotado nesta pesquisa é o *hipotético-dedutivo*, pelo qual parte-se de um problema detectado, são formuladas conjecturas (hipóteses) e estas são seguidamente testadas em busca de sua corroboração ou falseamento. O método de procedimento será o *comparativo*, investigando os dados observados visando a ressaltar as semelhanças ou diferenças entre eles.

No que tange às técnicas de pesquisa, será utilizada, em primeiro momento, a *documentação indireta*, abrangendo a pesquisa bibliográfica e documental. Em outras etapas, dar-se-á pela *observação direta intensiva*, por meio de *entrevistas padronizadas* a especialistas. Também, se utilizará a *observação direta extensiva*, com a aplicação de questionários aos atores envolvidos.

A seguir, está discriminada a estrutura metodológica da pesquisa utilizada para a consecução dos objetivos pretendidos. Cada uma das etapas propostas para a solução do problema de pesquisa e o relacionamento lógico entre elas estão apresentados no fluxograma metodológico, ilustrado pela Figura 1.1.

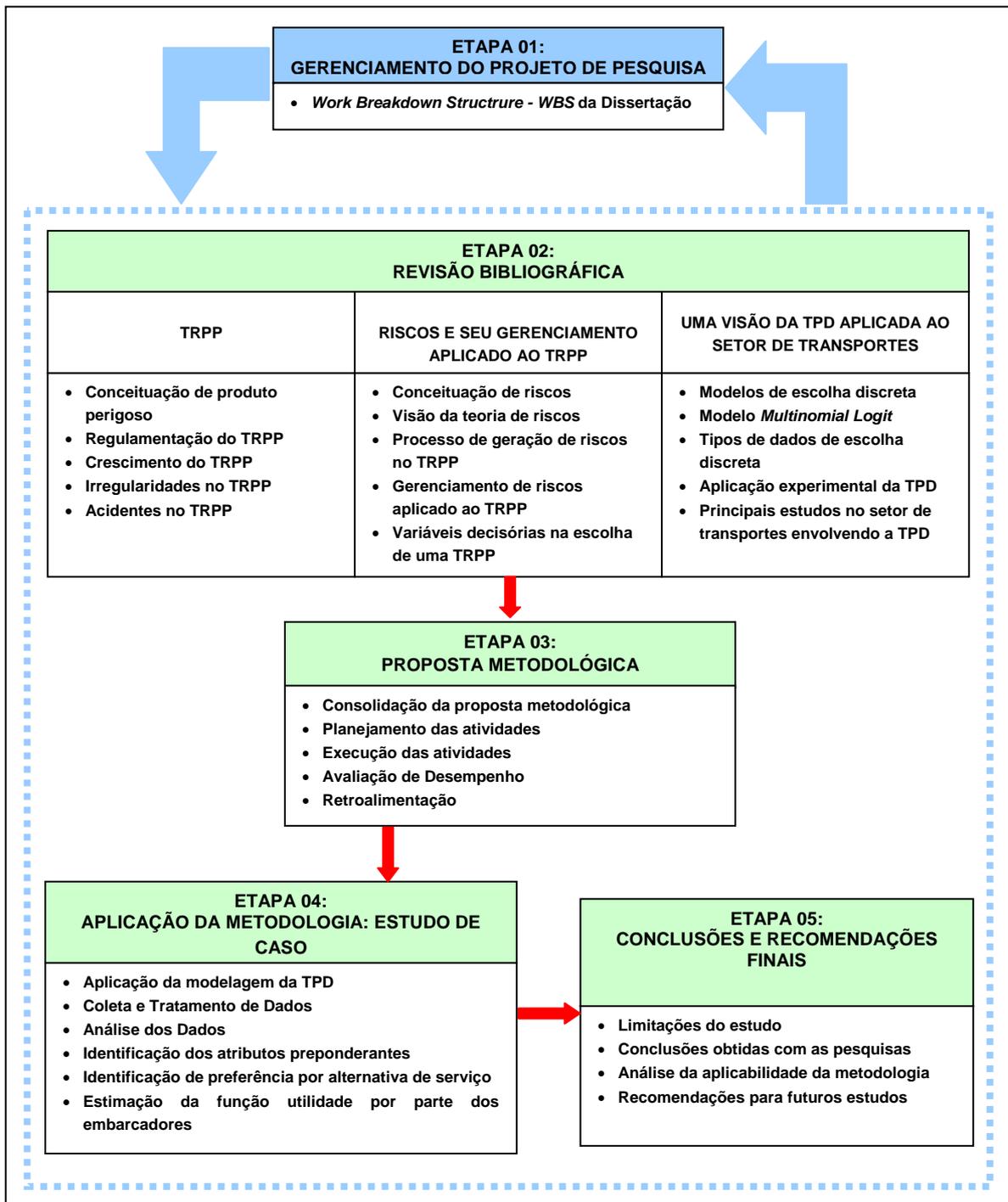


Figura 1.1: Esquema da metodologia empregada na pesquisa.

1.7.1 Plano de Trabalho: Detalhamento das Etapas e Produtos Esperados

Etapa 1: Gerenciamento do Projeto de Pesquisa: abrange os procedimentos necessários para o planejamento, a execução e o controle deste trabalho, culminando com a elaboração de uma *Work Breakdown Structure – WBS* (Estrutura Analítica de Projeto – EAP) da Dissertação.

Etapa 2: Revisão Bibliográfica: consiste no resgate literário e sua discussão acerca dos aspectos concernentes ao transporte rodoviário de produtos perigosos; na visão dos riscos e de seu gerenciamento aplicado à movimentação desse tipo de carga; e na explanação da Técnica de Preferência Declarada - TPD aplicada ao estudo em questão.

Etapa 3: Proposta Metodológica: versa sobre a consolidação da proposta de metodologia para escolha de uma empresa de TRPP; o planejamento e a execução das atividades; a avaliação de desempenho e a retroalimentação.

Etapa 4: Aplicação da Metodologia - Estudo de Caso: busca revelar, sob a ótica dos embarcadores, os atributos preponderantes na escolha de serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos, no que tange aos aspectos relacionados ao gerenciamento de riscos; identificar a preferência dos embarcadores por determinada alternativa de serviços de uma transportadora, no contexto de redução de riscos; e estimar a função utilidade por parte dos embarcadores entrevistados, por meio da Técnica de Preferência Declarada.

Etapa 5: Conclusões e Recomendações Finais: compreende a análise da aplicabilidade da metodologia proposta, abordando as conclusões obtidas com a pesquisa, as dificuldades encontradas e as indicações para futuros estudos.

1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se estruturada em 7 capítulos.

O Capítulo 1 apresenta a introdução ao estudo desenvolvido, contextualizando a formulação do problema científico a ser solucionado e estabelecendo as hipóteses, a

justificativa, os objetivos, a estrutura metodológica da pesquisa, o plano de trabalho e a estrutura da dissertação.

Os Capítulos 2, 3 e 4 abordam a revisão bibliográfica e sua discussão, apresentado os pilares referenciais para o desenvolvimento do projeto.

Entre esses, o Capítulo 2 trata do transporte rodoviário de produtos perigosos, passando pelo entendimento da conceituação de produtos perigosos para fins de transporte, pelas bases da regulamentação da atividade, internacional e nacional, pelas irregularidades mais comumente verificadas pelos órgãos fiscalizadores nas rodovias e pela análise dos acidentes ocorridos.

O Capítulo 3 refere-se aos riscos e seu gerenciamento aplicado ao TRPP, elencando uma breve discussão acerca da conceituação de riscos, a visão da teoria de riscos aplicada a diversos setores, a caracterização do processo de geração de riscos no TRPP, a conceituação de gerenciamento de riscos aplicada à atividade específica, modelos de gerenciamento de riscos e a apresentação de algumas variáveis decisórias utilizadas no TRPP.

O Capítulo 4 diz respeito à visão da TPD aplicada à área de transportes, abarcando os modelos de escolha discreta, o modelo *Multinomial Logit*, os tipos de dados de escolha discreta, os fundamentos próprios da TPD e os principais estudos na área de transportes envolvendo a aplicação da aludida técnica.

Tendo-se a base teórica, o Capítulo 5 apresenta a metodologia proposta para escolha de transportadora rodoviária de produtos perigosos com enfoque em gerenciamento de riscos, consubstanciada em etapas detalhadas de ações, envolvendo o planejamento e a execução das atividades, a avaliação de desempenho da transportadora e a retroalimentação do processo.

O Capítulo 6 apresenta a aplicação da metodologia em um estudo de caso, como forma de validar suas etapas, relativo aos embarcadores de combustíveis líquidos da Região do Centro-Oeste brasileira

O Capítulo 7 contém as limitações de estudo, as conclusões, a avaliação da metodologia proposta e sua aplicabilidade e as recomendações para trabalhos futuros.

E, por fim, os Anexos e as Referências Bibliográficas encerram o presente trabalho.

2. TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS

Todo o nosso descontentamento por aquilo que nos falta procede da nossa falta de gratidão por aquilo que temos.

(Daniel Defoe)

2.1 APRESENTAÇÃO

Este capítulo tem o intuito de contextualizar o TRPP, evidenciando sua importância na economia de uma nação. Inicializa com a conceituação de produtos perigosos para fins de transporte, estabelecendo a diferença entre produto perigoso e carga perigosa.

Apresenta as bases das regulamentações internacionais e o supedâneo legal nacional. O conhecimento das regulamentações pelos embarcadores ou expedidores de produtos perigosos é de valiosa importância, pois são atores que, além de terem o papel de escolher as transportadoras que realizarão a movimentação desse tipo de produto ao longo da cadeia logística, as legislações nacionais lhes atribuem várias responsabilidades, cujo descumprimento pode resultar-lhes à imposição de penalidades às infrações cometidas.

Na sequência, o capítulo traz estudo acerca do crescimento do TRPP, a caracterização do transporte desse tipo de produto pela indústria química, as irregularidades mais observadas durante o transporte, o panorama dos acidentes do TRPP no mundo e no Brasil, discorrendo acerca de suas principais causas e características.

Ademais, verificar-se-á que o descumprimento dos preceitos estabelecidos nas regulamentações implica, em regra, o aumento das condições potenciais de risco durante as operações de transporte.

2.2 CONCEITUAÇÃO DE PRODUTOS PERIGOSOS PARA FINS DE TRANSPORTE

Na ótica do Departamento de Energia dos Estados Unidos (USDOE, 1998), produto perigoso é qualquer material sólido, líquido ou gasoso que seja tóxico, radioativo, corrosivo, quimicamente reativo, ou instável durante estocagem prolongada em quantidade

que representa uma ameaça à vida, à propriedade ou ao meio ambiente. Essa definição, segundo Real (2000), apresenta pouca especificidade para aplicação em transporte.

Já na visão do Departamento de Transportes do Estado de Washington (RUSSEL, 1994), este inclui, entre os *hazardous materials*, para o transporte rodoviários, substâncias como óleos, farinhas e outros produtos industriais que, quando derramados nas vias, conduzem à insegurança na direção por tornar a pista escorregadia, impedir a visibilidade ou criar obstruções.

Embora a Organização das Nações Unidas – ONU (ONU, 2005), não adote uma definição única para produto perigosos em suas recomendações de regulação, a análise de sua classificação e o enquadramento em uma das Classes de Produtos Perigosos permitem concluir que, para fins de transporte, são considerados perigosos aqueles produtos que, em função de suas características químicas ou físicas, quando expostos ao meio ambiente, podem causar danos imediatos à vida humana, aos bens materiais e/ou aos ecossistemas. Eles são, basicamente, produtos químicos, puros ou suas misturas, incluindo-se os radioativos, os explosivos, agentes etiológicos e os resíduos perigosos, os quais exigem cuidados especiais no manuseio e transporte.

Para fins da consecução dos objetivos deste trabalho, será utilizado o conceito legal de produtos perigosos, emanado da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, órgão responsável pela regulamentação do transporte terrestre de produtos perigosos no Brasil, por meio da Resolução ANTT nº 420/04, que aprova as *Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos*.

De acordo com a Resolução ANTT nº 420/04, é denominado produto perigoso, para fins de transporte, *toda substância ou artigo encontrado na natureza ou produzido por qualquer processo que, por suas características físico-químicas, represente risco para a saúde das pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente*.

Da conceituação ora estabelecida, verifica-se a necessária diferenciação entre *produto perigoso para fins de transporte e carga perigosa*.

O primeiro termo, como já mencionado, encontra seu respaldo jurídico por meio da Resolução ANTT nº 420/04. E o segundo, todavia citado em determinados instrumentos legais, pode representar o transporte de quaisquer produtos que, mal acondicionados ou fixados, como, por exemplo, postes de concreto, deslocariam o centro de gravidade da unidade de transporte e ocasionariam a possibilidade de ocorrência de acidentes, sem, entretanto, colocar a população, a segurança pública ou o meio ambiente em risco direto de intoxicação, explosão, incêndios e radiação.

Isto é, os acidentes que poderiam ser provocados com a “carga perigosa” de postes de concreto não se relacionam, necessariamente, com as características físico-químicas dos produtos perigosos para fins de transporte – toxicidade, explosividade, inflamabilidade, radioatividade – que, aí sim, em função dessas características específicas, representariam risco para a saúde das pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente.

2.3 REGULAMENTAÇÃO DO TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS

As regulamentações internacionais do TPP são oriundas, basicamente, do Regulamento Modelo da ONU ou do Acordo Europeu relativo ao Transporte de Materiais Perigosos por Rodovias e Ferrovias – ADR/RID, sendo que cada qual apresenta sua especificidade de aplicação e estrutura de organização. É a partir da interpretação dos princípios estabelecidos nessas regulamentações e das discussões nacionais sobre o tema que cada país edita suas próprias normas e padrões técnicos para o transporte desse tipo de produto.

Antes de adentrar-se aos aspectos das regulamentações, traça-se breve e salutar histórico sobre a sua origem.

2.3.1 Breve Histórico

Segundo Souza (2005), as primeiras preocupações, em âmbito internacional, com o TPP surgiram após o término da II Guerra Mundial. Países como a França, Alemanha e Inglaterra, estabeleceram recomendações padronizadas e, após, toda Europa atentou para a importância desse assunto. A ONU, em 1957, criou uma comissão que elaborou um rol com aproximadamente dois mil produtos químicos classificados como perigosos e adotou uma numeração para a identificação de cada um deles.

Martins (1995) informa que esta listagem foi adotada pelos Estados Unidos no ano de 1975, após o acontecimento de diversos acidentes durante o transporte de tais produtos.

No Brasil, essa recomendação chegou nos meados de 1978, quando da criação do Pólo Petroquímico de Camaçari, na Bahia. Daí por diante, começaram a ser desenvolvidos estudos no sentido de se ter cuidados especiais para o transporte de produtos perigosos existentes nas refinarias.

No entanto, providências governamentais somente foram tomadas em 1983, tendo em vista o acontecimento de dois grandes acidentes: um com a embalagem de modo irregular contendo o *pó da China* (pentaclorofenato de sódio), e outro próximo a Salvador, quando um comboio ferroviário descarrilou, provocando um vazamento de produtos inflamáveis e, posteriormente, uma grande explosão.

Após esses acidentes, o Ministério dos Transportes foi acionado, a fim de tomar medidas em caráter de urgência, no intuito de regulamentar o TPP.

A partir daí, foi expedido um número considerável de documentos disciplinares, fiscalizadores e normativos, quanto ao transporte desse tipo de produto.

Com a reorganização do setor federal de transportes, por meio da Lei nº 10.233/01, que dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, a regulamentação e a fiscalização da movimentação de produtos perigosos em rodovias e ferrovias passaram a constituir esfera de atuação da ANTT.

2.3.2 Regulamento Modelo da ONU

A ONU é responsável pela publicação do livro denominado *Recommendation on the Transport of Dangerous Goods – Model Regulations*, conhecido como *Orange Book*. Essa publicação resume o trabalho elaborado pelo Subcomitê de Especialistas de Transporte de Produtos Perigosos, vinculado ao Conselho Econômico e Social (*Economic and Social Council – ECOSOC*), órgão integrante da ONU.

O Subcomitê de Especialistas de Transporte de Produtos Perigosos revisa e atualiza o *Orange Book* a cada dois anos, em função do desenvolvimento tecnológico, para atender às exigências dos modernos sistemas de transporte e, sobretudo, garantir a segurança das pessoas, das propriedades e do meio ambiente.

Dois princípios são latentes no Regulamento Modelo da ONU, quais sejam: o da *segurança* e o da *facilitação dos transportes*. O *princípio da segurança* visa a eliminar, reduzir e prevenir os riscos decorrentes da operação do TPP, por meio da aplicação de recomendações de caráter técnico referentes às classes de produtos perigosos transportados. Já o *princípio da facilitação dos transportes* calca-se nos padrões internacionais de normas e recomendações, conferindo, tanto quanto possível, uniformidade e eficiência às operações.

O principal objetivo do Regulamento Modelo da ONU é propor recomendações de regulamentação do TPP, estabelecendo um mínimo de segurança para o comércio mundial. Suas recomendações também são aplicáveis a outros modos de transporte, como o aéreo e o aquaviário, que as absorvem, respectivamente, via câmaras temáticas específicas, de outros órgãos vinculados à ONU: a ICAO (*International Civil Aviation Organization*) e a IMO (*International Maritime Organization*).

Em paralelo, o Regulamento Modelo da ONU serve de base para que os governos nacionais elaborem as suas regulamentações internas e, dessa forma, facilita a uniformização dos procedimentos nacionais e internacionais para as operações de transporte desse tipo de produto.

2.3.2.1 A Organização do Regulamento Modelo da ONU

Entre outros aspectos, as recomendações da ONU (2007), dividem-se em sete partes e dois apêndices, a saber:

- Parte 1: Disposições gerais, definições, treinamento e segurança.
- Parte 2: Classificação dos produtos perigosos: definições, propriedades, subclasses e alocação a grupos de embalagem.

- Parte 3: Relação de Produtos Perigosos e exceções para quantidades limitadas.
- Parte 4: Disposições relativas a embalagens e tanques.
- Parte 5: Procedimentos de expedição.
- Parte 6: Exigências para a fabricação e ensaio de embalagens, contentores intermediários para granéis (IBCs), embalagens grandes, tanques portáteis, contentores para gás de elementos múltiplos (*MEGCs*) e contentores para granéis.
- Parte 7: Prescrições relativas às operações de transporte.
- Apêndice A: Relação dos nomes apropriados para embarque genéricos e não especificados
- Apêndice B: Glossário de termos.

Um dos propósitos adicionais do sistema estabelecido pelo Regulamento Modelo da ONU (2007) é reduzir as tarefas e os obstáculos no transporte internacional desse tipo de produto, tendo em vista o seu crescente desenvolvimento comercial.

2.3.2.2 Classificação dos Produtos Perigosos

Por constituírem fontes de perigo, os produtos perigosos são classificados de acordo com o tipo de danos que podem provocar. A ONU (2007) estabelece, em sua Parte 2, os critérios utilizados para a classificação desses produtos, que estão dispostos em nove Classes de Risco distintas, que podem ou não estar subdivididas em Subclasses, conforme as características de tais produtos.

No caso de uma substância, mistura ou solução apresentar mais de um perigo, deve-se adotar a classificação mais rigorosa. Abaixo, apresenta-se a Tabela 2.1, identificando as Classes e suas Subclasses de Risco:

Tabela 2.1: Classes e Subclasses de Risco para o transporte de produtos perigosos.

Classes	Subclasses
Classe 1: explosivos.	Subclasse 1.1: substâncias e artigos com risco de explosão em massa.
	Subclasse 1.2: substâncias e artigos com risco de projeção, mas sem risco de explosão em massa.
	Subclasse 1.3: substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão ou de projeção, ou ambos, mas sem risco de explosão em massa.
	Subclasse 1.4: substâncias e artigos que não apresentam risco significativo.
	Subclasse 1.5: substâncias muito insensíveis, com risco de explosão em massa.
	Subclasse 1.6: artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa.
Classe 2: gases.	Subclasse 2.1: gases inflamáveis.
	Subclasse 2.2: gases não-inflamáveis.
	Subclasse 2.3: gases tóxicos.
Classe 3: líquidos inflamáveis.	
Classe 4: sólidos inflamáveis; substâncias sujeitas à combustão espontânea; substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis.	Subclasse 4.1: sólidos inflamáveis, substâncias auto-reagentes e explosivos sólidos insensibilizados.
	Subclasse 4.2: substâncias sujeitas à combustão espontânea.
	Subclasse 4.3: substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis.
Classe 5: substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos.	Subclasse 5.1: substâncias oxidantes.
	Subclasse 5.2: peróxidos orgânicos.
Classe 6: substâncias tóxicas e infectantes.	Subclasse 6.1: substâncias tóxicas.
	Subclasse 6.2: substâncias infectantes.
Classe 7: material radioativo.	
Classe 8: substâncias corrosivas.	
Classe 9: substâncias e artigos perigosos diversos.	

Fonte: ONU (2007).

2.3.2.3 Identificação dos Produtos Perigosos em Unidades de Carga e de Transporte

Conhecidas as Classes e Subclasses de Risco, o próximo passo imprescindível, sob o ponto de vista de gerenciamento de riscos no TPP, é saber identificar os produtos perigosos presentes em uma unidade de carga e de transporte.

Para que o trânsito nacional e internacional de produtos perigosos seja feito com segurança, estabeleceu-se uma sistemática para uniformizar os procedimentos nesse comércio. Por meio da Relação de Produtos Perigosos mais comumente transportados, a ONU introduziu uma codificação numérica, denominada de *número ONU*, em algarismos arábicos, a fim de:

- universalizar a identificação desses produtos;
- facilitar o seu reconhecimento; e
- comunicar o perigo do conteúdo das embalagens para povos com idiomas diferentes.

De acordo com os procedimentos recomendados pela ONU (2007), as unidades de carga e de transporte contendo produtos perigosos devem ser sinalizadas com *Painéis de Segurança e Rótulos de Risco* para:

- tornar tais produtos facilmente reconhecíveis à distância pela aparência geral dos símbolos (como forma e cor);
- permitir a identificação rápida dos riscos que apresentam; e
- prover, por meio das cores dos rótulos, uma primeira indicação quanto aos cuidados a observar no manuseio e estiva.

O *Painel de Segurança* é composto pelo *número ONU* e *Número de Risco* (código numérico constituído de dois ou três algarismos que indicam a natureza e a intensidade do risco), podendo apresentar o *Risco Subsidiário* (risco adicional que o produto perigoso apresenta). A Figura 2.1 ilustra um exemplo de Painel de Segurança para produto tóxico e inflamável, em que a inflamabilidade foi identificada como risco subsidiário.

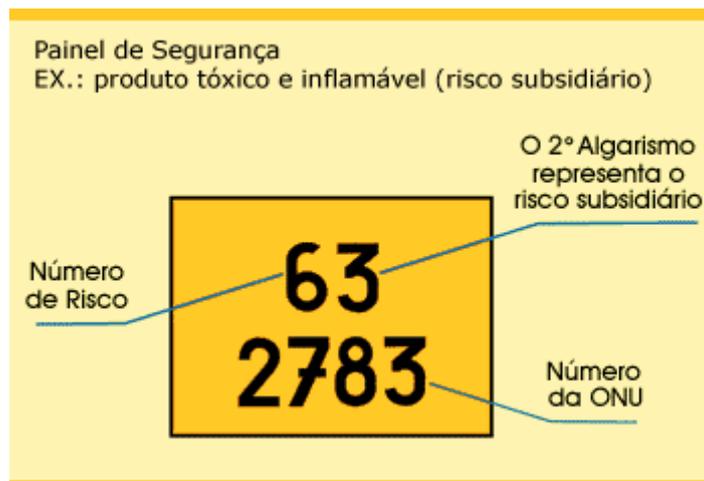


Figura 2.1: Exemplo de Painel de Segurança para produto classificado como tóxico e inflamável.
Fonte: ANDEF (2005).

O *Rótulo de Risco* obedece a determinados padrões de dimensão, cor e forma, e apresentam, em regra, o pictograma, o nome e o número alusivo à Classe ou Subclasse de Risco a que o produto perigoso pertence. A Figura 2.2 mostra um exemplo de Rótulo de Risco para substâncias da Classe 6 (tóxicas) e outro de Rótulo de Risco para substâncias da Classe 3 (líquidos inflamáveis).



Figura 2.2: Exemplos de Rótulos de Risco para substâncias da Classe 6 (tóxicas) e Classe 3 (líquidos inflamáveis).
Fonte: ANDEF (2005).

Já a Figura 2.3 apresenta a sinalização de unidades de transporte envolvendo um tipo de produto perigoso que foi classificado com apenas um risco.

1 (UM) TIPO DE PRODUTO PERIGOSO E 1 (UM) RISCO	
Painel de Segurança	Rótulo de Risco
Nas duas laterais, frente e traseira com números	Nas duas laterais e na traseira

Figura 2.3: Exemplo de sinalização de unidades de transporte envolvendo um tipo de produto perigoso de apenas um risco.

Fonte: ANDEF (2005).

2.3.2.4 Comentários Adicionais ao Regulamento Modelo da ONU

O Regulamento Modelo da ONU também assenta, ao longo de sua estrutura, explicitamente ou não, recomendações acerca dos deveres do embarcador: a responsabilidade pelas operações de carga; o fornecimento de documentos de porte obrigatório ao transportador, como a Ficha de Dados de Segurança (no Brasil, conhecida com Ficha de Emergência); o cuidado ao oferecer para o transporte produtos devidamente acondicionados em embalagens que estejam de acordo com as especificações requeridas para o produto específico e que se submeteram com êxito aos tipos de ensaio exigidos; a responsabilidade pela escolha de transportadora que tenha as unidades de transporte devidamente capacitadas e aparelhadas; o fornecimento de equipamentos necessários às situações de emergência, acidente ou avaria, com as devidas instruções; a exigência à transportadora pelo emprego de Painéis de Segurança e Rótulos de Risco correspondentes aos produtos a serem transportados; e a orientação e treinamento do pessoal empregado nas aludidas atividades.

2.3.3 Regulamento do ADR

O ADR (*The International Carriage of Dangerous Goods by Road*) é um regulamento internacional de produtos perigosos pelo modo rodoviário, sendo o RID (*The International Carriage of Dangerous Goods by Rail*) a versão para o modo ferroviário. É um acordo assinado pela maioria dos países europeus, a fim de estabelecer as normas para circulação

de produtos perigosos entre suas fronteiras e através de seus territórios. A sigla ADR é internacionalmente conhecida e origina-se das iniciais das palavras chaves do título do Acordo em francês (*Accord Européen relatif au Transport des Matières Dangereuses par Route*).

O sistema de classificação dos produtos perigosos adotado pelo ADR (2007) é semelhante ao das recomendações da ONU (2007) e foi elaborado pelo Comitê para o Transporte Terrestre (*Inland Transport Committee*), de acordo com o estabelecido pela Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (*United Nations Economic Commission for Europe – UNECE*). Em princípio, seu escopo é regional e aplicável aos países-membros da Comunidade Européia. No entanto, devido à natureza internacional do transporte, suas recomendações têm-se difundido mundialmente.

As normas do Acordo são, principalmente, dirigidas para a classificação, acondicionamento, identificação, capacitação e procedimentos para o TRPP.

Uma das principais diferenças entre o Modelo Regulamento ONU e o ADR, para fins da consecução dos objetivos deste trabalho, é que o último se detém mais pormenorizadamente nas questões afetas à expedição de cargas em pequenas quantidades.

As expedições de determinados produtos perigosos para fins de transporte em pequenas quantidades, que não ultrapassem as denominadas *quantidades limitadas* por embalagem interna ou por unidade de transporte, são aquelas em que os produtos perigosos transportados apresentam, em geral, riscos menores que quando transportados em grandes quantidades, podendo-se, portanto, dispensar tais expedições do cumprimento de algumas exigências legais.

2.3.4 Regulamentação Nacional do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos

Com a promulgação da Lei nº 10.233/01, que dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, a regulamentação e a fiscalização da movimentação de produtos perigosos em rodovias e ferrovias passaram a constituir esfera de atuação da ANTT (art. 22, inc. VII e art. 24, inc. XIV).

A regulamentação brasileira fundamenta-se nas recomendações emanadas pelo Subcomitê de Peritos de Transporte de Produtos Perigosos das Nações Unidas, que são atualizadas a cada dois anos (*Orange Book*) e, de forma complementar, pelas informações técnicas constantes do Acordo Europeu (ADR/RID) para esse tipo de transporte.

Ademais, vários outros órgãos/entidades envolvem-se na questão de regulamentação sobre produtos perigosos, conforme a atribuição de cada um deles. A Figura 2.4 mostra diagrama esquemático das entidades envolvidas na elaboração dessas normas.

Assim, por exemplo, no que se trata de produtos perigosos, sob a ótica de segurança e higiene laboral, cabe ao Ministério do Trabalho e Emprego – MTE produzir suas regulamentações sobre o tema. Se o produto perigoso for algum artigo explosivo controlado, cabe ao Ministério da Defesa / Comando do Exército disciplinar a questão.

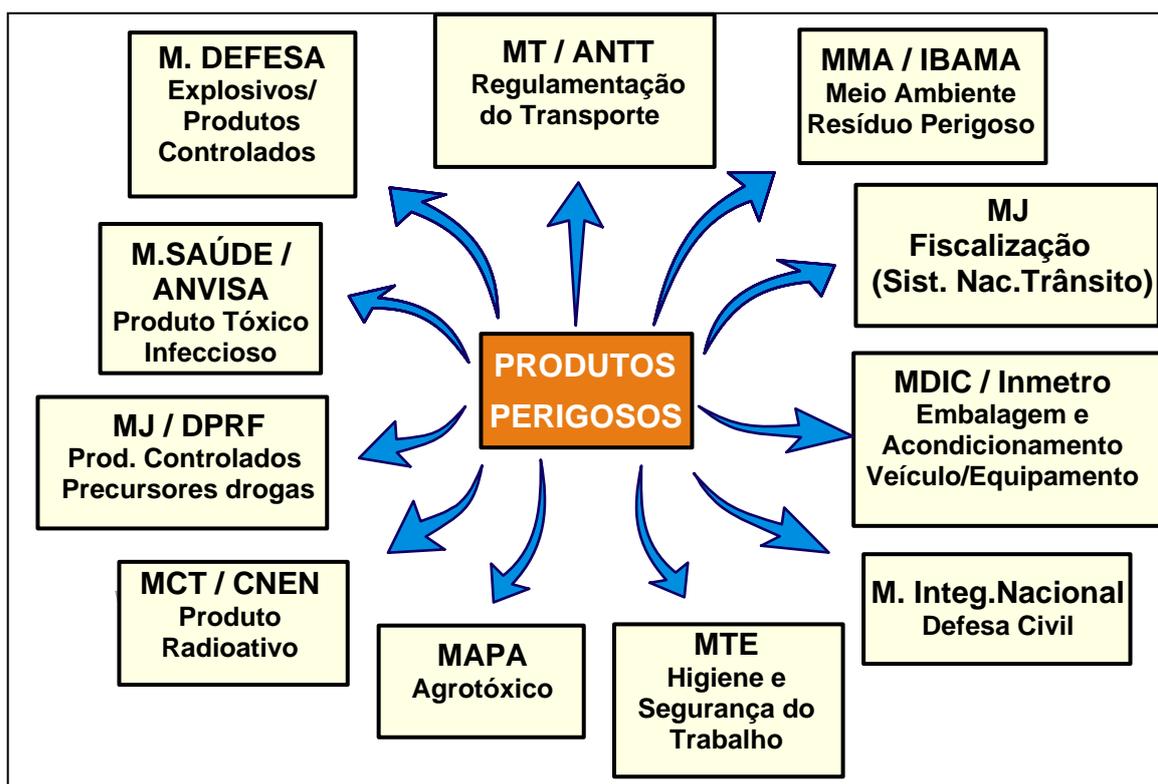


Figura 2.4: Diagrama esquemático das entidades envolvidas na elaboração das normas relativas a produtos perigosos.

Fonte: ANTT.

No que diz respeito ao transporte rodoviário no âmbito nacional, por vias públicas, o mesmo é disciplinado pelo Decreto nº 96.044/88, que dispõe, sobre o *Regulamento para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos*, complementado pelas instruções da Resolução ANTT nº 420/04 e suas alterações (Resolução ANTT nº 701/04 e Resolução ANTT nº 1.644/06), sem prejuízo da legislação e disciplina peculiar a cada produto.

O item seguinte aborda, de forma mais ampla, a base legal da atividade do TRPP, que constitui exigências legais ou critérios não negociáveis na escolha de uma transportadora desse tipo de produto.

2.3.4.1 Base Legal da Atividade de Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos

No Brasil, a atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos tem suas bases legais fundamentadas em amplo arcabouço jurídico, conforme mostrado pela Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Base legal da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos.

Instrumento Legal	Descrição
Decreto-Lei nº 2.068/83	Dispõe sobre multas a serem aplicadas por infrações à regulamentação para a execução dos serviços de transporte de cargas ou produtos perigosos.
Lei nº 9.503/97	Aprova o Código Nacional de Trânsito.
Lei nº 11.442/07	Dispõe sobre o transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros e mediante remuneração.
Decretos nºs 96.044/88 e 1.797/96	Dispõem sobre o <i>Regulamento do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (RTRPP)</i> no âmbito nacional, determinando exigências quanto a informações constantes no documento fiscal; porte obrigatório de documentos; sinalização das unidades de transporte e de carga; porte de equipamentos de segurança e de emergência; certificação de embalagens; certificação de inspeção de veículos e equipamentos destinados ao transporte a granel; e curso específico para condutores.

Instrumento Legal	Descrição
Decreto nº 4.097/02	Altera a redação dos artigos 7º e 19º dos regulamentos para os transportes rodoviário e ferroviário de produtos perigosos, aprovados pelos Decretos nºs 96.044/88 e 98.973/90.
Portaria MT nº 349/02	Rege as instruções de fiscalização do TRPP no âmbito nacional.
Resoluções ANTT nº 420/04, 701/04 e 1644/06	Constituem instruções complementares ao RTRPP.
Resolução ANTT nº 437/04:	Institui o registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga – RNTRC.
Portarias Inmetro	Determinam Regulamentos Técnicos de Qualidade (RTQs) e de Avaliação da Conformidade (RACs) para embalagens e veículos e equipamentos destinados ao transporte rodoviário de produtos perigosos a granel.
Resolução Contram nº 168/04	Regulamenta o curso específico para condutores de veículos transportadores de produtos perigosos.
Normas complementares da ABNT	Complementam o RTRPP.

A atividade de TRPP, conforme já visto anteriormente, também é alcançada pelos instrumentos legais relativos à proteção do meio ambiente, sem prejuízo das legislações estaduais e municipais, conforme mostrado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Base legal da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos relacionada aos aspectos de meio ambiente.

Instrumento Legal	Descrição
Lei nº 9.605/98	Dispõe sobre a Lei dos Crimes Ambientais.
Lei nº 9.966/00	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou

Instrumento Legal	Descrição
	perigosas em águas sob jurisdição nacional.
Lei nº 6.938/81	Dispões sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
Código Civil Brasileiro: art. 159.	<i>Aquele que violar direitos ou causar prejuízos a terceiros fica obrigado a reparar os danos.</i>

Ressalta-se que, na interação da legislação da atividade do TRPP com a ambiental, positiva-se a responsabilidade do embarcador, em que se destaca, por exemplo, o *princípio do pagador-poluidor*, presente no § 1º, art. 14, da Lei nº 6.938/81:

§ 1º – Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente de existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade.

Assim como o *princípio da co-responsabilidade*, assentado na Lei nº 9.605/98, na combinação dos arts. 2º e 56:

Art. 2º - Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.

Art. 56 - Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos:

(grifo do autor)

2.4 CRESCIMENTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS NO BRASIL

Tendo em vista que o transporte de cargas no Brasil concentra-se no modo rodoviário, é natural que a movimentação de produtos dos setores químico, petroquímico e de refino de petróleo, que respondem por parcela significativa do TPP, seja realizada por aquele modo de transporte.

Explicita-se, a seguir, como é realizado o transporte de produtos perigosos da indústria química e como esse setor da economia evoluiu nos últimos anos, para analisar seus reflexos no TRPP.

2.4.1 Transporte de Produtos Perigosos da Indústria Química

Os produtos dos setores químico, petroquímico e de refino de petróleo integram-se a diversos setores produtivos e suas formas de comercialização variam de acordo com as características dos produtos, as necessidades dos consumidores, a infra-estrutura disponível para a transferência e os custos a ela associados.

De acordo com o item 2.0.0 da Resolução ANTT nº 420/04, a classificação de um produto ou resíduo considerado como perigoso para o transporte deve ser feita pelo seu fabricante ou expedidor, orientado pelo fabricante, tomando como base as características físico-químicas do produto, alocando-o em uma das classes ou subclasses descritas nos Capítulos 2.1 a 2.9, conforme os critérios estabelecidos naquele instrumento legal.

Em regra, o planejamento para a expedição de um produto considerado perigoso para fins de transporte, em vias públicas, inicia-se com a sua classificação, consultando-se a Relação de Produtos Perigosos, constante no capítulo 3.2 da Resolução ANTT n 420/04, em que estão listados os produtos perigosos comumente transportados. Com isso, devem ser tomados todos os cuidados referentes à embalagem (Partes 4 e 6); marcação e rotulagem (Capítulo 5.2); identificação das unidades de transporte e de carga (Capítulo 5.3); documentação (Capítulo 5.4); prescrições aplicáveis a veículos e equipamentos do transporte rodoviário (Capítulo 7.1); quantidade limitada e provisões especiais (Capítulo 3.3), quando aplicáveis; e demais condições exigidas para transporte naquele Regulamento.

O transporte desse tipo de produto pode ser realizado de forma *contínua* ou *descontínua*. A transferência *contínua* é efetuada por meio de sistemas dutoviários, principalmente quando as instalações de origem e destino estão próximas uma da outra. É o que ocorre, por exemplo, nos pólos petroquímicos ou na transferência de derivados da refinaria às bases de distribuição. Para efetivar as transferências *descontínuas* desse tipo de produto, é comum a utilização do transporte de cargas *fracionadas* ou a *granel*.

Carga fracionada é aquela em que os produtos são transportados em pequenas quantidades, ou seja, em embalagens de massa ou de volume limitados, os quais são padronizados para facilitar o acondicionamento e o manuseio. Com isso, as embalagens podem ser movimentadas manualmente ou por meio de paletização. Normalmente, utilizam-se *embalagens internas e externas*.

As *embalagens internas* podem ser fabricadas por diversos materiais: papel, papelão, plástico, vidro e metais. As *embalagens externas* são representadas por: sacos (papel multifoliado resistente à água, plástico, têxtil emborrachado); caixas (aço, alumínio, outros metais, madeira - natural, reconstituída ou à prova de pó, papelão, plástico expandido e rígido); tambores (aço, alumínio, outros metais, plástico, compensado e papelão); e bombonas (aço, alumínio e plástico).

As embalagens destinadas ao transporte de cargas fracionadas são selecionadas em função das características físico-químicas do material a ser transportado, de sua armazenagem e utilização e da resistência requerida para que o seu transporte e manuseio ocorram em níveis adequados de segurança.

Carga a granel é aquela sólida ou líquida transportada em grandes volumes e que utilizam tanques, vasos de pressão ou caçambas, para conter o material durante o transporte. Nas operações de carga e descarga, elas exigem equipamentos para transferência do material, tais como bombas, compressores, elevadores ou esteiras transportadoras. Caminhões-tanque são utilizados com frequência pela indústria química, petroquímica e de refino de petróleo para a movimentação rodoviária de líquidos e gases a granel.

No Brasil, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro é o órgão, delegado pela ANTT, que tem a atribuição de regulamentar e

acompanhar os programas de avaliação da conformidade e fiscalização de embalagens, embalagens grandes, contentores intermediários para granel (IBCs) e tanques portáteis, utilizados no transporte terrestre de produtos perigosos, bem como de fiscalizar e atestar a adequação dos veículos e dos equipamentos rodoviários destinados ao transporte de produtos perigosos a granel.

A título de exemplo, a fim de se evidenciar a evolução do TRPP no Brasil, os dois tópicos a seguir tratam do crescimento da indústria química e do crescimento do consumo de combustíveis automotivos. Registrando-se que a organização estrutural da indústria química no Brasil não engloba, entre outros, o setor de refino de petróleo. Por isso, o estudo distinto das maiores parcelas de produção de produtos perigosos que são trasladados pelo modo rodoviário de transporte.

2.4.2 Crescimento da Indústria Química Brasileira

O complexo químico brasileiro engloba diversos segmentos industriais, com características próprias e de forte impacto em diversos setores da economia nacional, sendo que, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria Química – Abiquim, o setor é o responsável pelo segundo maior Produto Interno Bruto - PIB da indústria de transformação – 12,2%. Em 2006, o setor químico respondeu por 3,1% do PIB nacional (Abiquim, 2008).
O setor

Esses produtos se integram aos insumos do complexo químico nacional que se segmenta em quatro setores básicos:

- *Indústria Química Orgânica de Base ou Petroquímica*: cujas instalações destinam-se à produção de produtos petroquímicos básicos, resinas, fibras, elastômeros, solventes, detergentes, plastificantes, produtos orgânicos básicos e intermediários para sua produção.
- *Indústria Química Inorgânica*: que congrega as indústrias produtoras de fertilizantes e seus intermediários, cloro e álcalis, gases industriais, produtos inorgânicos básicos e intermediários para sua produção;

- *Indústria Química Fina*: que reúne as indústrias de produtos farmacêuticos, defensivos agrícolas, matérias corantes, aditivos (para alimentos, perfumaria, cosméticos); e
- *Indústria de Produtos Químicos Naturais*: que está vinculada às indústrias dos setores alimentícios e de medicamentos naturais, incluindo os farmoquímicos.

A Figura 2.5 mostra a evolução da produção industrial do setor químico no período de 1990 a 2006, em milhões de toneladas. E a Figura 2.6 retrata os níveis de exportação e importação de produtos químicos para o mesmo período considerado, em US\$ bilhões.

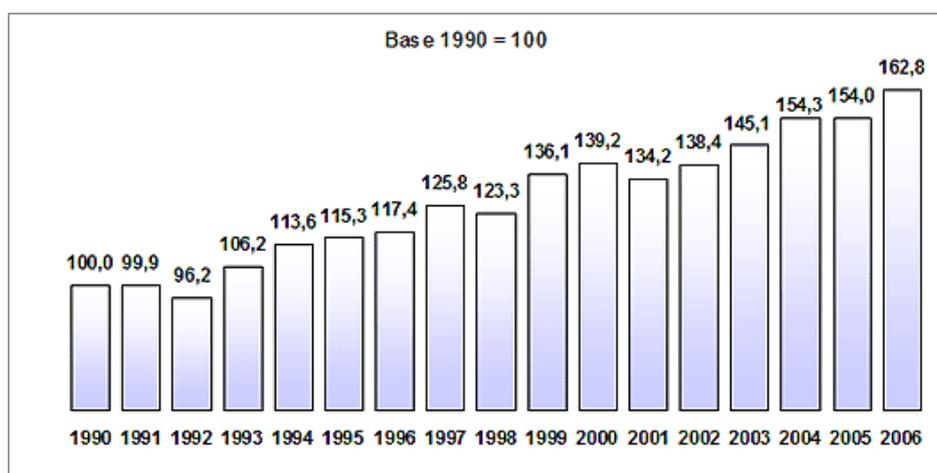


Figura 2.5: Evolução da produção industrial do setor químico no período de 1990 a 2006, em milhões de toneladas.

Fonte: Abiquim (2008).



Figura 2.6: Evolução dos níveis de exportação e importação do setor químico no período de 1990 a 2006, em US\$ bilhões.

Fonte: Abiquim (2008).

A análise da Figura 2.5 revela que a produção da indústria química no país cresceu, no período de 2001 a 2006, à taxa média anual de 5,72%.

Ao se comparar a taxa de crescimento médio anual da indústria química (5,72%) com a taxa de crescimento médio anual da carga rodoviária verificada nos últimos anos (18,60%), segundo os dados dos Boletins Estatísticos da Confederação Nacional do Transporte - CNT (CNT, 2008), observa-se, logicamente, que a média anual de crescimento da carga rodoviária é superior. Contudo, não é possível afirmar que todo esse crescimento da indústria química tenha produzido reflexos diretos na participação de seus produtos no transporte rodoviário de carga brasileiro, tendo em vista a transferência de produtos que é realizada, como já mencionado, por meio de sistemas dutoviários entre as empresas instaladas nos mesmos pólos petroquímicos.

2.4.3 Crescimento do Consumo de Combustíveis Automotivos

Para avaliar o crescimento do consumo de combustíveis automotivos no Brasil, no período entre 2001 a 2006, apresenta-se a Tabela 2.4, elaborada a partir dos dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP e do Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes – SINDICOM.

Tabela 2.4: Crescimento do consumo de combustíveis no Brasil, no período de 2001 a 2006, em milhões m³/ano.

Ano	Gasolina C	Óleo Diesel	Álcool Hidratado	Consumo Combustíveis Automotores
2001	22,21	37,02	3,50	62,73
2002	22,61	37,67	3,79	64,07
2003	21,79	36,85	3,24	61,88
2004	23,17	39,22	4,51	66,90
2005	23,55	39,17	4,67	67,39
2006	24,00	39,00	6,19	69,19
Taxa de crescimento médio anual (%)	1,61	1,07	15,37	2,06

Fontes: ANP (2008) e SINDICOM (2008).

Observa-se que a taxa de crescimento médio anual do consumo de combustíveis automotivos no mercado nacional, para o período considerado, foi de 2,06%. Nesse caso, pode-se afirmar que a expansão significou acréscimo de 10,30% no volume transportado de combustíveis, via modo rodoviário, uma vez que quase toda a sua última milha (*last mille*) de distribuição é realizada pelo transporte rodoviário.

2.5 IRREGULARIDADES NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS

Para o caso dos EUA, a análise dos dados do *US Department of Transportation / Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration - PHMSA* (2008), demonstra que, no período entre 2004 e 2006, as irregularidades mais comumente verificadas estavam relacionadas a: embarque de produtos perigosos em embalagens inadequadas; documentação de transporte inadequada; unidades de transporte sem a devida sinalização; ausência de reciclagem nos treinamentos das equipes envolvidas na operação do TPP; e ausência de criação e manutenção de registros completos de treinamento das equipes.

As penalidades pecuniárias devido às infrações aos regulamentos do TRPP norte-americano, aplicadas pela PHMSA aos embarcadores e transportadores, naquele período considerado, variaram de US\$250.00 (embarcador / por embarcar produtos perigosos em embalagens inadequadas e com documentação de transporte irregular) a US\$45,000.00 (embarcador / por reincidência em diversas infrações).

Na Espanha, uma das irregularidades mais comuns, observada pelo Ministério do Fomento (2006), é a ausência do *Consejero de Seguridad* (profissional técnico responsável nas empresas pela supervisão das operações do TPP), culminando com a abertura de 97 processos administrativos contra embarcadores e transportadoras.

No Brasil, da dicção de Vieira (2006), por meio de pesquisa realizada com base nas operações do Departamento de Polícia Rodoviária Federal - DPRF, no período de dezembro de 2003 a dezembro de 2004, ocorridas em 11 Estados da Federação, consistindo em mais de 430 horas de fiscalizações temáticas voltadas ao TRPP, pôde-se verificar:

- Foram aplicadas mais de 5.178 multas, sendo que, em primeiro lugar, com mais de 20% das infrações ao transportador, por movimentar produto perigoso em veículo desprovido de equipamento para situação de emergência e proteção individual.
- Em segundo lugar, com mais de 17% das multas ao expedidor, pelas mesmas razões acima. E em terceiro, com percentual de mais de 13% ao transportador, por realizar o transporte de produto perigoso desacompanhado da Ficha de Emergência e do Envelope para o Transporte.
- Ao analisar os dois tipos de transporte, a *granel* e *fracionado*, foi possível detectar que é mais comum encontrar irregularidades no transporte a granel e em caminhões-tanques, que necessitam do Certificado de Inspeção para o Transporte de Produtos Perigosos – CIPP, emitido pelo Inmetro, que os capacita ao transporte de determinados produtos perigosos a granel. O que deveras surpreende, uma vez que, devido ao elevado risco provocado pelo transporte em grande quantidade do produto perigoso, pelo fato de que esse tipo de transporte é feito por empresas especializadas e, ainda, geralmente, são transportados, concomitantemente, poucos tipos de produtos, facilitando, consideravelmente, a operacionalização das exigências legais vigentes.
- Quando se trata da movimentação de produtos fracionados, foi constatado que ocorrem, com maior freqüência, em pequenos recipientes.

- Embora o Decreto nº 4.097/02 tenha instituído a obrigatoriedade do uso de cofres de carga, para que seja realizado o transporte de produtos perigosos juntamente com alimentos, medicamentos ou objetos destinados a uso humano ou animal, visando a assegurar a impossibilidade de danos a pessoas, mercadorias ou ao meio ambiente, constatou-se que, mais de dois anos após a sua publicação, na maioria das vezes em que tais produtos são transportados em um mesmo veículo, não é adotado qualquer tipo de separação.
- Para identificar o perfil das empresas que praticam mais irregularidades, foram apresentadas, em questionário próprio por aquela pesquisadora, as opções de empresas transportadoras, transporte realizado por caminhoneiros autônomos, empresas que transportam com seus veículos próprios e os chamados agregados, ou seja, que possuem o veículo trator e que o reboque é do expedidor da carga. Sendo constatado que o transporte irregular de produtos perigosos, sob o ponto de vista dos entrevistados, é praticado com maior frequência pelas empresas transportadoras. Porém, deve ser considerado que o número de transportadoras é bem maior do que o das demais categorias citadas.
- Em relação à sinalização do veículo são detectadas com maior frequência a falta de sinalização ou a utilização fora dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira.
- Na adoção dos kits de emergência e de equipamentos de proteção individual - EPIs, foi constatado que, na maioria das vezes, faltam alguns itens. Houve grande incidência, ainda, de casos como má conservação, sem condições de uso, falta dos kits e os mesmos fora do padrão estabelecido pela legislação brasileira.
- Quanto às irregularidades detectadas em relação às informações do produto no documento fiscal, destacaram-se a falta do número ONU e a falta de declaração do expedidor de que o produto está acondicionado corretamente para o transporte. Em seguida, com certo equilíbrio, vieram a falta do nome apropriado para embarque e a falta da Classe de Risco. Essas informações que estão sendo omitidas no documento fiscal são primordiais para a identificação do produto transportado. Logo, a ausência das mesmas pode provocar, dentre outras consequências, um

atendimento incorreto em caso de derramamento no meio ambiente e o desconhecimento de um risco iminente havendo contaminação.

- A irresponsabilidade atual por parte dos infratores pode ser atribuída entre outras causas, ao baixo custo das multas que são atribuídas ao transporte irregular de produtos perigosos, que variam de 123 a 617 UFIR, ou seja, de R\$250,45 a R\$1.256,33 (UFIR = R\$2,0362; Fev/2008).

O cenário de irregularidades mais comumente encontradas no TRPP torna latente que o gerenciamento de riscos da sua operação foi negligenciado, potencializando a possibilidade de ocorrência de acidentes.

2.6 ACIDENTES NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS

A Administração de Programas Especiais e Pesquisa (*Research and Special Programs Administration – RSPA*), vinculada ao *US Department of Transport*, procurou demonstrar que o risco individual a que estão expostos os norte-americanos devido ao transporte de produtos perigosos é muito pequeno, inferior ao risco de viajar de automóvel pelas rodovias americanas, conforme mostra a Tabela 2.5 (RSPA, 1998).

Tabela 2.5: Riscos de fatalidade por acidentes nos EUA.

Riscos de Fatalidade em Acidentes	Número de Falecimentos / Ano	Risco Anual
Automóvel	43.300	1 / 6.100
Trem	654	1 / 390.000
Avião	264	1 / 1.000.000
Bicicleta	850	1 / 300.000
Caminhão	5.200	1 / 51.000
Trabalho	6.083	1 / 42.000
Transporte de Produtos Perigosos	22	1 / 13.000.000

Fonte: RSPA (1998).

Consoante Real (2000), a análise comparativa dos riscos reportados na Tabela 2.5 requer o conhecimento de determinados aspectos. A comparação de riscos deveria incluir apenas a população que está sob risco. Observando-se o risco de fatalidade por acidente de trabalho, os cálculos incorporaram toda a população americana, incluindo a população

desempregada, os menores, os aposentados e os deficientes. Portanto, os indicadores de risco apresentados, considerando toda a população americana, distorcem a comparação dos riscos, tornando alguns valores menores que realmente o são na realidade.

Por meio da comparação entre o risco de acidentes em várias atividades comuns na Inglaterra, Evans (1994) verificou que nos transportes eles são muito elevados quando comparados com os demais setores, sendo que o tráfego rodoviário é responsável por 94,3% dos riscos de acidentes em transportes.

Baginski (1995) informa que os indicadores de risco de acidentes rodoviários dos países industrializados foram comparados com os dos países em desenvolvimento. Segundo o autor, na década de 1990, os riscos de acidentes em países industrializados eram de uma morte a cada 2.000 a 5.000 veículos motorizados, enquanto o correspondente nos países em desenvolvimento era de uma morte a cada 50 a 500 veículos motorizados. Esses indicadores sugerem que os riscos de acidentes severos em países como o Brasil são 10 a 40 vezes superiores aos dos países europeus ou ao dos EUA.

Tradicionalmente, nas atividades de transporte, a severidade dos acidentes é medida em termos do número de falecimentos ou fatalidades. No entanto, como ressalta Evans (1994), os acidentes também provocam ferimentos, danos materiais, custos dos serviços emergenciais, custos administrativos. No caso de acidentes rodoviários no transporte de produtos perigosos, os danos provocados podem ser ampliados para além do local do acidente, atingindo o meio ambiente e as comunidades lindeiras. Esses custos, mormente, não são computados e, como não são eventos freqüentes, sua importância é subestimada no tráfego rodoviário.

Ainda, quanto à extensão dos danos causados pelos acidentes no TRPP, Saccomanno (1993) identificou que tais danos dependem de diversos fatores, dentre eles:

- a) a Classe de Risco da substância: tóxica, inflamável, explosiva etc.;
- b) as características físicas da substância: sólida, líquida, gasosa;
- c) o tipo de dispersão da substância no meio ambiente: gás mais denso que o ar, líquido muito volátil (pressão de vapor muito maior que a pressão atmosférica);

- d) os valores críticos para a exposição (Dose Letal);
- e) a taxa e o volume da substância liberada ou derramada; e
- f) as condições ambientais e características geográficas e sócio-econômicas no local do acidente.

A extensão dos danos causados por um acidente no TRPP é tão importante que é levada em consideração na conceituação e classificação dos desastres. o que será visto no próximo item.

2.6.1 Conceituação de Incidente Rodoviário com Produto Perigoso

Conforme Harwood *et al* (1989), a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento – OCED (*Organization for Economic Co-Operation and Development – OECD*), estabeleceu, em 1998, uma classificação para distinguir eventos rodoviários com veículos que transportam produtos perigosos. De acordo com essa classificação, denomina-se *Incidente Rodoviário com Produtos Perigosos – IRPP qualquer evento ocorrido durante o transporte que provoque vazamento ou derrame desses materiais na rodovia*. Os IRPPs podem ser conseqüências de: acidentes de tráfego, falhas nos dispositivos de contenção (embalagem ou tanque) ou nos de vedação (válvulas, conexões); e fogo ou explosão.

No Brasil, não há consenso sobre a questão e utiliza-se o conceito propalado por Castro (2002), em que acidente está incluso em uma das classes de desastre, que é o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e conseqüentes prejuízos econômicos e sociais”. Quanto à *intensidade*, os desastres são classificados em quatro níveis: *nível I*, desastres de pequena intensidade (porte) ou acidentes; *nível II*, desastre de média intensidade (porte) ou acidentes; *nível III*, desastre de grande intensidade (porte); e *nível IV*, desastre de muito grande intensidade (porte).

2.6.2 Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Mundo

A *United Nations Environmental Programs – UNEP (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD)*, por meio da *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level – APELL (Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais – APCEL)*, compilou os dados de acidentes severos registrados em diversos bancos de dados mundiais, dentre os quais o do governo britânico, denominado *Midhas (Major Hazard Incident Data Service)*, e que envolveram produtos perigosos (APELL, 1999). Foram considerados severos os incidentes que provocaram:

- a) mais de 25 mortes ou mais de 125 feridos; ou
- b) mais de 10.000 pessoas mobilizadas; ou
- c) mais de US\$10 milhões de dólares de danos materiais provocados a terceiros.

A partir da lista elaborada pela APELL (1999), extraiu-se que, no período entre 1970 e 1997, ocorreram 337 eventos severos envolvendo produtos perigosos, sendo 82 deles (24,30%) ocorridos no setor de transportes. Destes últimos, 20 foram rodoviários (24,39%). Somente os 20 acidentes rodoviários envolveram mais de 840 mortos, 1.740 feridos e 32.000 pessoas removidas.

Para ilustrar a gravidade dos acidentes no TRPP, a Figura 2.7 mostra a ponte *San Francisco - Oakland Bay*, na Califórnia - EUA, utilizada por pelo menos 280 mil motoristas diariamente, que desabou em abril de 2007, depois que um caminhão-tanque capotou e pegou fogo.



Figura 2.7: Acidente na ponte San Francisco - Oakland Bay, na Califórnia – EUA.

Fonte: Associated Press.

A Tabela 2.6 mostra o número de acidentes ocorridos no TRPP nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007. Pode-se observar que, entre os anos 2005 e 2006, houve aumento de 27,40% no número de acidentes envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos. Nos onze últimos anos, o modo rodoviário foi responsável por mais de 85% de todos os acidentes no TPP, ou seja, 157.678 acidentes.

A Tabela 2.7 apresenta os dados relativos ao número de falecimentos decorrentes dos acidentes no TRPP nos EUA, por modo de transporte, no mesmo período considerado. De 2006 para 2007, houve aumento de 50% do número de falecimentos. Considerando os últimos onze anos, o modo rodoviário exerce a liderança sobre os demais modos, com mais de 88% das ocorrências com vítimas fatais, isto é, 135 falecimentos.

Já a Tabela 2.8 indica o número de vítimas (hospitalizadas e não-hospitalizadas) proveniente dos acidentes no TRPP nos EUA, por modo de transporte, entre 1997 e 2007. Nesse caso, apesar de o modo rodoviário também preponderar nas estatísticas, vem acompanhado do modo ferroviário em segundo lugar. É responsável por mais de 55% das vítimas não fatais nos últimos onze anos.

Por fim, a Tabela 2.9 aponta um conjunto de dados relativamente capcioso de se obter na literatura, que constitui os prejuízos decorrentes dos acidentes no TRPP nos EUA, por

modo de transporte, nos últimos onze anos. Em valores não atualizados, computam-se gastos no valor de cerca de 2/3 de um bilhão de dólares.

Tabela 2.6: Número de acidentes envolvendo produtos perigosos nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007.

Modo de Transporte	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Aéreo	1.029	1.387	1.582	1.419	1.083	732	750	993	1.654	2.410	1.552
Rodoviário	11.929	13.108	14.953	15.063	15.804	13.502	13.594	13.071	13.460	17.148	16.874
Ferroviário	1.102	989	1.073	1.058	899	870	802	765	745	704	747
Aquaviário	5	11	8	17	6	10	10	17	69	68	61
Total	14.065	15.495	17.616	17.557	17.792	15.114	15.156	14.846	15.928	20.330	19.234

Fonte: PHMSA (2008).

Tabela 2.7: Número de falecimentos decorrentes de acidentes envolvendo produtos perigosos nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007.

Modo de Transporte	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Aéreo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rodoviário	12	13	9	16	9	9	15	13	24	6	10
Ferroviário	0	0	0	0	3	1	0	3	10	0	0
Aquaviário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	12	13	9	16	12	10	15	16	34	6	10

Fonte: PHMSA (2008).

Tabela 2.8: Número de vítimas decorrentes de acidentes envolvendo produtos perigosos nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007.

Modo de Transporte	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Aéreo	24	20	12	5	13	4	1	11	78	2	8
Rodoviário	152	151	218	164	109	118	105	155	179	192	155
Ferroviário	45	22	35	82	46	14	13	122	693	24	53
Aquaviário	0	2	0	0	0	0	0	0	0	15	3
Total	221	195	265	251	168	136	119	288	950	233	219

Fonte: PHMSA (2008).

Tabela 2.9: Prejuízos decorrentes de acidentes envolvendo produtos perigosos nos EUA, por modo de transporte, no período entre 1997 e 2007 (US\$1.000).

Modo de Transporte	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Aéreo	336,17	266,62	286,10	271,62	309,18	108,63	100,48	188,48	198,31	670,52	88,030
Rodoviário	24.740,00	28.668,95	34.359,41	51.029,96	47.737,48	48.075,52	49.109,44	47.537,36	40.141,09	58.914,21	43.953,27
Ferroviário	8.418,18	16.361,50	30.662,95	26.546,95	21.247,65	9.745,14	4.126,16	13.901,02	15.454,55	10.739,81	27.292,41
Aquaviário	38,14	1.014,93	60,50	283,18	147,36	247,80	261,32	1.654,66	114,00	58,82	19,09
Total	33.532,49	46.312,00	65.368,96	78.131,71	69.441,67	58.177,09	53.597,40	63.281,52	55.907,95	70.383,36	71.352,80

Fonte: PHMSA (2008).

A série histórica de acidentes no TRPP nos EUA foi possível ser obtida graças à regulamentação norte-americana (*Title 49 Transportation / Code of Federal Regulations*). Por essa regulamentação, os transportadores são obrigados a comunicar ao *US DOT* qualquer acidente em que:

- a) uma pessoa morreu ou foi hospitalizada;
- b) os prejuízos do transportador ou os danos materiais excederam US\$50.000;
- c) foi necessário evacuar o público do local por uma hora ou mais;
- d) uma rodovia de tráfego intenso tenha sido fechada por uma hora ou mais;
- e) tenha ocorrido incêndio, derrame ou suspeita de contaminação envolvendo embarque de materiais radioativos ou etiológicos; e
- f) o transportador julgue que a situação deva ser reportada, mesmo que não adote os critérios supracitados.

Os Estados norte-americanos em que se verifica o maior número de acidentes são Califórnia, Texas, Ohio e Illinois, por concentrarem os principais pólos das indústrias químicas e os canais de distribuição.

De acordo com a PHMSA (2008), quanto às Classes de Risco, os produtos perigosos da Classe 3 (líquidos inflamáveis) lideram as estatísticas de acidentes (mais de 40%), seguidos dos produtos da Classe 8 (substâncias corrosivas).

A Tabela 2.10 compõe um conjunto de dados que desvelam a ocorrência de acidentes no TRPP, nos EUA, considerando todas as suas principais fases - durante o transporte, carga, descarga e estoque em trânsito – para o ano de 2007.

Tabela 2.10: Ocorrência de acidentes no TRPP, nos EUA, em suas várias fases no ano de 2007.

Fases do Transporte	Acidentes	Vítimas	Falecimentos	Prejuízos (em US\$1.000)
Transporte	3.799	126	9	65.192,16
Carga	3.686	27	0	0,46
Descarga	10.234	61	1	4.665,07
Estoque em trânsito	1.427	5	0	1.026,01
Totais	19.236	219	10	71.352,80

Fonte: PHMSA (2008).

Na Espanha, os números de acidentes e de falecimentos verificados no TRPP são apresentados na Figura 2.8.

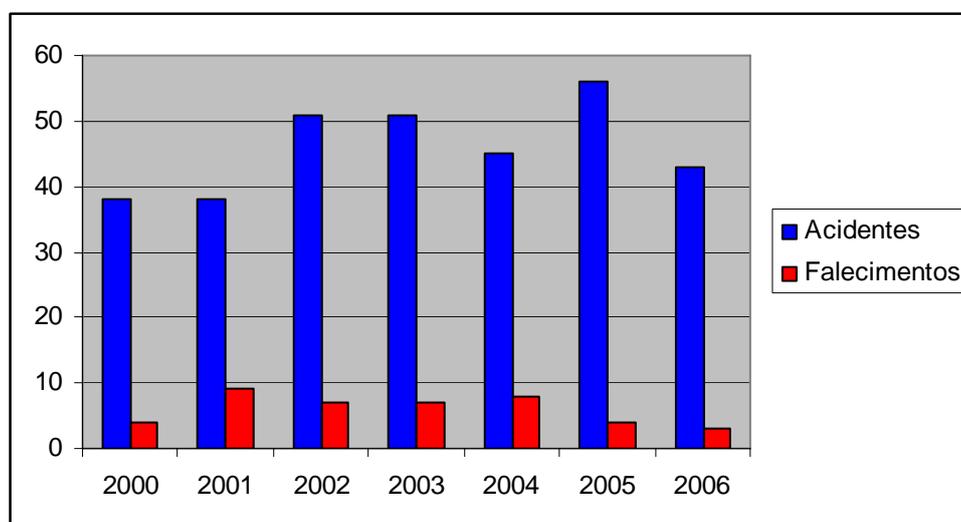


Figura 2.8: Gráfico dos números de acidentes e falecimentos no TRPP na Espanha, no período entre 2000 e 2006.

Fonte: Ministério do Fomento (2006).

Pela Figura 2.8, atenta-se que o número de acidentes ocorridos em 2006 apresentou queda em relação ao de 2005 (-23,21%). Assim como se observa que os números de falecimentos ocorridos nos anos de 2005 e 2006 são os menores desde 2001.

Uma explicação para a queda dos números de acidentes e de falecimentos verificados no TRPP espanhol deve-se ao fato de que a legislação daquele país exige a presença do *Consejero de Seguridad*, que é o profissional técnico responsável nas empresas pela supervisão das operações do transporte de produtos perigosos. Em dezembro de 2000, o número de Conselheiros de Segurança era de 11.926 e, em dezembro de 2006, esse número passou para 23.980.

Com a instituição dos Conselheiros de Segurança nas transportadoras de produtos perigosos, pode-se dizer que a empresa que tem a execução de seu plano de gerenciamento de risco acompanhada por um especialista dessa área, certamente apresenta menores níveis de risco em suas operações no TRPP.

As Comunidades Autônomas que apresentaram o maior índice de acidentes no TRPP na Espanha, considerando o período entre 2000 e 2006, são Cataluña, Andalucía, Castilla

León e Madrid, por concentrarem os maiores pólos industriais químicos e as principais ligações rodoviárias por onde circulam tais produtos.

Em consonância com o Ministério do Fomento (2006), os produtos perigosos da Classe 3 (líquidos inflamáveis) responderam por 62,50% do total de acidentes, seguidos pelos da Classe 8 (substâncias corrosivas).

Outro dado interessante é o número de acidentes por faixa horária em que ocorre o transporte rodoviário de produtos perigosos. No caso espanhol, para o período de 2000 a 2006, a faixa horária de 20:00 às 08:00 concentrou cerca de 25% do total dos acidentes. Ou seja, a atividade do TRPP ocorre durante o período noturno e, dessa forma, é de se esperar que as equipes de suporte dos embarcadores e destinatários, principalmente a da transportadora, devem estar monitorando a carga durante esse período. Por isso, quanto mais recursos tecnológicos, tais como eletrônicas embarcadas, dispuserem as empresas de transporte, tanto mais precisão terá o seu controle na operação de transporte.

2.6.3 Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Brasil

No caso brasileiro, Lieggio Júnior (2006) mostra que a movimentação da produção de produtos perigosos para fins de transporte é feita na sua maioria por rodovias. Por conseguinte, essa atividade lidera as estatísticas de acidentes ambientais, com 2.399 acidentes, ou seja, 38,1% do total de acidentes ocorridos no Estado de São Paulo entre 1978 e 2005, de acordo com dados da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2007). A Tabela 2.11 mostra os atendimentos emergenciais realizados pela CETESB no período entre 1978 e 2006.

Tabela 2.11: atendimentos emergenciais realizados pela CETESB no período entre 1978 e 2006.

Atividades	Atendimentos 1978 a 2005		Atendimentos 2005		Atendimentos 2006	
	Atendimentos	%	Atendimentos	%	Atendimentos	%
Armazenamento	164	2,6	15	3,6	11	2,8
Descarte de produtos químicos	308	4,9	28	6,7	30	7,6
Indústria	461	7,3	26	6,2	30	7,6
Mancha órfã	103	1,6	3	0,7	10	2,5
Nada constatado	639	10,1	26	6,2	15	3,8
Não identificada	304	4,8	31	7,4	26	6,5
Outras	776	12,3	40	9,5	34	8,5
Postos e sist. retalhistas de comb.	586	9,3	36	8,6	22	5,5
Transporte ferroviário	60	1,0	4	1,0	8	2,0
Transporte marítimo	329	5,2	7	1,7	9	2,3
Transporte por duto	174	2,8	6	1,4	4	1,0
Transporte rodoviário	2.399	38,1	197	47,0	198	49,9
TOTAL	6.303	100	419	100	397	100

Fonte: CETESB (2007).

Destaca-se que o transporte rodoviário foi responsável por 49,9% do total dos atendimentos emergenciais ocorridos em 2006 no Estado de São Paulo (Tabela 2.11).

Apesar do aumento gradativo na movimentação de produtos perigosos por via terrestre, em consequência do desenvolvimento industrial e do aumento das importações e exportações a partir de 1999, o número de acidentes causados no TRPP em São Paulo tem-se mantido praticamente constante. Este fato pode estar associado aos seguintes fatores: os constantes estudos e atualizações da legislação do TRPP nacional, o rigor da legislação ambiental vigente no país e o grau de conscientização dos empresários dos setores de transporte e indústria.

Ressalta-se que, pela pesquisa realizada para o desenvolvimento deste trabalho, não há uma base de dados governamental integralizada que sirva à investigação das principais causas e características desse tipo de acidente. Poucos são os Estados da Federação que mantêm uma base de dados organizada e atualizada, como, por exemplo, o próprio Estado de São Paulo.

Dada a inexistência de uma base de dados governamental integralizada e, conforme será vista a necessidade de estudo de caracterização do processo de geração de riscos, no Capítulo 3, prudente é a criação e gestão, em âmbito nacional e regional, de um sistema integrado georreferenciado de informações que colete, compare, analise e divulgue as estatísticas relativas aos acidentes ambientais, bem como os principais fluxos de tráfego

envolvendo o TRPP. Assim como o desenvolvimento e a implantação de um sistema integrado de informações sobre substâncias químicas, recursos humanos e materiais mobilizáveis que forneça o suporte necessário às equipes de atendimento emergencial em acidentes envolvendo o TRPP.

No exemplo do Estado de São Paulo, nota-se que a elevada concentração de pólos industriais na Região Metropolitana da capital acarreta a intensa movimentação de produtos químicos. Segundo pesquisa realizada em 2004 pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo - CET, somente no mini anel viário de São Paulo (Marginal Pinheiros, Marginal Tietê, Avenida Salim Farah Maluf e Avenida dos Bandeirantes) circularam diariamente 11.000 caminhões transportando produtos perigosos. Por isso, os dados de acidentes no TRPP em rodovias paulistas sugerem a existência de uma relação entre a densidade e a localização de instalações industriais, principalmente dos setores químicos e petroquímicos, e a sua ocorrência.

A Figura 2.9 ilustra uma equipe de atendimento emergencial durante acidente envolvendo o transporte rodoviário de combustível líquido.



Figura 2.9: Colisão seguida de capotamento com carreta transportando álcool e aplicação de espuma.

Fonte: CETESB.

Quanto às Classes de Risco, pelos estudos da CETESB (2007), os líquidos inflamáveis, tais como gasolina, óleo diesel e álcool etílico – Classe de Risco 3 – detiveram a participação de 57,01% nos acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos ocorridos nas rodovias estaduais paulistas, considerado o período entre 1997 e 1999.

Base de dados mais ampla da CETESB, para o período entre 1983 e 2006, demonstra que os produtos da Classe de Risco 3 também eram os mais associados aos acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos, com 39% dos acidentes no cômputo geral do Estado de São Paulo. Regionalmente, essa tendência permanece no interior do Estado, com 39%, e na Região Metropolitana, com 30% das ocorrências relacionadas a esses produtos. A Figura 2.10 mostra os acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 a 2006, por Classe de Risco.

Em segundo lugar, por Classe de Risco, estão as substâncias corrosivas: ácido sulfúrico, ácido clorídrico e soda cáustica. Ocupando o terceiro lugar, encontram-se produtos não classificados pela Organização das Nações Unidas – ONU como perigosos para fins de transporte, mas que representam risco ao meio ambiente quando despejados em especial nos corpos hídricos, como é o caso dos óleos vegetais e concentrados cítricos.

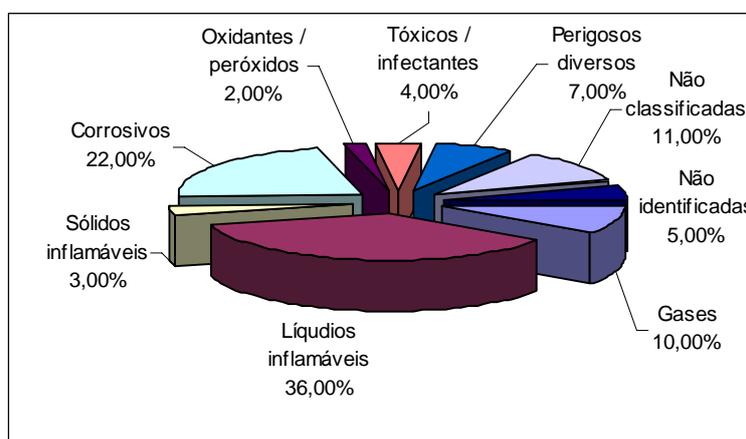


Figura 2.10: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 a 2006, por Classe de Risco.

Fonte: CETESB (2007).

Convém notar que, ocorrendo um acidente, cada Classe de Risco implica danos específicos aos usuários da via, à população lindeira, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado. Essa especificidade está relacionada a uma série de fatores como: características do produto transportado, quantidade vazada, vulnerabilidade do entorno e condições

atmosféricas, que atuam ou podem atuar de forma conjunta ou isoladamente. A Figura 2.11 mostra um acidente e a atividade de transbordo de produto químico perigoso, em que o profissional utiliza EPI adequado em função das características físico-químicas do produto perigoso transportado.

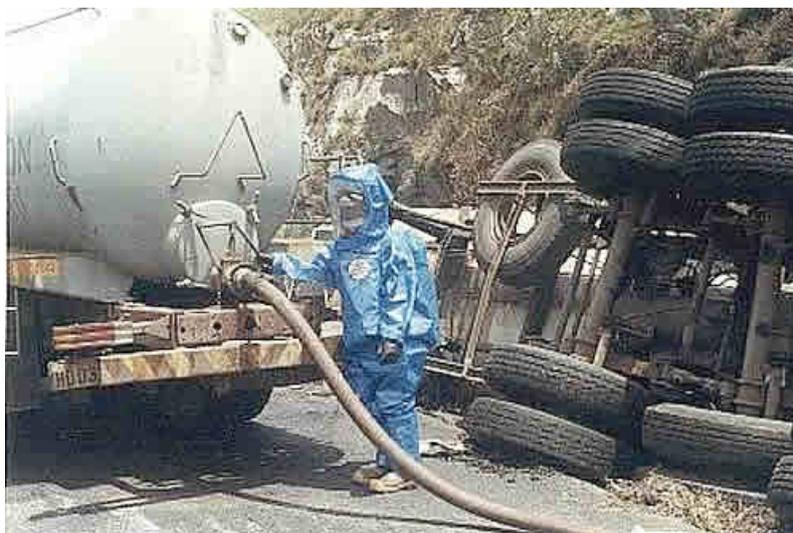


Figura 2.11: Acidente envolvendo a atividade de transbordo de produto químico perigoso, em que se nota a utilização do EPI pelo profissional de atendimento emergencial.

Fonte: CETESB.

Quanto ao tipo de carga, se fracionada ou a granel, destaca-se o fato de que as vias urbanas registraram no período entre 1983 e 2004, um número maior de acidentes quando o produto transportado é fracionado em embalagens.

Na sua maioria são produtos acabados, prontos para distribuição e consumo nos grandes centros, razão pela qual há uma maior incidência de acidentes com carga fracionada nas vias urbanas. A diferença entre os acidentes ocorridos em vias urbanas e rodovias, envolvendo carga fracionada é muito menor quando comparada à diferença envolvendo carga a granel em vias urbanas e rodovias.

As rodovias paulistas que concentram os maiores índices de acidentes com o transporte rodoviário de produtos perigosos são, justamente, as linhas de distribuição dos pólos químicos e petroquímicos do Estado de São Paulo para os demais estados da Federação. Esse fato explica a intensa movimentação de produtos perigosos transportados a granel em

rodovias e conseqüentemente um maior número de acidentes, como ilustrado na Figura 2.12.

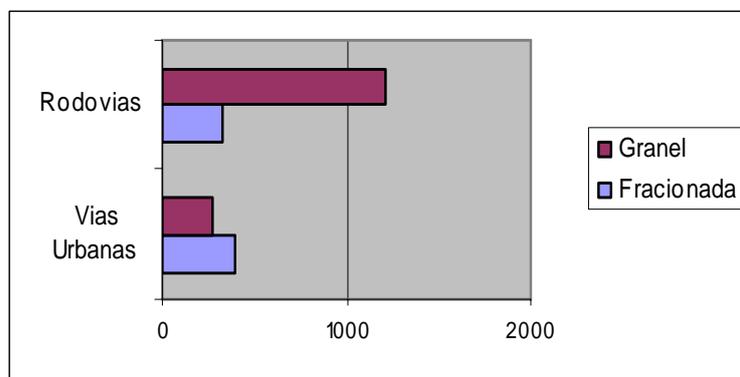


Figura 2.12: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 a 2004, por tipo de carga e vias.

Fonte: CETESB (2007).

No tocante aos acidentes por tipo de vias e correspondentes horários, a Figura 2.13 demonstra que, tanto nas rodovias quanto nas vias urbanas, ocorre uma incidência maior de acidentes dentro do período comum de atividades industriais e comerciais — das 6 às 12 horas e das 12 às 18 horas — com redução gradativa entre 18 e 24 horas, seguida de uma redução significativa no período entre 0 e 6 horas, principalmente nas vias urbanas, em que, via de regra, encerra-se a maioria das atividades comerciais e industriais.

Vários estudos e estatísticas de acidentes apresentam o horário das 18 horas como o de maior incidência de acidentes de trânsito, devido, em grande parte, ao término da jornada de trabalho e ao horário comum de retorno às residências com um volume considerável de veículos e pedestres em deslocamento.

Outra observação importante diz respeito à decrescente iluminação natural como fator de riscos de acidentes nesse horário. Percebe-se que os acidentes registrados pela CETESB não seguem a tendência dos acidentes comuns de trânsito.

Os acidentes têm maior incidência em rodovias no horário das 6 às 12 horas e nas vias urbanas no horário das 12 às 18 horas. Nas rodovias percebe-se que a redução no número de acidentes nos períodos da noite e da madrugada não é tão significativa quanto a que ocorre nas vias urbanas; portanto, os dados que constam na Figura 2.13 pressupõem a

continuidade ou o início da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos durante o período noturno.

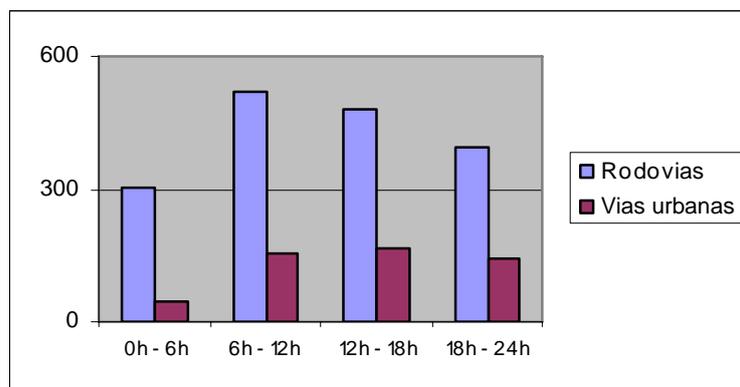


Figura 2.13: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 a 2004, por tipo de vias e horários.

Fonte: CETESB (2007).

No que se refere ao perfil do motorista, pesquisa realizada pela Fundação SEADE (2003) revela, em síntese, que há perfil diferenciado dos condutores rodoviários de produtos perigosos em relação aos de cargas em geral. Os primeiros apresentam:

- maior nível de instrução (60% apresentam o Ensino Fundamental completo);
- salário médio mais alto (65% recebem acima de 5 salários mínimos);
- idade média mais elevada (71% estão na faixa de 30 a 49 anos); e
- contratos por empresas com maior número de empregados (55% trabalham em empresas com mais de 50 empregados).

Outra base de dados importante acerca de acidentes no TRPP é a do Programa Atuação Responsável da Abiquim, de abrangência nacional, que foi desenvolvido para promover o aperfeiçoamento da gestão das empresas químicas brasileiras e de sua cadeia de valor, de forma a assegurar a sua sustentabilidade, inclusive durante a fase de transporte. Participam do Programa as empresas associadas de pequeno, médio e grande porte, que respondem pela quase totalidade da produção e expedição de produtos químicos perigosos no Brasil (Abiquim, 2008).

A Figura 2.14 ilustra o gráfico dos acidentes no TRPP ocorridos no período entre 2001 e 2007, na vigência do Programa Atuação Responsável.

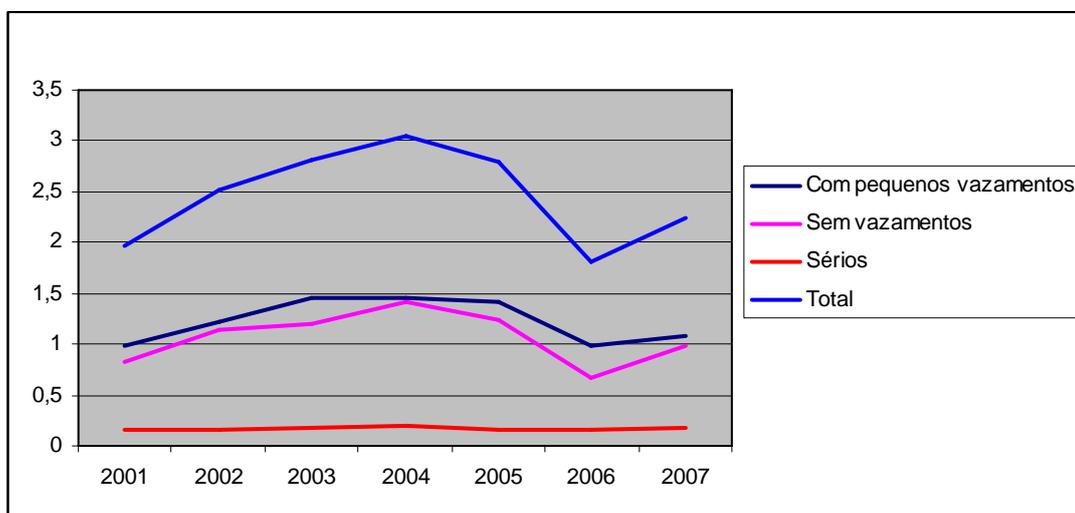


Figura 2.14: Acidentes no TRPP por 10.000 viagens – Programa Atuação Responsável.
Fonte: Abiquim (2008).

A análise da Figura 2.14 revela que o índice de acidentes considerados sérios manteve-se praticamente constante no período de 2001 a 2007. E o número de acidentes sem vazamentos ou com pequenos vazamentos para o ano de 2007 é menor que o registrado a partir de 2002, o que reflete no número total de acidentes para o mesmo período.

2.6.4 Principais Causas dos Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos

De acordo com Real (2000), dois fatores contribuintes para acidentes no TRPP merecem destaque: o *fator humano* e os *fatores profissionais*.

Com relação ao papel do *fator humano* na segurança de tráfego, Rumar (1998) aponta que os estudos antigos indicavam para a inocência (fatalismo, destino) evoluindo até a causa principal (modelo de propensão a acidentes). Hoje, há um consenso geral quanto às bases que devem ser utilizadas para orientar o projeto das vias, dos veículos, do controle de tráfego e o estabelecimento de normas e regras: são as características dos usuários e suas limitações.

Na visão de Oppe (1988), o risco de acidentes é o resultado de escolhas feitas pelos usuários nas rodovias. Rumar (1988) afirma que, para a maioria dos motoristas, os acidentes não ocorrem aleatoriamente, conforme sinalizam as estatísticas, porém são o resultado de uma falta de habilidade em dirigir. Os usuários acreditam que sua própria habilidade é superior à do motorista médio, isto é, acreditam que detêm controle de seu nível de risco. As atitudes com relação a riscos no tráfego são subjetivas e altamente influenciadas pela experiência pessoal e outros fatores, tais como a voluntariedade e a familiaridade, as quais normalmente não são consideradas em uma avaliação formal de riscos.

Em se tratando dos *fatores profissionais*, para o transporte de produtos perigosos, alguns fatores específicos precisam ser considerados em relação ao motorista profissional e à empresa transportadora. Miranda (1997), ao investigar 119 acidentes de trânsito com caminhões-tanque de uma empresa multinacional da área de distribuição de combustíveis, descobriu que, além do fator humano, deficiências da empresa transportadora também contribuem para a ocorrência de acidentes de trânsito.

O estado físico e de saúde do motorista são de fundamental importância para garantir que o transporte ocorra nos níveis adequados de segurança. Laberge-Nadeau *et al* (1996) analisaram 542 acidentes de caminhão e 579 acidentes com ônibus, no Canadá, para avaliar a relação entre a severidade dos acidentes e as condições de saúde dos motoristas profissionais. Os resultados dessa pesquisa mostraram que os motoristas com hipertensão envolveram-se muito mais em acidentes severos do que os motoristas saudáveis.

Outro trabalho é o de Arnold *et al* (1997), que entrevistaram 1.249 motoristas de caminhão na Austrália, país em que muitos Estados limitam o tempo de trabalho dos motoristas profissionais, em turnos de 11 ou 12 horas em um período de 24 horas, a fim de evitar problemas de fadiga, tendo em vista ser esse fator um contribuinte significativo nos acidentes rodoviários de tráfego. O objetivo principal era obter informações que permitissem identificar as causas da fadiga para implementar as contramedidas efetivas para combatê-las.

Das conclusões do trabalho de Arnold *et al* (1997), evidencia-se a constatação de que vários fatores contribuem para a fadiga dos motoristas, além das horas de trabalho efetivas

na direção, o que indica a necessidade de programas diversificados para o combate da fadiga na direção.

No que tange à influência das características das empresas transportadoras nos acidentes de trânsito, Moses e Savage (1994) examinaram 75.500 registros de acidentes de caminhão da *Federal Highway Administration – FHWA* (Administração Federal de Rodovias dos EUA). Os registros dos acidentes analisados envolveram fatalidades, feridos ou mais de US\$ 4.400 de danos materiais. As principais conclusões a que chegaram os pesquisadores indicaram que:

- a) As taxas de acidentes com veículos de transportadoras especializadas foram 20% menores que as das transportadoras não especializadas.
- b) As transportadoras de produtos perigosos têm taxas de acidentes 22% superiores às daquelas que não transportam esses materiais.
- c) As empresas transportadoras não especializadas, que transportam tanto produtos perigosos quanto carga geral, apresentaram acidentes de maior gravidade do que as especializadas no transporte desse tipo de produto.
- d) As empresas tradicionais, isto é, que já estão há considerável tempo no mercado, não apresentam diferença significativa em relação aos índices de acidente das demais.
- e) As empresas preocupadas com segurança, que investigam os acidentes que envolvem seus veículos, apresentam taxas de acidentes nove vezes menor do que as empresas que não adotam tal prática.
- f) As empresas que monitoram as horas de trabalho de seus motoristas apresentam taxas de acidentes bem menores do que as que não fazem tal acompanhamento.

Outro estudo norte-americano, realizado por Harwood *et al* (1989), permitiu o exame de diversos acidentes, considerados severos, com caminhões transportando produtos perigosos em rodovias, a partir da base de dados da RSPA na década de 1980. Como não existia uma definição internacionalmente aceita quanto ao que seja um acidente severo, os

pesquisadores consideraram como tal aquele que provocava morte, ferimentos ou danos à propriedade superiores a US\$10.000.

Os resultados dos estudos Harwood *et al* (1989) mostraram que as principais causas dos acidentes eram: acidente de tráfego, falhas na contenção (tanque ou embalagem), falhas na vedação (válvulas ou conexões) e operações de transferência (baldeação de carga e desgaseificação).

Dados mais recentes da PHMSA (2008) revelam que as causas de acidentes no TRPP mais observadas não são muito distintas daquelas da década de 1980: erro humano (desencadeando acidentes de tráfego), avarias das unidades de transporte, falhas na contenção (tanque ou embalagem) e falhas na vedação (válvulas ou conexões).

No Brasil, na visão da CETESB (2007), até a década de 1960, a maior parte dos acidentes era atribuída a problemas técnicos com equipamentos. Já nas décadas de 1970 e 1980, a principal causa de acidentes passou a ser atribuída ao homem.

O entendimento atual é que a falha do sistema de gerenciamento dos riscos de um empreendimento ou atividade ocasiona os eventos. Assim, os acidentes são evidências da baixa eficiência dos programas de gerenciamento de riscos de uma empresa. Das 198 emergências químicas envolvendo TRPP atendidas pelo órgão em 2006, 160 casos (80,8%) geraram contaminação de solo, 51 casos (25,8%) geraram contaminação dos recursos hídricos e 23 casos (11,6%) geraram contaminação do ar. É importante ressaltar que um mesmo acidente pode ter ocasionado a contaminação de mais de um compartimento ambiental.

A Figura 2.15 retrata as principais causas de acidentes e as Classes de Risco dos produtos envolvidos.

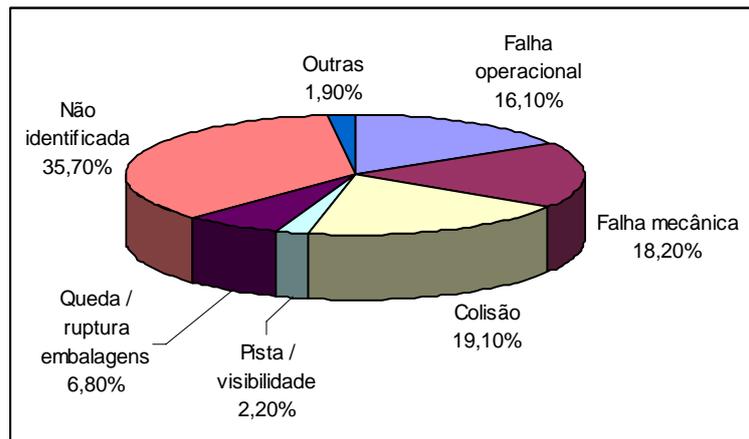


Figura 2.15: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB no TRPP, no período entre 1983 e 2006 por causas do acidente.

Fonte: CETESB (2007).

A análise da Figura 2.15 mostra que a causa básica dos acidentes é de natureza não identificada em 35,7% do total. Esse percentual é justificado, tendo em vista que nos acidentes onde não há o envolvimento de outros veículos, como é o caso de boa parte dos tombamentos e capotamentos, a única versão disponível é a fornecida pelo próprio condutor do veículo, que, na maioria dos casos, procura eximir-se de responsabilidades, atribuindo, em regra, as causas do acidente a outros fatores que não a sua conduta ao volante.

Por sua vez, nos acidentes em que há mais de um veículo envolvido, como colisão, choque e abalroamento, existe a possibilidade de haver mais de uma versão sobre as suas causas reais. Em alguns casos, as evidências físicas do local demonstram claramente quem é o responsável, porém, em muitos outros, só mesmo o diagnóstico de um perito poderá definir quem efetivamente deu causa à ocorrência. A Figura 2.16 ilustra tombamento de caminhão-tanque transportando amônia na rodovia Fernão Dias, em São Paulo.



Figura 2.16: Tombamento de carreta transportando amônia na rodovia Fernão Dias – SP.
Fonte: CETESB.

O erro humano (falha operacional), segundo a CETESB (2007), registra 16% das causas de acidentes. Pelas razões já expostas, essa causa é definida pela CETESB quando os relatos de autoridades, as circunstâncias ou as evidências físicas do local não deixam dúvidas quanto ao fato.

Para a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE (2003), o erro humano está na origem da maior parte dos acidentes, segundo pesquisa realizada pela entidade, em que foi possível analisar as informações dos boletins de ocorrência de 1.622 acidentes no transporte de produtos perigosos, registrados entre 1997 e 1999, no Estado de São Paulo. A principal causa de acidentes com produtos perigosos foi atribuída pela Polícia Rodoviária Estadual a erros do condutor (44,3% do total dos acidentes).

Do exposto, averigua-se que os acidentes no TRPP, em regra, resultam do somatório de fatores adversos, que passam a se materializar a partir das operações de carregamento, somando-se ao longo do trajeto às demais variáveis que, de forma direta ou indireta, estão ligadas ao condutor, à via, ao meio ambiente, ao veículo, à ação de terceiros, à ação ou omissão do poder público e demais elementos que contribuem ou podem de alguma forma contribuir para a concretização de um evento indesejado.

Assim, apesar do somatório e da complexidade das causas contribuintes, observa-se que, quando analisadas de forma individual, essas causas são identificáveis, e, portanto, passíveis de ações preventivas a partir da origem, principalmente no processo decisório de escolha de uma transportadora rodoviária de produtos perigosos.

2.7 TÓPICOS CONCLUSIVOS

Este capítulo teve como objetivo contextualizar e ressaltar a importância do TRPP no desenvolvimento econômico de uma nação. Pelo que foi exposto, merecem destaque os seguintes tópicos conclusivos:

- Há diferença conceitual entre *produto perigoso para fins de transporte e carga perigosa*, em função das características físico-químicas do produto transportado, que podem representar risco à saúde das pessoas, segurança pública e meio ambiente.
- Os fóruns das recomendações internacionais para o TPP se fundamentam nos princípios de garantia da segurança e facilitação dos transportes. A partir delas é que os países elaboram suas regulamentações internas, verificando suas especificidades e os estágios tecnológicos de evolução de suas operações no setor transporte desse tipo de produto.
- A base legal nacional para o TRPP é ampla, permeando não apenas as legislações de transporte específicas, passando pelas de trânsito e abarcando até as ambientais, em que se encontram assentados os princípios do *pagador-poluidor* e de *coresponsabilidade*, a que estão sujeitos os embarcadores.
- A atividade do TRPP é crescente, principalmente a da indústria química e de combustíveis líquidos, que apresenta tendência de aumento à medida que cresce o consumo de combustíveis automotivos no país.
- As irregularidades mais comumente verificadas nas fiscalizações do TRPP nacional dizem respeito às infrações, tanto por parte dos embarcadores quanto por suas transportadoras contratadas, referentes a: problemas na documentação de transporte

(ausência ou inadequação de Fichas de Emergência ou Envelopes para o Transporte) e no documento fiscal (ausência do número ONU e da declaração do expedidor de que o produto está acondicionado corretamente para o transporte); veículos desprovidos de equipamento para situação de emergência e proteção individual; e ausência ou inadequação de Painéis de Segurança e Rótulos de Risco nas unidades de transporte. Ocorrem, principalmente, no transporte de carga a granel, em caminhões-tanques, que transportam combustíveis líquidos.

- No que tange à extensão dos danos causados em acidentes no TRPP, a mesma depende: da Classe de Risco da substância (tóxica, inflamável, explosiva); das características físicas da substância (sólida, líquida, gasosa); do tipo de dispersão da substância no meio ambiente (gás mais denso que o ar, líquido muito volátil); os valores críticos para a exposição (Dose Letal); a taxa e o volume da substância liberada ou derramada; e as condições ambientais e características geográficas e sócio-econômicas no local do acidente.
- Os acidentes envolvendo produtos perigosos ocorrem, sobretudo, durante o transporte e principalmente no modo rodoviário. As substâncias da Classe 3 (líquidos inflamáveis) lideram, freqüentemente, as estatísticas de acidentes, seguidas dos produtos da Classe 8 (substâncias corrosivas). Enquanto que nas rodovias há maior incidência de acidentes com carga a granel, nas vias urbanas a expressividade se deve à carga fracionada.
- As causas dos acidentes no TRPP resultam do somatório de fatores adversos, que passam a se materializar a partir das operações de carregamento, somando-se, ao longo do trajeto, às demais variáveis que, de forma direta ou indireta, estão ligadas ao condutor, à via, ao meio ambiente, ao veículo, à ação de terceiros, à ação ou omissão do poder público e demais elementos que contribuem ou podem de alguma forma contribuir para a concretização de um evento indesejado.
- Embora haja o somatório e a complexidade das causas contribuintes, observa-se que, quando analisadas de forma individual, essas causas são identificáveis, e, portanto, passíveis de ações preventivas a partir da origem, principalmente no

processo decisório de escolha de uma transportadora rodoviária de produtos perigosos.

- Constatada a ausência de um banco de dados nacional atualizado de informações sobre o TRPP, sugere-se a criação e gestão, em âmbito nacional e regional, de um sistema integrado georreferenciado de informações que colete, compare, analise e divulgue as estatísticas relativas aos acidentes ambientais, bem como os principais fluxos de tráfego envolvendo o TRPP. De mesma monta, um sistema integrado de informações sobre substâncias químicas, recursos humanos e materiais mobilizáveis que forneça o suporte necessário às equipes de atendimento emergencial em acidentes envolvendo o TRPP.

3. RISCOS E SEU GERENCIAMENTO APLICADO AO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS

Eis o meu segredo. É muito simples: só se vê bem com o coração. O essencial é invisível para os olhos.

(Saint-Exupéry)

3.1 APRESENTAÇÃO

Neste capítulo, é apresentada inicialmente uma discussão sobre a conceituação de riscos e uma breve visão da teoria de riscos aplicada a diversas áreas do conhecimento.

Será verificado que o processo de geração de riscos depende da fonte de perigo, do processo de exposição e de efeitos adversos, como, por exemplo, da toxicidade de determinado produto perigoso transportado.

Destaca-se o gerenciamento de riscos aplicado ao TRPP: conceituação, categorias de risco, etapas (identificação, análise, avaliação e controle), principais modelos empregados e, em especial, analisa-se o Modelo de Andersson e Menckel (1995) para prevenção de acidentes e de seus danos, com suas fases temporais e níveis de atuação dos atores envolvidos.

Por fim, uma breve visão das variáveis decisórias utilizadas no processo de escolha de uma transportadora de combustíveis líquidos, obtidas no estudo de Lieggio Júnior *et al* (2007) por meio da aplicação de metodologia multicritério.

3.2 CONCEITUAÇÃO DE RISCOS

Segundo Bernstein (1997), o vocábulo *risco* provém do italiano antigo *risicare*, que, por sua vez, origina-se do baixo-latim *risicu*, *riscu*, a qual significa “ousar”.

Na definição de Holanda (1999), risco pode significar “perigo ou possibilidade de perigo”, ou, ainda, em um sentido jurídico, “a possibilidade de perda ou responsabilidade pelo dano”.

Para a *National Academy of Sciences*, NAS (1996), risco é um conceito utilizado para dar significado a coisas, forças ou circunstâncias que apresentam perigo às pessoas ou àquilo

que elas valorizam. As descrições de risco são estabelecidas em termos da probabilidade de danos ou das perdas associadas a uma fonte de perigo.

Na leitura de Crowl (1995), risco é uma função da probabilidade de um acidente e suas conseqüências. E Rejda (1995) define-o como sendo a incerteza relativa à ocorrência de uma perda.

De forma objetiva, a partir de tais noções qualitativas, pode-se afirmar que risco representa a probabilidade de uma atividade individual, profissional ou empresarial gerar eventos de conseqüências indesejadas para si ou para terceiros.

As áreas do conhecimento de biomedicina, epidemiologia, de segurança e higiene ocupacional e financeira são as mais envolvidas com as questões de risco, e cada qual gera seus próprios conceitos, o que dificulta aplicar uma única definição para questão tão abrangente.

A fim de discernir acerca da conceituação de risco, para fins da consecução dos objetivos deste trabalho, assenta-se a seguinte definição emanada do *Glossário de Defesa Civil - Estudos de Riscos e Medicina de Desastres* (CASTRO, 2002):

- Risco: “1) Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência de intensidade ou grandeza das conseqüências previsíveis. 2) Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos. 3) Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais. 4) Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre. 5) Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.”

3.3 BREVE VISÃO DA TEORIA DE RISCOS EM DIVERSOS SETORES

Dos estudos de Castiel (1996), percebe-se que a noção de risco desfruta de uma peculiar popularidade em diversos setores. Para além dos contextos biomédicos, epidemiológicos, de segurança e higiene ocupacional e financeiros, fala-se e escreve-se com frequência sobre riscos nos chamados *meios de massa*.

Isto se verifica no fato de até as pessoas, em suas esferas particulares, incorporarem, de alguma forma, a idéia de risco. Em termos comportamentais, exprimem tal idéia de duas formas: acatando-a, procurando administrar os modos de viver – comer, beber, exercitar-se, expor-se ao sol etc.; ou desafiando-a, adotando estilos de vida considerados arriscados, na suposição, possivelmente, de possuir imunidades imaginárias.

Para a área biomédica, de acordo com Castiel (1996), há a necessidade de se atentar a determinados tópicos quando se estudam patologias sob o enfoque da teoria de riscos: (i) *regularidade dos efeitos empíricos*: não pode haver alterações nas relações entre os marcadores de risco e os eventos de interesse; (ii) *definição dos fatores de risco específicos*: é fundamental saber claramente se o fator é determinante ou predisponente em relação àqueles tão somente contribuintes ou incidentalmente associados; (iii) *fatores de risco pertencentes a níveis de organização distintos – social x natural*: há dificuldades para estabelecer precisamente os mecanismos e mediações entre variáveis consideradas sociais (desemprego, analfabetismo, pobreza) e aquelas ditas biológicas (idade, estado imunológico, características genéticas), apesar de, em certos casos, aparentemente não parecer haver dúvidas quanto às relações entre elas (miséria e mortalidade por causas perinatais); e (iv) *período de tempo considerado válido para a predição*: é problemático lidar com exposições ocorridas em épocas transcorridas há longo tempo (mais de 15, 20 anos, por exemplo) ou em quantidades reduzidas, no decorrer de longos intervalos cronológicos, de modo que não se torna possível garantir a relação causal no caso de ocorrência do agravo.

Ainda, na preleção de Castiel (1996), para a área de epidemiologia, as formulações básicas da teoria de riscos dizem respeito à *taxa de incidência* e ao *risco de adoecer*. O primeiro termo refere-se ao potencial instantâneo de mudança na situação de saúde (casos novos) por unidade de tempo, no tempo “t”, relativo ao tamanho da população interesse (sem

agravos). O segundo termo se define como “a probabilidade de que um indivíduo sem doença desenvolva-a no decorrer de um período especificado de tempo, desde o indivíduo não morra por outra causa durante tal período”.

Para as ciências sociais ligadas à saúde, conforme a visão de Douglas (1992), a teoria de riscos pode ser melhor entendida como um construto, instituído histórica e culturalmente. As análises sob a ótica da sociologia da saúde procuram abordar um problema a partir de dois níveis: (i) *específico*: referente à dimensão individualizada das pessoas em termos de interpretação dos significados do risco e dos modos como isto interfere nas práticas em seus cotidianos (riscos de doença cardiovascular na família, por exemplo); e (ii) *geral*: relacionada ao papel das estruturas e instituições sociais na configuração do risco, em especial, o papel dos meios de comunicação de massa na divulgação (campanhas de vacinação local ou nacional, por exemplo).

No setor de segurança e higiene ocupacional, em consonância com o MTE (2008), são considerados riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, forem capazes de causar dano a saúde do trabalhador.

A fim de colocar os riscos laborais sob controle, foram instituídas, entre outras, a Norma Regulamentadora 9, do MTE, relativa ao Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, que estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implantação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do referido PPRA. Nesse documento, devem estar presentes os aspectos estruturais do programa, a estratégia e metodologia de ação, forma de registro, manutenção e divulgação dos dados, a periodicidade e forma de avaliação do desenvolvimento do programa e o planejamento anual com o estabelecimento das metas a serem cumpridas com os prazos para a sua implantação conforme cronograma anual.

Este programa constitui-se em uma ferramenta de extrema importância para a segurança e saúde dos empregados, proporcionando identificar as medidas de proteção ao trabalhador a serem implementadas e também serve de base para a elaboração do Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional – PCMSO, obrigatório pela Norma Regulamentadora 7.

A teoria de riscos aplicada à área de segurança e higiene ocupacional engloba, grosso modo, três níveis: (i) *antecipação*: envolve a análise de novos projetos, instalações, produtos, métodos ou processos de trabalho ou de modificação das já existentes, com o objetivo de identificar os riscos potenciais e introduzir as medidas de controle necessárias, antecipando-se a exposição ao risco ambiental; (ii) *reconhecimento*: envolve a identificação qualitativa e quantitativa e a explicitação dos riscos existentes nos ambientes de trabalho; (iii) *avaliação*: envolve o monitoramento dos riscos ambientais para a determinação da intensidade dos agentes físicos a concentração dos agentes químicos, visando o dimensionamento da exposição dos trabalhadores.

Na área de finanças, a teoria de riscos, na lição de Woiler e Mathias (1996), indica de que maneira é possível abordar de modo simplificado o problema de risco no projeto: (i) *estimativas mais cuidadosas*: procura-se processar as informações do projeto de modo que as projeções sejam confiáveis; (ii) *ajustes empíricos*: vêem-se as experiências passadas da empresa, verificando se houve uma tendência sistemática para superestimar ou subestimar algum tipo de informação; (iii) *ajuste da taxa de desconto pelo risco*: ao incorporar o risco à taxa de desconto utilizada, deve-se realizar um ajuste *a priori* associado a um projeto de investimento – as taxas de desconto baixas são aplicadas aos fluxos de projetos que os executivos julgam menos arriscados e vice-versa; e (iv) *análise de sensibilidade*: medindo-se em que magnitude uma alteração prefixada em um ou mais fatores do projeto altera o resultado final.

Depreende-se que cada área do conhecimento tem a sua maneira peculiar de tratar os riscos. O item seguinte abordará essa tratativa na ótica do TRPP.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE GERAÇÃO DE RISCOS NO TRPP

Merkhofer (1987) preceitua que o processo de estabelecimento de um risco envolve a conjugação de três condições básicas, a saber:

- Fonte de perigo.
- Processo de exposição.
- Efeitos adversos.

3.4.1 Fonte de Perigo

Fonte de perigo é a condição em que se cria ou aumenta um risco, ou seja, sem a mesma, não há riscos. Utilizando as classificações de Merkhofer (1987) e Rejda (1995), distinguem-se dois tipos básicos de fontes de perigo:

a) Material: é uma condição física que aumenta as possibilidades de perda, subdividida em:

- Materiais tóxicos: representados pelos produtos químicos de modo geral.
- Energia cinética: inerente aos veículos motorizados, mísseis e projéteis em movimento.
- Energia potencial estocada: como a que se encontra em tanques pressurizados, reservatórios de petróleo e gás, combustíveis e água retida nas grandes represas.

b) Moral: são as fontes de perigo oriundas das personalidades humanas, derivadas de defeitos de caráter, de comportamentos inadequados, da falta de escrúpulos ou de negligência com a segurança. Os motoristas imprudentes e as empresas negligentes com a manutenção de suas unidades de transporte são exemplos característicos desse tipo de fonte de perigo.

Merkhofer (1987) ressalta que os sistemas que apresentam uma combinação dessas condições são fontes de perigo mais significativas e o TRPP conjuga várias delas, porque, além das características de sua carga, insere-se em um ambiente em que trafegam simultaneamente outras fontes de perigo.

Erkut e Verter (1997) proferem que os riscos associados ao transporte de produtos perigosos constituem-se na principal razão para a intervenção pública no setor, por meio de regulamentações e controle.

3.4.2 Processo de Exposição

A simples existência de uma fonte de perigo não se constitui, necessariamente, em um risco. É necessário que haja um processo de exposição, voluntário ou não, à fonte de perigo. No que diz respeito aos produtos químicos, são as características de periculosidade do produto (inflamabilidade, explosividade, toxicidade, radioatividade), vias de exposição, condições da exposição e a sensibilidade da entidade exposta que determinam o risco.

Para cada uma das características relacionadas à periculosidade dos produtos, existe um tratamento diferenciado no que concerne à análise do processo de exposição.

Um exemplo é o caso da toxicidade. Na dicção de Real (2000), é conveniente ressaltar a diferença entre a *toxicidade dos produtos químicos* e seus *efeitos tóxicos*. Toxicidade, toxidade ou toxidez é a capacidade de um material provocar danos biológicos a um organismo. É uma propriedade de todas as substâncias, inclusive do açúcar (sacarose) e do sal de cozinha (cloreto de sódio). Ela está relacionada às características físicas e químicas de uma substância, sendo que seus *efeitos tóxicos*, conforme já dito, dependem da dose, das vias e do tempo de exposição da entidade ao material.

A toxicidade é uma das características físico-químicas dos produtos perigosos mais conhecida. Diversos são os índices de toxicidade disponíveis na literatura técnica pertinente à toxicologia e cada um deles destina-se a uma aplicação relacionada à proteção da saúde humana ou de sistemas ecológicos específicos. Acidentes rodoviários com produtos perigosos são eventos esporádicos, em que os atendentes estão sujeitos a uma exposição única, de curta duração e que pode ser aguda.

Com relação às vias de exposição para produtos tóxicos, elas indicam como as substâncias penetram nos organismos. Para o homem, as principais vias de exposição são o contato com a pele, a inalação e a ingestão.

No que tange à frequência de exposição e ao tempo para surgimento dos sintomas da intoxicação, em relação à dose a que o organismo foi exposto, a toxicidade pode ser dividida nos seguintes tipos, conforme Kerfoot *et al* (1995):

- a) Toxicidade aguda: é aquela que provém de uma bateria de testes de curta duração, normalmente de 14 dias, realizada para caracterizar os efeitos potenciais agudos de uma substância sobre um organismo. Regularmente, os índices utilizados para sua caracterização são a Dose (DL50) ou Concentração Letal (CL50): dose ou concentração em que 50% dos organismos submetidos ao teste morrem. Alguns testes desse tipo também são conduzidos para observar as reações da pele humana quando em contato com o material.

- b) Toxicidade crônica e sub-crônica: testes realizados para determinar estes níveis de toxicidade são conduzidos por períodos mais longos e são efetuados por meio de repetidas exposições via oral, dérmica ou inalação. Para a toxicidade sub-crônica, os testes são realizados durante 30 a 90 dias e para a crônica, normalmente os estudos levam de 18 a 24 meses. Os níveis de dose ou concentração obtidos são em geral menores do que para a toxicidade crônica. O propósito desses testes é determinar as doses ou concentrações em que não se observam quaisquer efeitos ou o Nível de Efeito Não Observado – NENO (*No Observed Effects Level – NOEL*), ou aquelas nas quais se observa os menores efeitos como o Nível mais Baixo de Efeito Observado - NEMBO (*Lowest Observed Level – LOEL*).

Especificamente para fins de transporte, as regulamentações para o TRPP fornecem critérios à classificação de produtos tóxicos, conforme a toxicidade e as vias de exposição da substância transportada, e estabelecem recomendações específicas para a embalagem desse tipo de produto.

As embalagens, conforme Resolução ANTT nº 420/2004 (ANTT, 2004), devem ser selecionadas para evitar qualquer vazamento provocado por variações de temperatura, umidade ou pressão, decorrentes de variações climáticas ou geográficas, em condições normais de transporte.

A Tabela 3.1 indica o Grupo de Embalagem que deve ser considerado pelo fabricante para transportar o material, conforme a classificação da toxicidade aguda da substância e suas vias de exposição. No caso de uma substância se enquadrar em Grupos de Embalagens distintos, deve ser embalada no Grupo mais restritivo.

Tabela 3.1: Critérios de classificação por ingestão oral, contato dérmico e inalação de pós e neblinas.

Grupo de Embalagem	Toxicidade Oral DL ₅₀ (mg/kg)	Toxicidade Dérmica DL ₅₀ (mg/kg)	Toxicidade por inalação DL ₅₀ (mg/kg)
I	≤5	≤ 40	≤ 0,5
II	> 5 – 50	> 40 – 200	> 0,5 – 2
III	Sólidos: > 50 – 200 Líquidos: > 50 – 500	> 200 – 1000	> 2 – 10

Fonte: ANTT (2004).

Os testes, para a classificação de toxicidade aguda conforme as vias de exposição, estabelecidos pelas regulamentações de transporte consideram que:

- a) Dose Letal (DL₅₀) para a toxicidade oral aguda corresponde à dose da substância que administrada oralmente tem a maior probabilidade de provocar a morte, num prazo de 14 dias, de 50% dos ratos albinos submetidos ao teste.
- b) Dose Letal (DL₅₀) para a toxicidade dérmica aguda corresponde à dose administrada por contato contínuo com a pele nua de coelhos albinos, por 24 horas, que tem a maior probabilidade de provocar a morte de metade dos animais testados, em até 14 dias.
- c) Concentração Letal (CL₅₀) para a toxicidade aguda por inalação de pós e neblinas corresponde à concentração de vapor, neblina ou pó que, administrada por inalação contínua a ratos albinos por uma hora, tem a maior probabilidade de provocar, num prazo de 14 dias, a morte de 50% dos animais testados.

Salienta-se que a Resolução ANTT nº 420/2004 também estabelece tratamentos específicos com relação ao transporte para os demais produtos perigosos, em função das Classes de Risco a que são alocados.

3.4.3 Efeitos Adversos

As fontes de perigo, em função do processo de exposição, têm potencial para provocar conseqüências danosas sobre aqueles que a elas se expõem. A magnitude e a severidade dos danos provocados dependerão das condições da exposição, da resistência física e da sensibilidade do ente exposto à fonte de perigo.

A exposição a fontes de perigo nem sempre resulta efeitos adversos, porque mecanismos de controle podem ser aplicados, reduzindo as conseqüências dela derivadas. Matematicamente, Faertes (1994) expressa essa idéia associada ao risco de uma forma bastante simples, por meio da Equação (3.1):

$$Risco = \frac{Fonte\ de\ Perigo}{Mecanismos\ de\ Controle} \quad (3.1)$$

Os mecanismos de controle indicados nessa expressão também são denominados por outros autores como: medidas de proteção, salvaguardas ou, simplesmente, de proteção. A expressão conduz, de forma intuitiva, às seguintes idéias:

- a) Quanto maiores (ou melhores) os mecanismos de controle aplicados a uma fonte de perigo, menor a intensidade do risco.
- b) A maximização dos mecanismos de controle conduz à redução dos riscos, mas não necessariamente à sua eliminação total.

Logo, é possível afirmar que a intensidade de um risco varia de acordo com os mecanismos de controle aplicados sobre as fontes de perigo.

3.4.4 Comentários Adicionais ao Processo de Geração de Riscos no TRPP

Como ressaltado por Real (2000), um produto que apresente, por exemplo, alta toxicidade não necessariamente apresenta riscos de intoxicação. Para ilustrar a questão, tem-se o derrame de uma tonelada de arseniato de chumbo – $Pb_3(AsO_4)_2$, classificado pela ONU (2007) como substância perigosa tóxica para fins de transporte, alocada ao número ONU 1617, Classe de Risco 6.1, derramado em uma rodovia. É pouco provável que o material derramado intoxique o público, a curta distância. Isso porque o material é sólido e permanece imóvel no local do derrame. Embora seja altamente tóxica por inalação, tal substância apresenta pouco risco de intoxicação para o público, uma vez que pode ser recolhida e retirada do local, utilizando-se os recursos adequados.

De outra forma, uma tonelada de cloro líquido – Cl_2 , gás tóxico, alocado ao número ONU 1017, Classe de Risco 2.3, em caso de vazamento para a atmosfera na mesma rodovia,

expandir-se-se-á em 310m³ de gás tóxico, capaz de rapidamente espalhar-se na direção do vento e intoxicar fatalmente todos os que estiverem próximos ao local.

Em casos como o descrito anteriormente, somente a simbologia presente nos Painéis de Segurança e Rótulos de Risco afixados na unidade de transporte é insuficiente para permitir o discernimento necessário do nível de risco a que o ambiente está exposto, em caso de vazamentos. Mesmo os manuais para atendimento a eventos dessa natureza, tais como o da Abiquim (2006b) e o *North American Emergency Response Guidebook – NAERG*, NAERG (2004), que apresentam guias para as primeiras ações emergenciais, indicam precauções genéricas aplicáveis a famílias de substâncias.

As informações constantes nesses guias emergenciais são de domínio do expedidor do produto perigoso e constam, de forma sucinta, na Ficha de Emergência do produto perigoso, sendo de porte obrigatório pelo condutor da unidade de transporte. Contudo, em caso de acidente grave que o imobilize, tais informações se tornam de difícil acesso às equipes de atendimento emergencial, o que dificulta sobremaneira as primeiras ações de atendimento ao acidente, podendo ampliar os seus riscos de ampliação ou até mesmo interromper o tráfego rodoviário por longo tempo.

Por isso, o embarcador, durante o processo decisório na escolha de uma transportadora, conforme propalam Ballou (2006) e Bowersox (2007), deve pesar, por exemplo, se a frota que lhe é oferecida está adequadamente aparelhada de tecnologias de informação e comunicação, tais como eletrônica embarcada, que possibilitem, na situação do caso exposto, a comunicação entre as bases operacionais do fabricante, expedidor e/ou destinatário, no menor tempo possível, deflagrando a execução do plano de gerenciamento de riscos dos agentes envolvidos, inclusive o da transportadora.

3.5 GERENCIAMENTO DE RISCOS APLICADO AO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS

3.5.1 Conceituação do Gerenciamento de Riscos aplicado ao TRPP

Para o RSPA (1998), o gerenciamento de riscos é a aplicação sistemática de políticas, práticas e recursos na avaliação e no controle de riscos que afetem a segurança, a saúde humana e o meio ambiente.

Normalmente, o processo de gerenciamento de riscos, independente do nível em que é praticado, traz consigo questões relativas à tomada de decisão sob incerteza, o que acarreta custos e benefícios para os atores. A incerteza decorre de falta de dados, de parâmetros ou de modelos referentes ao que está sob análise.

No que se refere ao TRPP, o RSPA (1998) indica que o gerenciamento de riscos é o conjunto de ações que deve incluir análises de fontes de perigo, de riscos e de benefícios-custos, para que se possam avaliar as opções de redução de risco, estabelecer prioridades na alocação dos recursos e determinar medidas de desempenho para monitorar o processo.

Ainda na visão do RSPA (1998) e RSPA (2002), os objetivos de qualquer sistema de gerenciamento de riscos no transporte de produtos perigosos devem incluir:

- a) a segurança dos trabalhadores e do público;
- b) a proteção da propriedade e do meio ambiente;
- c) a minoração da desorganização social e econômica; e
- d) a redução dos custos para a população, as indústrias e o governo;
- e) o provimento de regulamentações uniformes apoiadas numa classificação de riscos consistente, padrões de embalagem e de comunicação das fontes de perigo; e
- f) o provimento de regulamentações em harmonia com o sistema regulador internacional que facilite e reduza os custos do comércio internacional.

3.5.2 Categorias de Risco para o Gerenciamento

Conforme Rejda (1995), o gerenciamento de riscos nas organizações deve considerar duas categorias básicas:

a) Quanto às possibilidades de perda:

- *riscos puros*: são os decorrentes de eventos em que só existem possibilidades de perda. Isto é, todos os possíveis resultados conduzem a prejuízos. É o caso de vazamentos de produtos perigosos durante o transporte.
- *riscos especulativos*: são os decorrentes de eventos ou atividades em que podem ocorrer perdas ou ganhos. Reduzir riscos envolve o dispêndio de recursos financeiros. A presença de empresas e condutores não especializados ou negligentes no TRPP potencializa seus riscos para a sociedade, pois tratam os riscos puros como especulativos e, ao deixarem de investir em segurança, aumentam seus lucros.

b) Quanto às partes afetadas:

- *risco particular*: é aquele que afeta somente indivíduos e não a sociedade.
- *risco fundamental*: é aquele que afeta toda a economia ou um grande número de pessoas ou grupos dentro da economia.

Ressalta-se que, no TRPP, para cada ator envolvido no processo, os riscos são diferentes. Para as empresas envolvidas no transporte, os riscos são particulares, mas para a sociedade e o Estado, fundamentais.

3.5.3 Etapas do Gerenciamento de Riscos

Na dicção de REAL (2000), o gerenciamento de riscos é um processo contínuo e progressivo para avaliar e controlar riscos puros nas organizações. O processo tradicional de gerenciamento de riscos consiste na aplicação integrada de quatro etapas, quais sejam: identificação de riscos, análise de riscos, avaliação de riscos e controle de riscos.

3.5.3.1 Identificação de Riscos

Alberton (1996) propala que o principal objetivo da identificação de riscos é reconhecer os eventos, combinações de eventos e estados de um sistema que conduzam à ocorrência de um fato indesejado.

A primeira etapa do processo requer a identificação dos eventos que podem provocar danos ao ser humano, à propriedade ou ao meio ambiente. Várias técnicas têm sido desenvolvidas para esse fim, sendo que as utilizadas com maior frequência são as *Listas de Verificação* e a *Técnica de Incidentes Críticos*. No TRPP, o evento mais comum indesejado é o vazamento de cargas.

Já a próxima etapa deve contemplar a identificação dos produtos que trafegam pela via, da sua frequência e das conseqüências ao homem, à propriedade e ao meio ambiente, em caso de vazamentos dos mais diversos portes.

Também, é necessário identificar outras fontes de perigo envolvidas nesse transporte, tais como as empresas expedidoras dos produtos, as transportadoras e os condutores, que podem comportar-se de maneira negligente com as questões de segurança na expedição e no trânsito dos veículos.

Identificadas as fontes de perigo, a próxima fase visa à análise dos riscos para reconhecimento dos fatores contribuintes para sua ocorrência e as conseqüências advindas.

3.5.3.2 Análise de Riscos

Esta etapa do gerenciamento consiste no exame qualitativo e detalhado das fontes de perigo identificadas na fase anterior, a fim de evidenciar os fatores que conduzem à ocorrência de eventos indesejáveis e suas possíveis conseqüências.

De acordo com Morgado e Brasil (1998), há várias técnicas disponíveis para a análise dos riscos, as quais têm evoluído continuamente, em função das exigências tecnológicas, econômicas e sociais nos processos de gerenciamento. Dentre elas, podem ser destacadas: Análise Preliminar de Fontes de Perigo (APP), Análise de Modos de Falha e Efeitos

(AMFE) e Estudos de Operacionalidade e Riscos (HAZOP). A Tabela 3.2 mostra sucinta descrição dessas técnicas.

Tabela 3.2: Técnicas mais utilizadas na análise de riscos.

Técnicas	Descrição
Análise Preliminar de Fontes de Perigo (APP)	<p>Prevê:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Magnitude do derrame: pequeno, médio e grande. b) Classificação da severidade: conforme o NFPA 325M. c) Classificação do perigo: desprezível, marginal, crítico e catastrófico. d) Classificação da frequência do indesejado: extremamente remota, remota, improvável, provável e frequente.
Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE)	<p>Consiste na análise quantitativa ou qualitativa de falhas de componentes, de equipamentos ou de sistemas nas indústrias de processo, para facilitar o reconhecimento e a quantificação dessas falhas.</p> <p>Considera as falhas de cada componente e descreve os efeitos de cada tipo de falha sobre o sistema. As informações levantadas são apresentadas sob a forma de tabelas que indicam, para cada componente, a descrição da falha, suas causas e efeitos sobre o sistema.</p>
Estudos de Operacionalidade e Riscos (HAZOP)	<p>Técnica qualitativa desenvolvida para identificar causas e conseqüências de possíveis desvios nas condições normais de uma determinada operação, por meio da análise de cada segmento do sistema operacional. Requer a integração de equipes multidisciplinares e permite explicitar as interações requeridas entre as partes do sistema e os procedimentos operacionais requeridos.</p> <p>Há duas variantes: o Hazop organizacional e o Hazop de fator humano. Ambos permitem identificar os pontos fracos na estrutura de uma organização, decorrentes da falta da integração de recursos ou de falhas pessoais, que podem comprometer a eficácia de operações, por exemplo, em emergência.</p>

Fontes: Souza Júnior (1996), Fire World (1998), Morgado e Brasil (1998) e Real (2000).

Ainda, segundo Morgado e Brasil (1998), a seleção da técnica mais adequada dependerá das informações disponíveis, em termos quantitativos e qualitativos, e dos recursos humanos e financeiros destinados à sua efetivação.

Real (2000) preconiza que outro fator que determinante na escolha da técnica de análise de riscos a ser utilizada está relacionado com os objetivos pretendidos na aplicação do processo de gerenciamento de riscos na instituição (como, por exemplo, empresas expedidoras e transportadoras de produtos perigosos) e dos tipos de decisão advindos de debates técnicos.

Em instituições governamentais, os objetivos do gerenciamento de riscos, em regra, estão voltados ao estabelecimento de políticas, padrões e regulamentações aplicáveis a atividades que ponham em risco a segurança pública, visando ao bem estar social e econômico dos cidadãos e de seu habitat.

Em empresas, a prática de gerenciamento de riscos está ligada às questões da segurança da organização, tendo em vista os riscos inerentes a suas atividades. Independentemente de questões éticas ou morais pertinentes a casos específicos, pode-se inferir que as empresas, em geral, analisam seus riscos, principalmente para garantir a saúde financeira de sua organização.

3.5.3.3 Avaliação de Riscos

A terceira etapa do gerenciamento de riscos tem como objetivo mensurar o risco por meio da quantificação da frequência da ocorrência de eventos indesejáveis e de suas conseqüências.

Para quantificar essa frequência, regularmente, utilizam-se as séries históricas de acidentes que nem sempre são disponíveis ou confiáveis. Para eventos de baixa probabilidade e altas conseqüências, em função da ausência de séries históricas, quantificam-se os riscos a partir de cálculos probabilísticos.

Nesse sentido, Real (2000) afirma que a *Avaliação de Riscos* é útil para a tomada de decisão da aceitabilidade de riscos e das medidas de controle necessárias para sua redução. Embora ela seja uma ferramenta clássica e básica para a tomada de decisão sobre riscos, por exigir recursos excessivos, ela não é uma ferramenta padrão. Em geral, no processo de tomada de decisão sobre a aceitabilidade dos riscos, utiliza-se comparar os valores de risco calculados para várias atividades, a fim de prover uma base de referência para a

comparação, conforme preceitua Faertes (1994). O RSPA (1998) e o RSPA (2002), ao julgar os níveis aceitáveis de risco, também adotam com mais frequência as avaliações comparativas ao invés das quantitativas de risco.

No entanto, como pronunciado por Finckel (1996), esta é uma prática que deve ser adotada de forma criteriosa para evitar comparações de risco não relacionados, ou calculados por meio de métodos distintos. Por isso, recomenda-se que as comparações sejam feitas, utilizando-se os seguintes critérios, preferencialmente, na ordem estabelecida:

- 1^o) Comparações de mesmo risco em épocas diferentes;
- 2^o) Comparações com padrões;
- 3^o) Comparações utilizando diferentes estimativas do mesmo risco;
- 4^o) Comparações entre os riscos de fazer ou não alguma atividade;
- 5^o) Comparações entre soluções alternativas para o mesmo risco;
- 6^o) Comparações do mesmo risco, em outros locais.

Entre as técnicas empregadas para a *Avaliação de Riscos* cita-se a *Análise de Árvore de Falhas* (AAF), método dedutivo, que visa à determinação dos riscos associados a cada evento, por meio de encadeamento lógico que conjuga uma seqüência de eventos, ao qual se aplicam cálculos, derivados da álgebra booleana, às probabilidades associadas a cada evento. A *Árvore de Falhas* pode auxiliar tanto na identificação dos eventos que contribuem para a ocorrência de vazamentos durante o transporte, quanto na quantificação de suas probabilidades, a partir de dados relativos às frequências de falhas em cada evento.

3.5.3.4 Controle de Riscos

Para Morgado e Brasil (1998), o objetivo principal do controle de riscos é agir fisicamente sobre os elementos que geram o risco, ou seja, as fontes de perigo, a fim de reduzir sua probabilidade, seus impactos ou ambos.

Para o controle dos riscos, aplicam-se medidas educacionais, técnicas, gerenciais, legais ou políticas, pelas empresas e governos, conforme os níveis de poder, de responsabilidade e de atuação. Head (1989) conceitua o controle de riscos como as ações implementadas para reduzir a frequência, severidade ou imprevisibilidade das perdas acidentais, sendo as

principais estratégias aplicáveis: evitar a exposição, prevenção de perdas, redução de perdas, segregação das perdas e transferência contratual do controle de riscos.

A Tabela 3.3 mostra a descrição de cada uma das estratégias disseminadas para o controle de riscos.

Tabela 3.3: Estratégias mais utilizadas no controle de riscos do TRPP.

Estratégias	Descrição
Evitar a Exposição	<p>Reduz a probabilidade de ocorrência de um evento a zero, por meio da eliminação da atividade que gera o risco.</p> <p>No TRPP, um exemplo típico desse caso é a proibição do transporte de determinados produtos perigosos.</p>
Prevenção de Perdas	<p>Visa à redução das probabilidades ou da frequência de um risco, porém não o elimina. As ações implementadas com esse objetivo nem sempre têm efeitos sobre a severidade das perdas. Essa é a principal diferença entre as técnicas de prevenção e a redução de perdas, pois a última está direcionada à redução da severidade dos danos.</p> <p>No TRPP, a prevenção de perdas pode ser aplicada em:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Tratamento dos pontos críticos: os profissionais de Engenharia de Tráfego realizam estudos estatísticos, a partir de cadastros de acidentes de tráfego nas rodovias, para identificar pontos específicos da via que apresentam maior incidência de acidentes, identificar as causas e implementar as intervenções necessárias, por exemplo. b) Programação de embarques: por meio de trabalho integrado, as empresas expedidoras e transportadoras e as autoridades de trânsito podem realizar a programação de embarque de produtos perigosos fora de horários de maior incidência de acidentes e, com isso, reduzir a probabilidade de sua ocorrência. c) Fiscalização: constitui uma das formas mais efetivas de reduzir a probabilidade de acidentes com veículos transportando produtos perigosos. Deve contemplar, por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estado de conservação do veículo e a documentação de licenciamento. ▪ Certificados de capacitação do veículo para transporte

Estratégias	Descrição
	<p>a granel de produtos perigosos - CIPP.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Certificados de habilitação do motorista, inclusive o de treinamento para Movimentação e Operação de Produtos Perigosos (MOPP). ▪ Certificação de embalagens e acondicionamento da carga, em caso de transporte de cargas fracionadas. ▪ Outros documentos de porte obrigatório. ▪ Equipamentos de segurança obrigatórios.

Objetiva reduzir a severidade das perdas, caso o evento indesejado ocorra. Dividem-se em:

Redução de Perdas

- a) Medidas pré-perdas: são as aplicadas antes da ocorrência, para reduzir a severidade das perdas. No TRPP, uma das medidas pré-perdas mais utilizadas é o roteamento. Segundo Duque (1991), os modelos utilizados para a seleção da rota visam à redução dos riscos por meio da diminuição das probabilidades de acidentes, das entidades expostas ao risco e das suas conseqüências.
 - Para a redução das probabilidades, consideram-se as características de tráfego, a geometria das rodovias e/ou o tempo de viagem em cada percurso; e para reduzir os danos devido a acidentes, contabilizam-se aspectos relativos à população lindeira, ao uso do solo na rodovia (indústrias, comércio, atividades agrícolas), assim como aos ecossistemas envolvidos (rios, represas, mananciais, reservas florestais).
- b) Medidas pós-perdas: são as voltadas para o atendimento emergencial, operações de salvamento e resgate e atividades de mitigação.

No TRPP, apesar de todas as intervenções implementadas previamente, tanto pelas empresas expedidoras quanto pelas transportadoras, para garantir a segurança durante o transporte, é necessário dispor de recursos humanos e materiais, no ambiente rodoviário, para atender a emergências com os veículos, sejam decorrentes de acidentes de tráfego ou não, independente da ocorrência de vazamentos.

Segregação das Perdas

Utilizada principalmente em indústrias de processamento para evitar a paralisação da organização quando da ocorrência de paradas ou falhas operacionais. São empregadas:

Estratégias	Descrição
	<p>a) Separação das unidades: por meio da subdivisão de uma unidade fabril em duas ou mais de menor porte, separadas fisicamente, mas ambas operacionais.</p> <p>b) Duplicação: manter equipamentos ou sistemas em duplicata, com a mesma capacidade, para serem utilizados em caso de parada ou emergência no equipamento principal.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ No TRPP, a transportadora deve dispor de frota suficiente para atender aos embarcadores, em caso de avaria em alguma unidade de transporte. E para a rodovia, por exemplo, deve haver estacionamentos apropriados aos veículos transportadores de produtos perigosos ou a possibilidade de retorno de veículos para transferir o tráfego a outras vias, evitando a paralisação ou a amplificação das perdas, em caso de eventos muito severos em áreas críticas da rodovia. Além disso, para a carga transportada, há a possibilidade de utilização de cofres de carga, segregando produtos incompatíveis entre si.

Fontes: Head (1989) e Real (2000).

3.5.4 Modelos de Gerenciamento de Risco aplicados ao Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos

Existem vários modelos de gerenciamento de risco aplicados ao TRPP, oriundos de diversos estudos de pesquisadores, órgãos e entidades nacionais e internacionais envolvidos com a temática. A Tabela 3.4 expõe os mais empregados atualmente.

Tabela 3.4: Principais modelos de gerenciamento de risco empregado no TRPP.

Modelos	Comentários
Pijawka <i>et al</i> (1985)	Além de sugerir um modelo de gerenciamento de risco, considera que esse é resultante do produto da vulnerabilidade e do acondicionamento do produto perigoso transportado. Utilizando distâncias para evacuação em caso de derramamento de produtos químicos, um fator de risco para a população foi definido como o produto da probabilidade de acidente com produtos perigosos vezes o número de pessoas expostas a este produto. A pontuação para uma rota individual reflete a interação de quatro variáveis: (a) o número de eventos perigosos que tem ocorrido na rota; (b) a

Modelos	Comentários
	<p>probabilidade de acidente com produtos perigosos; (c) a população exposta ao risco e o potencial de perigo relativo, composto do potencial da severidade do acidente; e (d) o volume de materiais perigosos por classe.</p> <p>A “medida” do risco proposta por Pijawka (1985) inclui em sua formulação: (a) probabilidade de um acidente ocorrer; (b) probabilidade de um rompimento no tanque que transporta o produto perigoso e as conseqüências para de um vazamento ao meio ambiente; e (c) as conseqüências de um vazamento em termos da população exposta ao risco.</p>
<p>Scalon e Cantilli (1985)</p>	<p>Estabelece um índice de avaliação de segurança à comunidade. Esse índice é composto: do <i>índice do estado “estar preparado”</i> da população e <i>índice de risco da comunidade</i>.</p> <p>O índice de risco da comunidade - CR proposto é composto de variáveis de tráfego, por meio de valores tabelados conforme a natureza do tráfego, nível de acidentes, características geográficas das rodovias, condições do pavimento, número de riscos existentes nas margens das rodovias, condições dos dispositivos de controle de tráfego, proporções de veículos que trafegam transportando diversos produtos perigosos, condições de manutenção dos veículos, histórico de acidentes dos motoristas e treinamentos. O CR exige para sua determinação os valores: da densidade da população exposta, número de produtos perigosos, valores das propriedades a serem afetadas, número de estabelecimentos e entidades sensíveis que possam ser afetadas em caso de acidente (tais como escolas, igrejas, hospitais etc.). Ainda, é necessário determinar o índice de capacidade de resposta da comunidade em caso de emergência e o nível de obediência desta comunidade às ordens em caso de uma suposta evacuação.</p>
<p>Harwood <i>et al</i> (1989)</p>	<p>Propõem um modelo revisado para a probabilidade de acidentes a partir das diretrizes de determinação de rotas para produtos perigosos, do Departamento de Transportes dos EUA (DOT, 2000), que foi utilizado nos sistemas de rodovias estaduais norte-americanas (Califórnia, Illinois e Michigan).</p> <p>Consideram que o elemento chave para a comparação de riscos visando à escolha de rotas de transporte de produtos perigosos é ter dados confiáveis sobre a taxa de acidentes com caminhões, a fim de possibilitar a utilização do cálculo da probabilidade de um produto desse tipo vazar. Assim, as análises das taxas de acidentes requerem três tipos de dados relacionados ao tráfego: geometria da rodovia, volume de tráfego e registros de</p>

Modelos	Comentários
	<p>acidentes.</p> <p>Quanto à <i>geometria das rodovias</i>, utilizaram-se dados de: (a) número de pistas; (b) estrutura das pistas (dividida ou não dividida); controle de acesso (uma mão ou duas mãos); e tipo de área (urbana ou rural). Sobre o <i>volume de tráfego</i> de caminhões, foram obtidos da Média Anual Diária de Tráfego, pela percentagem de caminhões no fluxo de tráfego. E no que tange aos <i>acidentes</i>, foram analisados os dados de: (a) quantidade e tipo de veículos envolvidos; (b) o tipo de colisão (de que forma); e (c) a severidade do acidente (sendo maior quando houver danos).</p>
Rhyne (1994)	<p>A formulação do cálculo de risco é a mesma proposta dada pelos outros autores citados, isto é, da equação (3.2):</p> $\text{RISCO} = \text{PROBALIDADE DE ACIDENTE} \times \text{CONSEQÜÊNCIAS} \quad (3.2)$ <p>Entretanto, para o cálculo da probabilidade de acidentes, Rhine (1994) inclui as variáveis: as forças que atuaram no container (carregado de produto perigoso), vinculadas a um tipo de acidente, as probabilidades das condições meteorológicas do trecho da rodovia em estudo, a área impactada e os efeitos à vida humana.</p>
RSPA (2002)	<p>Em uma visão mais recente, o RSPA (2002) apresenta sete passos à auto-avaliação para o gerenciamento de riscos no TRPP, incluindo: extensão da operação; conhecimento da operação; avaliação; estratégia; ação; verificação; e avaliação.</p>
Bo <i>et al</i> (2003)	<p>Utilizando as ferramentas Geographic Information System – <i>GIS</i> e <i>Analytical Hierarchy Process</i> – <i>AHP</i>, propuseram um modelo para roteamento de veículos transportadores de produtos perigosos com considerações de segurança.</p> <p>No modelo proposto, foram avaliados os seguintes critérios: exposição da população; impactos sócio-econômicos, riscos de seqüestro, condições de tráfego e resposta a emergências.</p>
Verter e Kara (2004)	<p>Realizaram estudos envolvendo, simultaneamente, os mais populares modelos de risco aplicados ao transporte de produtos perigosos, com dados de rodovias de Quebec e Ontário, no Canadá.</p>

Modelos	Comentários
	<p>Com base em mapa digitalizado de 180 setores censitários da região pesquisada e dados de tráfego de 130 links da rede rodoviária de Quebec e Ontário, foi possível obter, de forma georeferenciada e espacial, as áreas e suas respectivas vulnerabilidades. Uma vantagem deste estudo é que facilita a comparação simultânea de critérios de vulnerabilidade de mínima extensão de rota, mínimo risco, mínima exposição da população e mínima probabilidade de incidente, em função de quilômetros de via, tipo de produto transportado e número de pessoas expostas.</p>
Asakura (2004)	<p>Propõe um modelo de avaliação de riscos para o TRPP, em que considera dois tipos de fatores: desastres naturais ou falhas sistêmicas e o volume de tráfego incerto devido à flutuação diária do comportamento de viagens dos usuários da rodovia. Procura estabelecer uma relação entre a localização do veículo transportador de produto perigoso e a probabilidade de danos, assim como a redução do risco e o incremento do custo de transporte.</p>
Porath <i>et al</i> (2005)	<p>A metodologia proposta foi derivada de trabalhos realizados por técnicos e colaboradores pertencentes a diversas instituições nacionais e internacionais (do BID) ligados à equipe do Departamento Estadual de Infra-Estrutura (DEINFRA) no desenvolvimento do Programa de Gestão dos Transportes de Produtos Perigosos de Santa Catarina.</p> <p>A modelagem adotada fundamenta-se na <i>vulnerabilidade do ambiente rodoviário e de seu entorno</i>, na <i>periculosidade das substâncias</i> nas quantidades transportadas e na <i>frequência</i> desse transporte.</p>
Gheorghe (2006)	<p>Em seu trabalho intitulado <i>Systems Engineering Approach to Risk and Vulnerability Management of Transport Dangerous Goods</i>, o autor apresenta uma metodologia baseada em uma matriz de decisão complexa, fundada em modelo computacional denominado <i>Vulnerability Dashboard</i>, que abarca <i>scores</i> ajustáveis, de acordo com a sensibilidade conjuntural, com base em dezenas de fatores influenciadores de vulnerabilidade, passando pelos parâmetros clássicos de tráfego até aos de instabilidades institucionais.</p> <p>Dos resultados que se podem obter, o que mais se relaciona com o enfoque deste trabalho é aquele que diz respeito ao levantamento do perfil de vulnerabilidade de determinada rota ao longo de sua extensão, como, por exemplo, do segmento entre Constanta-Cernavoda, na Suíça.</p>
Sassmaq (2008)	<p>O Sassmaq possibilita uma avaliação do desempenho nas áreas de segurança, saúde, meio ambiente e qualidade das empresas que prestam</p>

Modelos	Comentários
	<p>serviços à indústria química. A avaliação das empresas é feita por organismos certificadores independentes credenciados pela Abiquim. São avaliados os “elementos centrais”, compostos pelos aspectos administrativos, financeiros e sociais da empresa, e os “elementos específicos”, constituídos pelos serviços oferecidos e pela estrutura operacional. A avaliação pelo Sassmaq não é obrigatória, mas sua aplicação gera um importante diferencial para as empresas certificadas pelo sistema pela comprovação de que oferecem serviços qualificados nas operações de logística.</p>
<p>Andersson e Menckel (1995)</p>	<p>Trata-se de um modelo abrangente e qualitativo em que foram incorporadas quatro dimensões básicas que devem ser consideradas para o estabelecimento de estratégias de gerenciamento de riscos no TRPP: o <i>curso temporal dos eventos</i>, os <i>níveis de ação dos atores envolvidos</i>, a <i>abordagem das intervenções</i> e o <i>processo de exposição</i>.</p>

Fontes: autores diversos.

Por ser de fácil aplicabilidade, permitir a compreensão das fases temporais de prevenção (primária, secundária e terciária), simultaneamente com o processo de exposição, as abordagens interventórias e os níveis de atuação dos atores envolvidos (principalmente expedidores e transportadoras), o Modelo de Andersson e Menckel (1995) será objeto de melhor detalhamento para os fins de consecução dos objetivos deste trabalho.

3.5.4.1 O Modelo de Andersson e Menckel (1995) para Prevenção de Acidentes

Andersson e Menckel (1995) desenvolveram um modelo abrangente e qualitativo incorporando as dimensões e os parâmetros identificados como relevantes à prevenção de acidentes e seus danos, aplicado ao TRPP. A Figura 3.1 ilustra o modelo sintético de prevenção de acidentes, de seus danos e os níveis de atuação dos atores envolvidos.

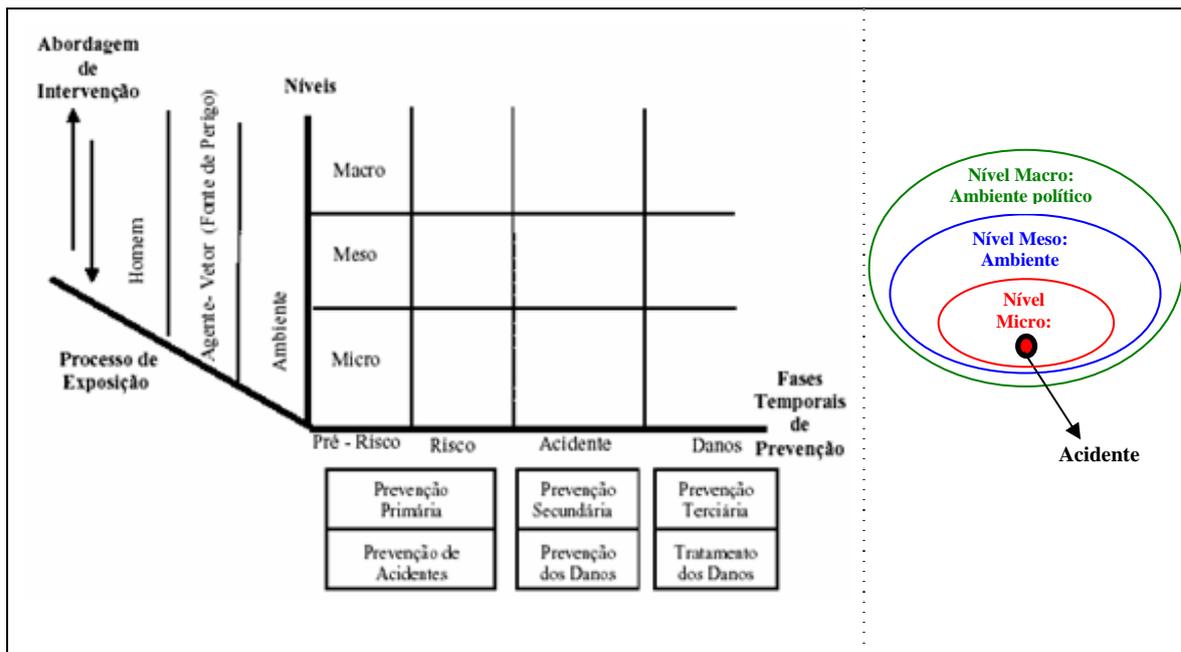


Figura 3.1: Modelo sintético de prevenção de acidentes, de seus danos e níveis de atuação dos agentes envolvidos no gerenciamento de risco no TRPP.

Fonte: modificado de Real (2000).

Tal modelo incorpora quatro dimensões básicas que devem ser consideradas para o estabelecimento de estratégias de prevenção e mitigação:

- O curso temporal dos eventos:* representado pelo eixo das abscissas, indica as fases temporais relativas aos eventos acidentais e às medidas de prevenção aplicáveis, desde os estágios que os antecedem – pré-risco e risco, até os que sucedem – o acidente e seus danos. Correlacionando-se as estratégias de controle de risco apresentadas por Head (1989) com a estrutura proposta por Andersson e Menckel (1995), verifica-se que as intervenções de prevenção primária correspondem às estratégias de eliminação e de prevenção de perdas; ao passo que as estratégias de prevenção secundária e terciária estão associadas à prevenção e ao tratamento dos danos, correlacionadas às estratégias de redução das perdas.
- Os *níveis*: representado pelo eixo das ordenadas, indica os níveis em que as medidas podem ser implementadas, tendo em vista o plano de atuação e o poder de intervenção dos agentes no processo de controle, prevenção e mitigação, bem como o sentido de sua abordagem.

- c) A *abordagem das intervenções*: as setas indicam o sentido da aplicação das intervenções, que podem ser *tecnocrática* (seta para cima) ou *democrática* (seta para baixo). A *abordagem tecnocrática* é aquela em que o Estado, por meio de seus instrumentos regulatórios e coercitivos, inicializa ou comanda o processo de prevenção. Já a *democrática*, origina-se e envolve o público e as comunidades sob risco no processo preventivo.
- d) O *processo de exposição*: representada pelo eixo das cotas, é a terceira dimensão do modelo e contempla o processo por meio do qual o agente agressor ou a fonte de perigo hostiliza o homem e o meio ambiente.

Real (2000) mostra que, quanto ao nível de atuação dos agentes envolvidos no gerenciamento de riscos no TRPP, os mesmos estão situados nos níveis *macro*, *meso* e *micro*.

No *nível macro*, encontram-se os governos federal e os estaduais, cujo principal interesse é a adoção de políticas que favoreçam a vitalidade econômica das sociedades industrializadas e a redução dos riscos de incidentes ao público e ao meio ambiente.

No *nível meso*, estão as instituições responsáveis pela fabricação dos produtos perigosos e pela operação do transporte: as empresas produtoras, expedidoras e transportadoras dos produtos, bem como a empresa seguradora e a concessionária rodoviária, caso o trecho em estudo esteja sob o regime de concessão. As políticas internas adotadas nessas corporações normalmente geram conflitos entre a economia e a segurança para o aludido tipo de transporte. Ainda que, legalmente, as responsabilidades quanto à segurança durante o transporte rodoviário recaiam sobre as empresas diretamente envolvidas com o embarque e o transporte de produtos perigosos, não há como negar que as condições físicas da rodovia, assim como os recursos nela disponíveis ao atendimento emergencial, também contribuem para a redução dos riscos de acidentes ambientais durante a operação de transporte.

No *nível micro*, reside o ambiente rodoviário, o qual congrega a rodovia, sua infraestrutura e obras de arte, usuários, empregados, comunidades e as biotas lindeiras, todos sujeitos aos riscos de danos físicos e materiais, em caso de acidentes rodoviários com produtos perigosos. As prefeituras locais, associações comunitárias, órgãos

governamentais de apoio local, como Polícia Rodoviária Federal ou Estadual, de meio ambiente, Corpo de Bombeiros, Defesa Civil e hospitais, assim como as bases operacionais da concessionária rodoviária, têm seus interesses norteados à proteção dos integrantes desse ambiente rodoviário. E as intervenções praticadas nesse nível, ou seja, no local da ocorrência do acidente, podem mitigar seus danos.

3.6 VARIÁVEIS DECISÓRIAS NO PROCESSO DE ESCOLHA DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS

Lieggio Júnior *et al* (2007) pesquisaram sobre as variáveis decisórias mais utilizadas pelos embarcadores de combustíveis líquidos. O estudo permitiu, por meio de uma metodologia multicritério, identificar as dez principais variáveis empregadas, a saber: a existência de planejamento de gerenciamento de risco; de programa de qualidade ambiental; de sistema de rastreamento veicular; de serviço de suporte emergencial; de programa de segurança e saúde ocupacional; de nível adequado de confiabilidade do serviço prestado; de programa de manutenção da frota; de política de renovação da frota; do índice de acidentes; e de programa de capacitação de condutores.

Essas variáveis reveladas pela pesquisa também podem ser aplicadas a empresas de transporte de diversas Classes de Risco. Como o objetivo do presente trabalho é propor uma metodologia de decisão de seleção da empresa a contratar, utilizando a Técnica de Preferência Declarada – TPD, o próximo capítulo abordará os aspectos dessa técnica, bem como alguns casos em que a mesma foi aplicada nos estudos relacionados ao setor de transportes.

3.7 TÓPICOS CONCLUSIVOS

Este capítulo teve o propósito de apresentar a importância do discernimento da caracterização do processo de geração de riscos e de seu gerenciamento aplicado ao TRPP. Merecem destaque os seguintes tópicos conclusivos:

- O processo de geração de riscos envolve a conjugação de três condições básicas: fonte de perigo, processo de exposição e efeitos adversos.

- Quanto maiores (ou melhores) os mecanismos de controle aplicados a uma fonte de perigo, menor a intensidade do risco e a maximização dos mecanismos de controle conduz à redução dos riscos, mas não necessariamente à sua eliminação total.
- Há várias metodologias dedicadas ao gerenciamento de risco no TRPP; no entanto, a metodologia estudada por Andersson e Menckel (1995), ao prever quatro dimensões básicas (o curso temporal dos eventos, níveis de ação dos atores envolvidos, a abordagem das intervenções e o processo de exposição), permite ao embarcador e sua empresa de transporte contratada uma visão macro e micro de todo o processo e, portanto, a possibilidade de atuar mais eficientemente na redução dos riscos e mitigação de danos.
- Dado o cenário do transporte rodoviário de produtos perigosos, verifica-se que o expressivo índice de irregularidades e atendimentos emergenciais realizados (Capítulo 2) torna premente a necessidade da dedicação a estudo e proposição de metodologia que permita ao embarcador selecionar, à luz do gerenciamento de riscos (Capítulo 3), as transportadoras que ofereçam o menor nível de risco durante as operações no TRPP.

4. VISÃO DA TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA APLICADA À ÁREA DE TRANSPORTES

A paciência é irmã do tempo; ela vive e confia nele, e este a recompensa constantemente.

(González Pecotche)

4.1 APRESENTAÇÃO

Este capítulo inicia-se com uma visão geral dos Modelos de Escolha Discreta, adentrando na explanação do Modelo *Multinomial Logit*, que é utilizado para simplificar e aperfeiçoar a modelagem da complexa decisão de escolha.

Serão vistos os tipos de dados de escolha discreta, as vantagens da utilização da Técnica de Preferência Declarada – TPD, aspectos principais, etapas para a construção e aplicação de um projeto experimental, alternativas para reduzir o número de opções de um Projeto Fatorial Completo – PFC e tipos de dados para a variável dependente no uso dessa técnica.

Por fim, serão apresentados os principais trabalhos na área de transportes envolvendo a utilização da TPD, desde a avaliação comportamental de demandas de viagens, passando por planejamento da rede escolar, até a aferição do nível de serviço do transporte de *commodities*.

4.2 MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA

Segundo Varian (2006), os Modelos de Escolha Discreta têm-se destacado na tentativa de explicar o comportamento de escolha de determinados indivíduos diante de um conjunto disponível de alternativas em vários mercados consumidores. Baseados nos princípios da Teoria Microeconômica do Consumidor e nos conceitos de probabilidade, esses Modelos possuem como principal postulado a seguinte sentença (ORTÚZAR e WILLUMSEM, 1994): “a probabilidade de um indivíduo escolher uma dada opção é função de suas características socioeconômicas e a relativa atratividade da opção, formada através do conhecimento acerca de suas características”.

Partindo desses conceitos, os referidos autores, mostram que a função que representa o grau de preferência de uma alternativa para certo indivíduo ou empresa, chamada de utilidade, deve ser definida em função dos valores dos atributos das alternativas e das características socioeconômicas do ente estudado, como mostra a expressão a seguir:

$$U_{in} = U(z_{in}, S_n) \quad (4.1)$$

em que:

U_{in} : utilidade de uma alternativa i para um ente n ;

z_{in} : vetor dos atributos relevantes da alternativa i ; e

S_n : vetor das características socioeconômicas do ente n .

Uma vantagem marcante dos Modelos de Escolha Discreta é a abordagem de preferências intransitivas dos usuários, ou seja, preferências diferentes entre entes de mesmas características socioeconômicas. Por isso, a utilidade é tratada como uma variável *aleatória*, formada por uma componente *determinística*, também chamada de *sistemática*, e outra *aleatória*, que reflete as “irracionalidades” da escolha de um indivíduo. Dessa forma, a utilidade de uma alternativa i para um ente n (U_{in}) pode ser representada pela seguinte expressão:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (4.2)$$

em que:

U_{in} : utilidade global de uma alternativa i para um usuário n ;

V_{in} : componente sistemática da utilidade de uma alternativa i para um usuário n ; e

ε_{in} : componente aleatória da utilidade de uma alternativa i para um usuário n .

A representação mais comum das componentes determinísticas é sob a forma linear, definida a seguir:

em que:

$$V_{in} = \beta_0 + \beta_1 x_{in1} + \beta_2 x_{in2} + \beta_3 x_{in3} + \dots + \beta_k x_{ink} \quad (4.3)$$

x_{ink} : atributo k da alternativa i para o ente n ;

β_0 : constante específica da alternativa; e

β_k : peso relativo do atributo x_{ink} na composição da função utilidade.

As constantes específicas da alternativa são parâmetros que representam todos os efeitos de escolha da alternativa que não estão incluídos nos efeitos dos atributos definidos. Está relacionada com a componente ε_{in} da utilidade. Os termos aleatórios, por sua vez, podem ser interpretados sob várias hipóteses simplificadoras e formas de distribuição de probabilidade.

4.3 MODELO MULTINOMIAL LOGIT

Conforme Brandão Filho *et al* (2006), a partir da década de 1960, pesquisadores têm buscado formas mais apropriadas para distribuição dos termos aleatórios, além de hipóteses que simplifiquem e aperfeiçoem a modelagem da complexa decisão de escolha.

O modelo *Multinomial Logit* -MNL é o mais simples de escolha discreta. Foi descrito por Train (2003), Ben-Akiva e Lerman (1985) e Souza (1999a); porém, sua aplicação tem sido de larga escala em vários estudos técnicos e científicos, proporcionando resultados satisfatórios e com manipulação computacional amigável.

O modelo MNL parte da hipótese simplificadora de que os erros aleatórios das alternativas são independentes e identicamente distribuídos. Na dicção de Louviere *et al* (2000), isto quer dizer que “o erro de uma alternativa i não provém de nenhuma informação ao analista sobre os erros de uma alternativa j ”. A partir desse conceito, Ben-Akiva e Lerman (1985) demonstram que o cálculo de probabilidade de escolha do modelo MNL é dado pela expressão a seguir:

$$P_n(i) = \frac{e^{\mu V_{in}}}{\sum_{j \in A(n)} e^{\mu V_{jn}}} \quad (4.4)$$

em que:

$P_n(i)$: probabilidade de escolha de uma alternativa i por um ente n ;
 $A(n)$: conjunto de alternativas j disponíveis para o ente n ;
 V_{in} : utilidade sistemática de uma alternativa i para um ente n ;
 V_{jn} : utilidade sistemática de uma alternativa j para um ente n ; e
 μ : fator de escala (No MNL, é geralmente adotado valor igual a 1).

O método mais comum de estimação de modelos MNL é o chamado *Método de Ajuste por Máxima Verossimilhança - MAMV*, que visa a obter a maximização de uma função chamada de verossimilhança - L , por meio do seguinte produtório:

$$L = \prod_{n=1}^N \prod_{i \in C_n} P_{ni}^{y_{in}} \quad (4.5)$$

em que:

L : função de verossimilhança;
 P_{ni} : probabilidade do ente n escolher a alternativa i ;
 y_{in} : 1 (se a alternativa i é escolhida); 0 (caso contrário);
 C_n : conjunto de escolha; e
 N : tamanho da amostra.

Na lição de Ben-Akiva e Lerman (1985) e Souza (1999a), os principais parâmetros obtidos da estimação, que avaliam a qualidade do modelo, são os seguintes:

- a) $L(0)$ e $L(c)$: valor da função logarítmica de verossimilhança quando todos os parâmetros são zero e quando somente a constante específica da alternativa é incluída, respectivamente.
- b) $L(\beta)$: valor máximo da função logarítmica de verossimilhança.
- c) $-2[L(c)-L(\beta)]$: estatística utilizada para testar a hipótese nula de que todos os parâmetros são zero; é assintoticamente distribuída χ^2 com $(k-J+1)$ graus de liberdade, onde k é o número de coeficientes na função de utilidade e J é o número de alternativas.

d) ρ^2_{zero} : é o informal *goodness-of-fit*, que mede a fração do valor de verossimilhança explicado pelo modelo, definido como:

$$1 - \left(\frac{L(\beta)}{L(0)} \right) \quad (4.6)$$

4.4 TIPOS DE DADOS DE ESCOLHA DISCRETA

Os tipos de dados mais comuns aplicados em estudos do comportamento de escolha de usuários diante de um conjunto de alternativas competitivas são os dados obtidos por meio de *Preferência Revelada - PR* e *Preferência Declarada PD*.

Os dados de PR são caracterizados por escolhas já realizadas pelos usuários de um determinado produto ou serviço, dentre um conjunto de alternativas existentes. De acordo com Louviere *et al* (2000), os dados de PR têm como principal característica o fato de apresentarem o equilíbrio atual do mercado, cuja informação é essencial para a realização de previsão de demanda, pois reflete a tendência atual de particionamento de mercado (*market share*). No entanto, os dados de PR não permitem a inclusão de alternativas ainda não existentes no mercado.

Tendo em vista tal fator e para fins da consecução dos objetivos deste trabalho, será utilizada a TPD, discernida a seguir.

4.5 TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA

De acordo com Louviere *et a.* (2000), a utilização de dados de PD teve início na década de 1970, em pesquisas da área de marketing, e evoluiu, sobretudo, na área de transportes, em várias aplicações.

Atualmente, os dados de PD têm uma utilização bastante vasta em quaisquer pesquisas de avaliação do comportamento do consumidor diante de características de produtos ou serviços.

Na visão de Permain *et al* (1991), as principais vantagens da utilização dos dados de PD são as seguintes:

- a) permite a detecção das preferências dos indivíduos diante de cenários hipotéticos para o mercado em estudo, o que permite a inclusão de novas alternativas;
- b) possibilita a análise dos atributos e seus valores pelo analista, de modo que os erros provenientes dos dados de PR, referentes à correlação entre as variáveis, sejam evitados; e
- c) facilita a inclusão de variáveis qualitativas, como, por exemplo, segurança.

Segundo Caldas (1995), a técnica mais comum de Preferência Declarada é aquela que guarda um conceito mais geral do que aquele referido aos experimentos de Análise Conjunta. De acordo com Green e Srinivasan (1978), o desenvolvimento da Teoria de Análise Conjunta envolveu Psicologia Aplicada, Teoria de Decisão e conceitos de Econometria, aplicadas à descrição da racionalidade. A Teoria da Análise Conjunta é baseada em uma abordagem que analisa a reação de respondentes diante de várias situações de escolha, baseando-se em um conjunto de atributos e seus respectivos coeficientes estimados.

A Técnica de Preferência Declarada, por sua vez, inclui julgamentos de preferência acerca de situações hipotéticas. Conforme Brandão Filho (2006), este tipo de técnica PD é também chamado, por Kocur *et al* (1982), de *Direct Utility Assessment – DUA*.

4.6 A APLICAÇÃO EXPERIMENTAL DA TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA

Nos experimentos de PD, cada alternativa dentro do conjunto de escolha é representada como um pacote de diferentes atributos. O pesquisador define as alternativas, hipotéticas ou não, de maneira que o efeito individual de cada atributo possa ser estimado sem estar correlacionado com outro.

Ortúzar e Willumsem (1994) e Souza (1999a) definem alguns aspectos principais para a construção e aplicação de um projeto experimental, a saber:

- a) Identificar os atributos chaves de cada alternativa e a construção de pacotes de opções. Os principais atributos devem estar presentes e as opções devem ser plausíveis e realistas para o usuário respondente.
- b) Projetar as alternativas de maneira que as opções apresentadas aos respondentes os facilitem expressar suas preferências. A forma de apresentação das alternativas deve ser plausível, dentro do contexto de experiência dos respondentes, e de fácil entendimento.
- c) Desenvolver uma estratégia de amostragem a ser seguida, que assegure um rico e representativo conjunto de dados.
- d) Conduzir apropriadamente o levantamento, incluindo a supervisão e os procedimentos de controle de qualidade, tais como pesquisa piloto e treinamento prévio dos pesquisadores.

4.6.1 Etapas de Aplicação Experimental da Técnica de Preferência Declarada

A elaboração de um projeto experimental envolvendo a TPD, em regra, consiste das seguintes etapas detalhadas a seguir.

4.6.1.1 Seleção dos Atributos e Níveis

Essa etapa visa a escolher os atributos que refletem os principais efeitos que condicionam as preferências dos usuários de um determinado produto ou serviço. No entanto, o número de atributos selecionados tem um limitante. A restrição consiste no número máximo de atributos que não torne a entrevista fatigante para o entrevistado.

4.6.1.2 Formação das Alternativas e dos Cartões de Escolha

Uma vez definidos os atributos, as etapas de formação e combinação das alternativas são primordiais para o sucesso de todo o estudo. De acordo com Kroes e Sheldon (1988), não basta para o analista o conhecimento de todos os procedimentos técnicos necessários para a execução da pesquisa. É preciso perspicácia, conhecimento das características da área de

estudo e sensibilidade, para que sejam formuladas alternativas hipotéticas claras plausíveis e realistas, sempre relacionadas ao nível atual de experiência do entrevistado.

Com relação à apresentação de alternativas condizentes com a realidade do entrevistado, os experimentos de PD trazem grandes benefícios, pois os mesmos permitem a customização dos valores contidos no questionário de acordo com as características socioeconômicas do entrevistado, de modo que os questionários sejam direcionados para aquele tipo de usuário.

Para a formação de alternativas, tendo-se os atributos e seus respectivos níveis, é utilizado um ferramental que garante uma das principais exigências de um experimento de PD: *a ortogonalidade dos atributos*. Segundo Permain *et al* (1991) e Souza (1999a), a ortogonalidade é uma propriedade que permite que todos os efeitos, principais ou de interação, possam ser estimados isoladamente, sem multicolinearidade entre si.

De acordo com Louviere *et al* (2000), a ortogonalidade refere-se à diferença entre os níveis dos atributos de cada uma das alternativas consideradas em uma situação de escolha. Ou seja, as alternativas devem ser combinadas de modo que as diferenças dos atributos tenham a menor correlação possível. Uma das maneiras de viabilizar a construção dessas alternativas é por meio da utilização de planos fatoriais, denominados de *Master Plans*.

Segundo Permain *et al* (1991), os planos fatoriais conduzem a uma combinação de atributos que refletem os seguintes efeitos:

- a) efeitos principais, ou seja, efeitos individuais de cada atributo, também chamados de efeitos de primeira ordem; e
- b) efeitos de interação entre os atributos, classificados em 2ª ordem – interação entre dois atributos – e 3ª ordem – interação entre três ou mais atributos.

Quando são consideradas todas as combinações possíveis entre os níveis de todos os atributos, tem-se o *Projeto Fatorial Completo - PFC*. O número de combinações, em regra, é dado por:

$$NC = \prod n_{i_i}^{a_i} \quad (4.7)$$

em que:

NC : número de combinações possíveis;

n : i -ésimo atributo; e

a : número de níveis do i -ésimo atributo.

A utilização de um PFC conduz a um experimento de PD que engloba todas as combinações possíveis. Contudo, existem sérios problemas com a utilização de um PFC quando o número de níveis e atributos aumentam.

Por exemplo, um experimento com o conjunto de cinco atributos, cada um com quatro níveis, possui um número total de $4^5 = 1.024$ combinações, cada uma representando uma alternativa a ser considerada no experimento de PD. Levando em conta o grande número de combinações, existem alternativas de projeto de experimento que reduzem o número de opções, refletindo apenas os efeitos de interesse e, ao mesmo tempo, mantendo um nível aceitável de ortogonalidade.

Dos trabalhos Permain *et al* (1991), Brandão Filho (2006a) e Souza (1999a, 1999b), é possível extrair cinco alternativas para reduzir o número de opções (Tabela 4.1). A aplicação de uma dessas alternativas depende dos propósitos do experimento de PD.

Tabela 4.1: Alternativas para reduzir o número de opções de um Projeto Fatorial Completo na TPD.

Alternativas	Descrição
	Alternativa mais importante e mais utilizada dentre os projetistas de experimentos de PD. O uso de um Projeto Fatorial Fracionário – PFF permite considerar apenas alguns dos efeitos que se acreditam como essenciais para a análise do mercado, desprezando-se os demais.
Projetos Fatoriais Fracionários	Kocur <i>et al</i> (1982) e Souza (1999b), por meio do software <i>Logit Multinomial com Probabilidade Condicionada</i> , apresentam séries de PFF, a partir do número de níveis e atributos e dos efeitos de interesse. Com a utilização de um PFF, os outros efeitos não considerados são assumidos como negligíveis. Sobre este aspecto, Louviere <i>et al</i> (2000) declaram que mais problemático é o “uso de projetos que permitem a identificação de somente efeitos principais, assumindo-se nulos os efeitos de todas as interações”.

Alternativas	Descrição
	<p>Entretanto, um estudo realizado por Dawes e Corrigan (1974) <i>apud</i> Louviere <i>et al</i> (2000), demonstrou que a não consideração de efeitos de ordem maior que dois não traz erros apreciáveis, pois os efeitos principais contabilizam com aproximadamente 70 a 90% da variância explicada.</p>
<p>Remoção de Alternativas Dominantes e Dominadas</p>	<p>Essa abordagem permite somente a redução de um limitado número de opções, utilizando-se o <i>princípio da dominância entre as alternativas</i>. Uma alternativa é chamada de <i>dominante</i> quando os valores de todos os atributos da função de utilidade são melhores que os demais.</p> <p>Por outro lado, uma alternativa é <i>dominada</i> quando os valores de todos os atributos da função de utilidade são piores que os demais.</p> <p>Assim, um respondente atento sempre escolhe a alternativa dominante e descarta as demais. O problema com essa abordagem consiste na exclusão das alternativas dominantes e dominadas, não sendo possível identificar os entrevistados que escolhem as alternativas aleatoriamente. No entanto, é comum utilizar em um experimento um cartão com esta característica, chamado de <i>cartão de controle</i>, onde é possível verificar uma situação desse tipo.</p>
<p>Formação de Blocos de Alternativas</p>	<p>A terceira abordagem sugere a divisão de alternativas formadas a partir de um PFC em conjuntos de alternativas, chamados de <i>blocos</i>. Em cada bloco, as alternativas são combinadas de modo que sejam formados os cartões de PD. A cada entrevistado, é apresentado qualquer um dos blocos de cartões de PD.</p> <p>O método da divisão das alternativas em blocos é baseado na hipótese de que as preferências dos usuários da amostra são suficientemente homogêneas, de modo que os efeitos possam ser combinados na etapa de estimação dos modelos. Inevitavelmente, diferenças entre usuários aumentarão os erros associados com os resultados.</p> <p>Citam-se os projetos de blocos incompletos, balanceados ou parcialmente balanceados, estudados por Yates (1936), Bose e Nair (1939) e Kempthorne (1967) <i>apud</i> Souza (1999a), que estão arrançados em blocos ou grupos com menos de uma repetição completa, permitindo, assim, eliminar a heterocedasticidade em grau superior ao comumente possível com outros tipos de blocos.</p>
<p>Fixação de um Atributo Comum em Experimentos Separados</p>	<p>A fixação de um atributo comum em experimentos separados é utilizada quando o experimento contém um número considerável de atributos, tornando às vezes inviável a elaboração de um projeto experimental</p>

Alternativas	Descrição
	<p>contemplando todos eles.</p> <p>Por exemplo, é possível dividir o conjunto formado pelos atributos <i>Gerenciamento de Risco</i>, <i>Gerenciamento da Qualidade Ambiental</i>, <i>Gerenciamento de Segurança e Saúde Ocupacional</i>, <i>Sistema de Rastreamento Veicular e Custo da Tarifa</i> em dois subconjuntos, cada um dos quais contendo o atributo <i>Custo da Tarifa</i>. Assim, realizar-se-iam dois projetos experimentais: um contemplando os atributos <i>Gerenciamento de Risco</i>, <i>Gerenciamento da Qualidade Ambiental</i> e <i>Custo da Tarifa</i>; e outro contendo os atributos <i>Gerenciamento de Segurança e Saúde Ocupacional</i>, <i>Sistema de Rastreamento Veicular e Custo da Tarifa</i>. Essa prática diminui as combinações do projeto fatorial e facilita a aplicação do experimento.</p>
<p>Definição dos Atributos em Termos de Diferença entre Alternativas</p>	<p>Por essa estratégia, os atributos são definidos como diferenças entre alternativas. Por exemplo, em um conjunto de escolha formado pelos modos <i>rodoviário</i>, <i>ferroviário</i> e <i>aéreo</i>, o analista não define valores absolutos de custo de viagem para cada um dos modos de transporte, mas valores relativos, tomando como base o valor de um dos modos.</p> <p>Isto é, tomando como base o custo do rodoviário, os níveis definidos podem ser <i>custo do rodoviário + x</i> e <i>custo do rodoviário + y</i>.</p> <p>Essa abordagem é geralmente aplicada quando se deseja elaborar um projeto experimental fixando-se uma alternativa do conjunto de escolha, com seus valores reais.</p> <p>Dessa forma, considerando um exemplo em que se têm 3 atributos – <i>Gerenciamento de Risco</i>, <i>Gerenciamento da Qualidade Ambiental</i>, <i>Gerenciamento de Segurança e Saúde Ocupacional</i>, <i>Sistema de Rastreamento Veicular</i> – resultando 27 alternativas no PFC, a fixação de uma alternativa reduz o número de combinações para 9 alternativas (3 atributos com dois níveis cada).</p>

Fontes: Permain *et al* (1991), Brandão Filho (2006a) e Souza (1999a).

4.6.2 TIPOS DE DADOS PARA A VARIÁVEL DEPENDENTE

Segundo Souza (1999a), nos experimentos de preferência declarada, cada combinação de atributos e níveis é definida como alternativa e representa a especificação de um produto ou serviço que pode ser observado no mercado. Os dados a serem considerados na pesquisa constituem-se em uma forma de avaliação das alternativas disponíveis e podem ser *métricos* - avaliação (*rating*) ou *não métricos* - ordenação (*ranking*) e escolha (*choice*).

4.6.2.1 Ordenação das Alternativas (*Ranking*)

Na visão de Hensher (1994), a ordenação das alternativas é o método mais utilizado. Supõe-se que um indivíduo tem mais capacidade de ordenar um conjunto de alternativas do que de avaliá-las uma a uma. No processo de ordenação, é possível incorporar um número considerável de informações. Quando se utiliza o processo de ordenação, incorpora-se a ordem de escolha no processo de análise.

Por exemplo, para um conjunto de 4 alternativas, o respondente escolhe a preferida; exclui-se, então, essa escolhida restando 3 alternativas. Com as alternativas restantes, inicia-se novamente o processo de escolha, repetindo-se até restar uma alternativa.

4.6.2.2 Avaliação das Alternativas (*Rating*)

A avaliação consiste em obter uma resposta métrica para cada alternativa, e é devida ao grau de preferência pela alternativa. Normalmente, utiliza-se escala referencial de 5 ou 10 pontos. Nesse processo, também são enquadrados os estudos de comparação pareada (par-a-par), em que são estabelecidas relações semânticas de preferências.

4.6.2.3 Escolha das Alternativas (*Choice Data*)

Em algumas situações, o processo natural conduz o entrevistado é conduzido a uma escolha única. Nessas ocasiões, há, por vezes, interesse em montar o cenário de escolha idêntico ao processo natural. Assim, monta-se o conjunto de escolha das alternativas e solicita-se ao entrevistado para que escolha uma alternativa de sua preferência.

Esse processo assemelha-se às pesquisas de preferência revelada, com a diferença de que o pesquisador pode controlar o cenário de escolha de acordo com o objetivo da pesquisa.

4.7 PRINCIPAIS ESTUDOS NA ÁREA DE TRANSPORTES ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA

Há inúmeros estudos na área de transportes que se valeram da TPD. A Tabela 4.2 exemplifica alguns dos principais trabalhos, destacando os pesquisadores e o ano do estudo.

Tabela 4.2: Principais trabalhos na área de transportes envolvendo a utilização da TPD.

Autores / Ano	Trabalhos
Alvim e Novaes (1995)	<i>Análise de Preferência Declarada com Experimentos de Escolha: Um Estudo de Caso para Serviços de Fretamento.</i>
Bastos (1994)	<i>Planejamento da Rede Escolar: Uma Abordagem utilizando Preferência Declarada.</i>
Ben-Akiva e Lerman (1985)	<i>Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand.</i>
Brandão Filho <i>et al</i> (2006)	<i>Avaliação de Parâmetros de Disposição a Pagar de Usuários de Transporte Público Intermunicipal através de Técnica de Preferência Declarada – Um Estudo de Caso.</i>
Brandão Filho <i>et al</i> (2007)	<i>Metodologia de Planejamento de Pesquisas de Preferência Declarada aplicadas em Estudos Comportamentais de Transporte Público Intermunicipal de Passageiros.</i>
Caldas (1995)	<i>Assessing the Efficiency of Revealed and Stated Preference Methods for Modelling Transport Demand.</i>
Camargo <i>et al</i> (2000)	<i>Comparação entre as Estratégias de Ordenação e de Avaliação em Preferência Declarada Aplicadas ao Transporte de Soja no Oeste Paranaense.</i>
Constantino (1997)	<i>Otimização de escala de trabalho para Condutores de Trem: Sequenciamento de Tarefas e Alocação baseada em Preferência Declarada.</i>

Autores / Ano	Trabalhos
Gonçalves <i>et al</i> (2006)	<i>Um Estudo sobre as Preferências dos Usuários do Transporte Rodoviário Interestadual de Passageiros.</i>
Hensher (1994)	<i>Stated Preference Analysis of Travel Choice: The State of Practice.</i>
Holz e Lima (2007)	<i>Apuração das Variáveis Decisórias mais Importantes e de uma Função Utilidade na Escolha do Modo de Transporte em uma Região Produtora de Granéis Agrícolas utilizando a Técnica de Preferência Declarada.</i>
Kocur <i>et al</i> (1982)	<i>Guide to Forecasting Travel Demand with Direct Utility Assessment.</i>
Kroes e Sheldon (1988)	<i>Stated Preference Methods: An Introduction.</i>
Larrañaga e Nodari (2006)	<i>Uso de Técnicas de Preferência Declarada na Avaliação da Substituição do Carro pelo Ônibus.</i>
Louviere <i>et al</i> (2000)	<i>Stated Choice Methods: Analysis and Application.</i>
Novaes (1995)	<i>Análise de Mercado de Serviços de Transportes com Dados de Preferência Declarada.</i>
Novaes e Carvalho (1996)	<i>Market Share Analysis of Transport Services with Stated Preference Data.</i>
Novaes <i>et al</i> (1998)	<i>Aferição do Nível de Serviço Logístico-Portuário por meio de Técnicas de Preferência Declarada.</i>
Ortúzar e Willumsen (1994)	<i>Modelling Transport.</i>
Permain <i>et al</i> (1991)	<i>Stated Preference Techniques: A Guide to Practice.</i>
Schmitz (2001)	<i>Uma Contribuição Metodológica para Avaliação da Tarifa de Pedágio em Rodovias.</i>

Autores / Ano	Trabalhos
Senna <i>et al</i> (1995)	<i>Avaliando a Demanda Potencial do Trensurb através de Técnicas de Preferência Declarada.</i>
Souza (1999a)	<i>Delineamento Experimental em Ensaios Fatoriais Utilizados em Preferência Declarada.</i>
Train (2003)	<i>Discrete Choice Methods with Simulation.</i>

Fonte: autores diversos.

Da Tabela 4.2, verifica-se que a TPD foi utilizada em diversos estudos na área de transportes: avaliação de serviços de fretamento; planejamento da rede escolar; demandas de viagens; disposição a pagar pelos usuários de transporte público; estudos comportamentais dos usuários; transporte de *commodities*; otimização de escala de condutores no modo ferroviário; transporte rodoviário interestadual de passageiros; avaliação de substituição do carro pelo ônibus; aferição do nível de serviço logístico no sistema portuário; avaliação de tarifa de pedágio em rodovias; entre outros.

Na bibliografia pesquisada, não foi encontrado estudo que envolvesse o uso da TPD no processo decisório de escolha de empresa de transporte rodoviário de produtos perigosos.

Suprindo a lacuna existente, o próximo capítulo traz uma proposta metodológica para seleção de transportadoras rodoviárias de produtos perigosos, à luz do gerenciamento de riscos, utilizando a TPD.

4.8 TÓPICOS CONCLUSIVOS

O intento deste capítulo foi o de esclarecer sobre as bases dos Modelos de Escolha Discreta, especificamente da TPD e sua aplicação na área de transportes. Destacam-se os seguintes tópicos conclusivos:

- A TPD é uma ferramenta que se mostrou bastante útil aos estudos da área de transportes, e a sua utilização é indicada no presente trabalho, em que será

empregada para se verificar a preferência de escolha e estimar a função utilidade, por parte dos embarcadores, de empresas de transporte rodoviário de produtos perigosos, sob a ótica de gerenciamento de riscos.

- O sucesso da aplicação da TPD depende do estabelecimento de correto projeto experimental, que, em linhas gerais, consiste de: identificar os atributos chaves de cada alternativa e a construção de pacotes de opções; projetar as alternativas de maneira que as opções apresentadas aos respondentes os facilitem expressar suas preferências; e desenvolver uma estratégia de amostragem que assegure um fértil e representativo conjunto de dados.

- Na fase de formação das alternativas e dos cartões de escolha do projeto experimental da TPD, o analista deve atentar-se às estratégias para reduzir o número de opções de um Projeto Fatorial Completo, quais sejam: Projetos Fatoriais Fracionários, Remoção de Alternativas Dominantes e Dominadas, Formação de Blocos de Alternativas, Fixação de um Atributo Comum em Experimentos Separados e Definição dos Atributos em Termos de Diferença entre Alternativas.

5. PROPOSTA METODOLÓGICA DE ESCOLHA DE TRANSPORTADORA RODOVIÁRIA DE PRODUTOS PERIGOSOS COM ENFOQUE EM GERENCIAMENTO DE RISCOS

*O sorriso enriquece os recebedores sem
empobrecer os doadores.*

(Mário Quintana)

5.1 APRESENTAÇÃO

Este Capítulo tem a finalidade de propor uma metodologia para escolha dos serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos, com enfoque em gerenciamento de riscos.

Com a metodologia proposta, intenta-se reduzir as lacunas existentes no processo decisório de seleção de uma empresa de TRPP, em que, por vezes, os tomadores de decisão não conhecem, objetivamente, quais os atributos deveriam analisar e as possibilidades de alternativas viáveis. Além disso, a estrutura metodológica vai além do processo de contratação, prevendo, inclusive, uma etapa de avaliação de desempenho da transportadora contratada.

5.2 METODOLOGIA PROPOSTA PARA ESCOLHA DE TRANSPORTADORA RODOVIÁRIA DE PRODUTOS PERIGOSOS COM ENFOQUE EM GERENCIAMENTO DE RISCOS

A metodologia proposta para seleção de uma transportadora rodoviária de produtos perigosos com enfoque em gerenciamento de riscos é mostrada na Figura 5.1, na qual estão listadas as etapas necessárias.

A metodologia apresentada tanto pode ser utilizada por um embarcador quanto por um grupo de embarcadores (por exemplo: em uma associação de fabricantes de um determinado tipo de produto perigoso). Também pode ser aplicada a todas as Classes de Risco de produtos perigosos.

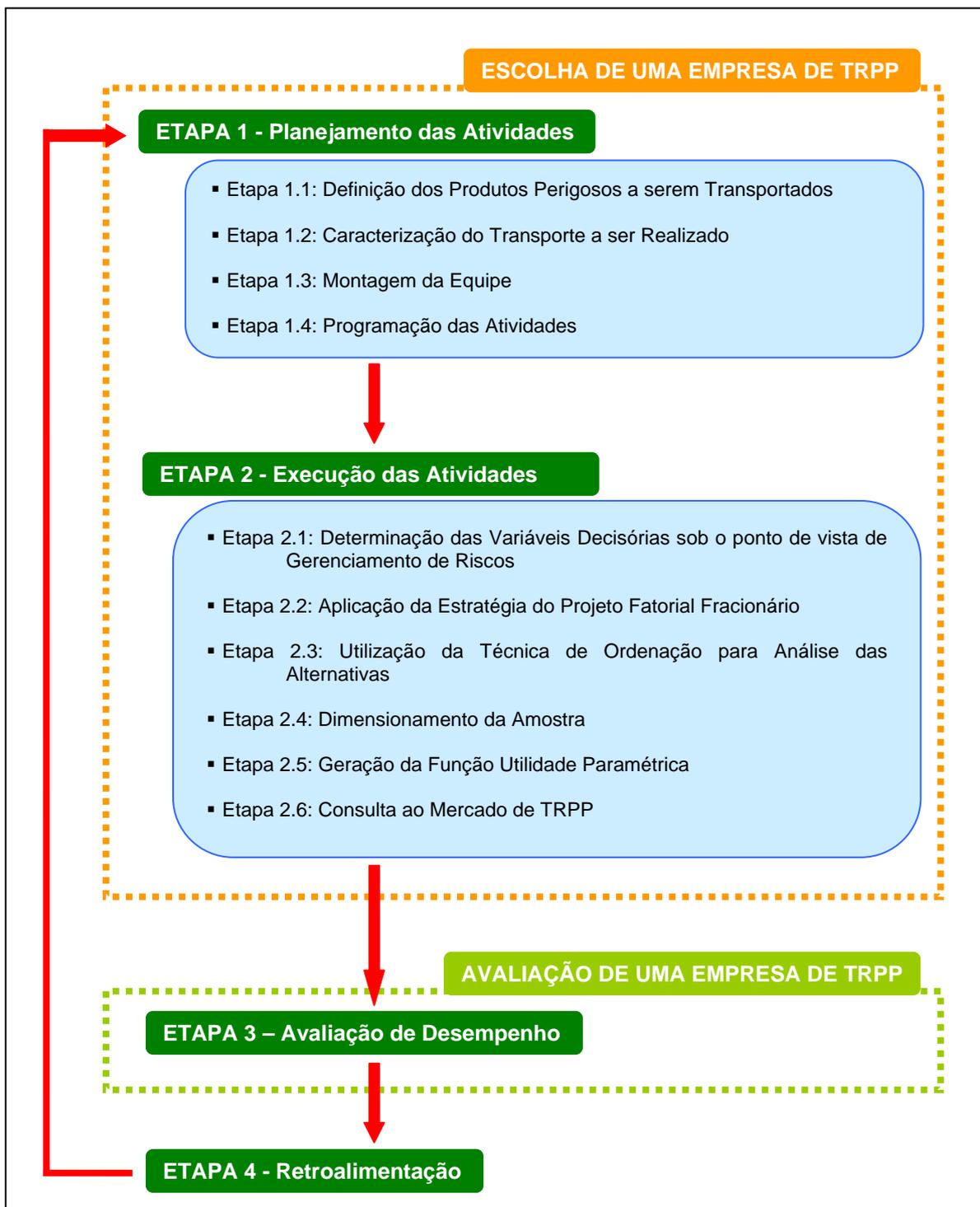


Figura 5.1: Metodologia proposta para escolha de transportadora rodoviária de produtos perigosos com enfoque em gerenciamento de riscos.

5.2.1 Etapa 1 – Planejamento das Atividades

A primeira etapa é a de planejamento da contratação dos serviços de um TRPP. Esta etapa se subdivide em 4 subetapas detalhadas a seguir.

5.2.1.1 Etapa 1.1 – Definição dos Produtos Perigosos a serem Transportados

Nesta etapa, devem ser definidos os produtos perigosos a serem transportados. Esta elucidação é importante, porque, uma vez definidos os produtos perigosos, saber-se-ão, por exemplo, quais as bases legais devem ser atendidas, as correspondentes Classes de Risco, as incompatibilidades a serem evitadas no transporte, bem como quais os equipamentos necessários deverão ser exigidos da transportadora.

5.2.1.2 Etapa 1.2 – Caracterização do Transporte a ser Realizado

Envolve o levantamento de informações operacionais e estratégicas mínimas acerca do transporte dos produtos perigosos definidos na etapa anterior, de modo que respondam aos seguintes questionamentos:

- a) Qual a origem e o destino da expedição?
- b) Qual a quantidade a ser movimentada?
- c) Qual a frequência das operações de transporte?
- d) Por quais rodovias a unidade de transporte deve circular?
- e) Como a contratação de uma transportadora rodoviária de produtos perigosos se insere dentro do plano estratégico da empresa contratante?
 - Verificar se já houve a realização de estudos acerca dos prós e contra acerca da contratação de uma empresa de TRPP.
- f) Quais são as experiências anteriores com a contratação de empresas de TRPP?
 - Caso tenha havido experiência anterior, quais os pontos positivos e negativos foram observados.
- g) Que aspectos gerais devem ser exigidos ou melhorados, sob o ponto de vista de gerenciamento de riscos?

- Listar os pontos concernentes ao gerenciamento de riscos que deverão ser monitorados.

h) Quais as exigências legais gerais e específicas?

- Verificar as exigências legais no âmbito do TRPP, assim como as específicas (por exemplo: licenças ambientais de Estados ou municípios por onde a unidade de transporte circulará).

i) Quais recursos internos da empresa são necessários havendo uma contratação de empresa de TRPP?

- Verificar a necessidade de se contratar profissional(is) especializado(s) para acompanhamento da empresa de TRPP contratada.
- Verificar se as instalações da empresa são adequadas, sob o ponto de vista de segurança e higiene do trabalho, para abrigar os empregados da empresa contratada, se necessário.

5.2.1.3 Etapa 1.3 – Montagem da Equipe

Para que sejam obtidos melhores resultados, deve-se montar uma equipe multidisciplinar para a realização de debates acerca dos serviços de transporte a serem contratados.

É recomendado que tal equipe disciplinar seja constituída, no mínimo, de líderes das áreas operacional, administrativa e jurídica, profissionais estes que detenham experiência em suas respectivas áreas de atuação.

Tal equipe multidisciplinar deve reunir, em regra, o arcabouço de competências relativas à aplicação de: legislação de trânsito e transporte geral e específica do produto a ser transportado; legislação de segurança e saúde ocupacional; legislação ambiental; legislação comercial e tributária; programação operacional; técnicas de manuseio dos produtos perigosos a serem transportados; os procedimentos de envasamento e desenvasamento dos produtos; a operacionalização dos equipamentos de transporte necessários; quais as

medidas a serem tomadas em caso de avarias, acidentes ou emergências durante o transporte; celebração e gestão contratual e lides judiciais e extrajudiciais.

No intuito de administrar e direcionar o processo de avaliação, deve ser definido um agente, dentre os componentes da equipe, que centralize as informações, organize os processos evitando que se desvie do tema e imponha ordem nas discussões, quando necessário.

5.2.1.4 Etapa 1.4 – Programação das Atividades

As atividades a serem realizadas devem ser programadas quanto ao tempo e recursos humanos necessários. A programação é importante para evitar atrasos indesejados e custos adicionais.

5.2.2 Etapa 2 – Execução das Atividades

A segunda etapa refere-se propriamente à execução dos trabalhos visando à contratação de uma empresa de TRPP. É dividida em 6 subetapas.

5.2.2.1 Etapa 2.1 – Determinação das Variáveis Decisórias sob o ponto de vista de Gerenciamento de Riscos

A metodologia foi montada utilizando um projeto fatorial fracionário para 5 variáveis desdobradas em 3 níveis cada e, nesta etapa, a equipe montada ou o grupo de embarcadores utilizará a Técnica de Preferência Declarada. Para tanto, a equipe definirá 5 variáveis decisórias ou atributos, sob o ponto de vista de gerenciamento de riscos, que são relevantes no processo decisório, e desdobrá-los-á em 3 níveis cada uma.

Quanto ao número de atributos, Souza (1999a), por exemplo, sugere que o mesmo esteja em um intervalo entre 3 e 6, uma vez que a utilização de muitos atributos diminui a habilidade de fazer comparações. Por isso, a metodologia proposta trabalha com 5 atributos.

Inicialmente, os atributos podem ser listados por meio de um processo de *brainstorm* pelos profissionais da equipe multidisciplinar ou pelo grupo de embarcadores.

A fim de diminuir o número de atributos e identificar aqueles mais relevantes, os profissionais da equipe escolhem 5 dentre os atributos listados e os enumeram de 1 a 5, do menos relevante ao mais relevante.

Com os 5 atributos mais relevantes definidos, os mesmos devem ser desdobrados em três níveis, como no exemplo hipotético seguinte de um experimento de PD, em que se investigam os atributos preponderantes na escolha de uma transportadora rodoviária de granéis agrícolas:

Tabela 5.1: Exemplo hipotético de atributos e níveis utilizados em um experimento de PD.

Atributos	Níveis		
	1	2	3
Preservação da integridade da carga (% de perda)	Ótimo (< 0,5%) – 2	Satisfatório (entre 0,5 e 1%) – 1	Insatisfatório (> 1%) – 0
Frequência de oferecimento	100 t/dia – 2	60 t/dia – 1	30 t/dia – 0
Tempo de viagem	1 dia – 2	2 dias – 1	3 dias – 0
Atendimento ao embarcador	Ótimo - 2	Satisfatório - 1	Insatisfatório - 0
Preço	R\$50,00/t - 2	Entre R\$50,00 e R\$70,00/t - 1	Acima de R\$70,00/t - 0

No exemplo da Tabela 5.1, foram definidos 5 atributos na escolha do modo de transporte em uma região produtora de granéis agrícolas: preservação da integridade da carga, frequência de oferecimento, tempo de viagem, facilidade de acesso aos terminais e preço. Os atributos foram desdobrados em 3 níveis: sendo 2 (melhor nível), 1 (nível intermediário) e 0 (pior nível).

5.2.2.2 Etapa 2.2 – Aplicação da Estratégia do Projeto Fatorial Fracionário

Para fins desta metodologia, trabalhar-se-á com os Projetos Fatoriais Fracionários, evitando-se trabalhar com todas as combinações de um Projeto Fatorial Completo.

Normalmente, nos experimentos de PD, nota-se o freqüente uso simultâneo das estratégias de Projetos Fatoriais Fracionários, em Blocos de Alternativas já delineados, de acordo com o número de atributos e níveis, como os estudados e catalogados por Souza (1999a).

O Projeto Fatorial Fracionário que será empregado nesta metodologia é o denominado Projeto 5.9, montado por Souza (1999a), para 5 atributos desdobrados em 3 níveis, constituído por 16 alternativas, distribuídas em 12 blocos com 4 alternativas em cada um, conforme mostrado na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Projeto Fatorial Fracionário 5.9.

Projeto 5.9 $t=16, k=4, r=3, b=12, \lambda_1=1, \lambda_2=0, E=0,80$ BIPB

Blocos			
(1) 1 2 15 16	(4) 2 3 8 9	(7) 9 11 13 16	(10) 10 11 14 16
(2) 1 3 9 10	(5) 2 4 11 12	(8) 6 7 10 12	(11) 5 7 9 11
(3) 1 4 5 6	(6) 3 4 13 14	(9) 5 8 14 15	(12) 6 8 13 15

Fonte: Souza (1999a).

Os projetos de blocos incompletos foram desenvolvidos por Yates (1936) *apud* Souza (1999a) e estão arranjados em blocos ou grupos com menos de uma repetição completa, permitindo, assim, eliminar a heterocedasticidade em grau superior ao comumente possível com outros tipos de blocos (SOUZA, 1999a).

De acordo com SOUZA (1999a), estes blocos incompletos podem ser balanceados ou parcialmente balanceados. Nesta metodologia, especificamente, serão aplicados blocos incompletos parcialmente balanceados – BIPBs, adaptados para utilização nos experimentos de PD e muito úteis na divisão do conjunto de escolha em blocos.

Importante destacar que os BIPBs utilizam-se de arranjos ortogonais. Um arranjo ortogonal serve para garantir que a matriz de alternativas não tenha determinante igual a zero, ou seja, que as colunas que representam as variáveis sejam linearmente independentes. Uma não pode ser combinação da outra. Se isso ocorrer não é possível inverter a matriz ou desenvolver outros tipos de cálculo, além de não ser possível se estimar o modelo (SOUZA, 1999a).

5.2.2.3 Etapa 2.3 – Utilização da Técnica de Ordenação para Análise das Alternativas

Nesta metodologia, trabalhar-se-á com a ordenação (*ranking*), em que um determinado número de alternativas, em blocos, é apresentado simultaneamente ao entrevistado que as ordena de acordo com a preferência dada a cada alternativa, da mais preferida a menos preferida em sua opinião.

5.2.2.4 Etapa 2.4 – Dimensionamento da Amostra

Utilizando-se o *software Logit Multinomial com Probabilidade Condicional – LMPC* (SOUSA, 1999b), a equipe da contratante ou o grupo de embarcadores, de posse dos atributos e de seus níveis, deve verificar o dimensionamento necessário de sua amostra, de acordo com os parâmetros estabelecidos no aplicativo.

5.2.2.5 Etapa 2.5 – Geração da Função Utilidade Paramétrica

Calculado o tamanho da amostra de tomadores de decisão necessária, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela empresa contratante ou grupo de embarcadores por meio do *software LMPC*, a equipe deve simular as possibilidades de alternativas que lhe atendam até o número de amostras significativo requisitado pelo referido programa.

Em seguida, o próprio software calculará os seguintes valores: dos estimadores dos coeficientes dos atributos (coeficientes β), de seus erros correspondentes, do teste “t de Student”, dos intervalos de confiança, do pseudocoefficiente de determinação (ρ^2), do teste da razão de verossimilhança e do teste de comparação entre as alternativas.

Uma vez de posse dos coeficientes β , atendidas as condições necessárias, pode-se escrever a função utilidade paramétrica da contratante.

a) Análise do teste “t de Student” e dos coeficientes β

O teste “t de Student” verifica o nível de significância dos atributos analisados. Verifica a hipótese nula dos coeficientes, ou seja, se eles são significativamente diferentes de zero. Parte do princípio de que cada coeficiente é distribuído segundo uma distribuição “t de Student”, com $(n - 1)$ graus de liberdade, onde n se refere ao número de observações.

Alguns dos valores críticos da estatística “t de Student” podem ser encontrados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Valores críticos da distribuição “t de Student”.

Nível de significância (α)	Distribuição “t de Student”
0,010	2,576
0,020	2,326
0,050	1,960
0,100	1,645
0,200	1,282

Fonte: Matos (1995) *apud* Alfinito (2002).

Os coeficientes β representam a utilidade dada pelos embarcadores aos diversos atributos. Assim, quando o valor do coeficiente β de um determinado atributo for superior ao de um outro da mesma função utilidade, significa que aquele atributo tem importância superior para o entrevistado.

b) Análise do pseudocoefficiente de determinação

Outra verificação importante a ser feita no experimento refere-se ao pseudocoefficiente de determinação, o ρ^2 . Ele varia de 0,2 a 0,4, sendo que quando se aproxima de 0,4, o ajuste do modelo *Multinomial Logit* é considerado excelente (SOUZA, 1999a). No entanto, de acordo com Souza (1999a), diversos autores já aceitam o ajustamento mínimo possível a partir de 0,12.

c) Teste da razão de verossimilhança

De acordo com Souza (1999a), o teste da razão de verossimilhança tem distribuição χ^2 (Qui-Quadrado) com r graus de liberdade, onde r é o número de restrições lineares (parâmetros β). Assim, ele testa a hipótese de nulidade de todos os parâmetros simultaneamente. Se o valor LR for maior que o valor $\chi^2_{(\alpha, r)}$, então rejeita-se a hipótese de nulidade de todos os parâmetros simultaneamente.

Na Tabela 5.4, são apresentados os valores críticos da estatística Qui-Quadrado, para alguns níveis de significância.

Tabela 5.4: Valores críticos da estatística Qui-Quadrado.

Nível de significância (α)	χ^2
0,010	13,277
0,025	11,143
0,050	9,488
0,100	7,779

Fonte: Levin *et al* (1994) *apud* Alfinito (2002).

d) Teste de comparação entre as alternativas

O teste de comparação entre as alternativas é utilizado para se verificar a existência de diferença significativa entre elas. Assim, no *software* LMPC, as alternativas são listadas de acordo com a preferência dos entrevistados.

5.2.2.6 Etapa 2.6 – Consulta ao Mercado de TRPP

Com a função utilidade paramétrica da contratante, a equipe de decisão deve realizar consultas às empresas de TRPP que atuam no mercado estudado e possam atender aos requisitos exigidos pela empresa contratante.

Em regra, a empresa de TRPP que obtiver o maior valor para a função utilidade será a mais indicada para a contratação.

Como exemplo, toma-se o caso hipotético anterior, em que se verificou, por meio do *software* LMPC, a seguinte equação paramétrica para a função utilidade na escolha do prestador de serviços:

$$FU = 0,50x_1 + 0,25x_2 + 0,35x_3 + 0,40x_4 + 0,30x_5 \quad (5.1)$$

em que:

FU : função utilidade;

x_1 : atributo preservação da integridade da carga;

x_2 : atributo frequência de oferecimento;

x_3 : atributo tempo de viagem;

x_4 : atributo atendimento ao embarcador; e

x_5 : preço.

A Tabela 5.5 mostra os valores dos níveis dos atributos das alternativas de serviço oferecidas por cinco operadores logísticos (A, B, C, D e E) que atuam no mercado hipotético.

Tabela 5.5: Valores encontrados para os atributos de empresas de TRPP consultadas no exemplo hipotético.

Empresas	Nível dos Atributos					FU
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
A	2	1	0	2	1	3,9438
B	1	0	0	1	1	2,2662
C	1	0	1	0	1	2,4612
D	1	2	2	0	2	4,5402
E	2	1	2	2	1	4,9854

Da Tabela 5.5, verifica-se que a empresa que apresenta o maior valor para a FU é a E, sendo, pois, em princípio, a mais indicada para o embarcador.

Ressalva-se, porém, que a metodologia proposta é uma ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão e o resultado serve como balizamento. A empresa de transporte que apresenta o maior valor da FU, necessariamente, pode não ser a que apresenta a maior preferência pelos embarcadores, porque podem existir outros fatores relevantes não medidos na preferência declarada.

Por isso, sugere-se aos tomadores de decisão fazerem uma comparação entre os atributos estudados e os atributos utilizados nas demandas efetivamente realizadas pelos próprios embarcadores ou por embarcadores com características semelhantes.

5.2.3 Etapa 3 – Avaliação de Desempenho da Transportadora

A terceira e última etapa consiste na avaliação de desempenho da transportadora contratada. Embora não seja escopo deste trabalho o seu detalhamento, dado a complexidade e o tempo para a consecução e a posterior aplicação, foi inserida na estrutura da metodologia, visto que é uma etapa necessária depois da seleção da transportadora

contratada. É nesta etapa que se têm os instrumentos de avaliação de desempenho que auxiliarão a contratante a tomar a decisão pelo aprimoramento e continuidade ou não dos serviços da transportadora.

Há várias metodologias destinadas à avaliação de desempenho de empresas contratadas, das quais se citam os trabalhos de Pegoraro (1999), Câmara (2006), Costa *et al* (2004) e Ballou (2006).

Pegoraro (1999) e Câmara (2006), por exemplo, propõem a utilização de um sistema de indicadores de desempenho, elucidando desde a fase de estabelecimento de indicadores, passando pela fase de levantamento de dados especificados, até a fase de comparação dos resultados alcançados com os inicialmente desejados.

5.2.4 Etapa 4 – Retroalimentação

Posteriormente à realização de todo o processo, deve-se fazer uma avaliação das ações realizadas para a identificação de possíveis falhas que possam ser sanadas. A etapa de retroalimentação permite otimizar os procedimentos de seleção, e até mesmo de avaliação de desempenho da contratada, por meio da identificação e correção dos problemas.

5.3 TÓPICOS CONCLUSIVOS

A finalidade deste capítulo foi a de apresentar uma proposta metodológica para a escolha de uma empresa de TRPP, dando ênfase aos aspectos relacionados ao gerenciamento de riscos. Merecem relevo os seguintes tópicos conclusivos:

- Na proposição da metodologia, buscou-se incluir e compatibilizar algumas ferramentas atualmente disponíveis em outras áreas de pesquisa e atuação, tais como o planejamento estratégico e situacional, inserindo-os no contexto de planejamento e gestão de transporte rodoviário de produtos perigosos.
- O fulcro do desenvolvimento desta metodologia foi diminuir as lacunas encontradas durante o processo decisório de contratação de uma empresa de TRPP, provendo uma visão mais ampla e integrada, abrangendo as etapas de planejamento e

execução das atividades até a avaliação de desempenho da transportadora contratada.

- A utilização da abordagem proposta teve como intuito ampliar as possibilidades de análise do objeto considerado, melhorando sua compreensão e possibilitando um processo de decisão que contemple os seus diversos elementos constituintes e que considere as diferentes percepções dos atores envolvidos com o sistema.

6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA: ESTUDO DE CASO DOS EMBARCADORES DE COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS DA REGIÃO CENTRO-OESTE

Obstáculos são aquelas coisas medonhas que você vê quando tira os olhos de seus objetivos.

(Henry Ford)

6.1 APRESENTAÇÃO

O objetivo deste Capítulo é verificar a aplicabilidade da metodologia proposta e, para tanto, será apresentado um estudo de caso com embarcadores de combustíveis líquidos da Região Centro-Oeste brasileira.

O estudo de caso envolvendo o transporte de combustíveis líquidos foi escolhido pelo fato de serem estes os produtos cujo transporte no modo rodoviário lidera o índice de acidentes ambientais.

Segundo a ANP (2008), a venda de combustíveis líquidos pelas distribuidoras, na Região Centro-Oeste, cresceu 13,5%, no período de janeiro a agosto de 2008, em relação ao mesmo período de 2007.

6.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta será aplicada conforme a estrutura apresentada na Figura 5.1.

6.2.1 Etapa 1 – Planejamento das Atividades

A primeira etapa é a de planejamento da contratação dos serviços de um TRPP. Como visto no Capítulo 5, esta etapa se subdivide em 4 subetapas detalhadas a seguir.

6.2.1.1 Etapa 1.1 – Definição dos Produtos Perigosos a serem Transportados

Os produtos perigosos a serem transportados são combustíveis líquidos, sobretudo gasolina, óleo diesel e álcool etílico, produtos da Classe 3 (líquidos inflamáveis).

Com relação à base legal, os embarcadores devem atender às legislações concernentes a trânsito, transporte, meio ambiente, segurança e higiene ocupacional, entre outras.

No que diz respeito à comercialização, ao armazenamento e ao controle de qualidade, os combustíveis líquidos estão sob a égide da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, também deve ser atendida a legislação específica dos produtos em questão, destacando-se, por exemplo:

- Resolução ANP nº 8/2007, que estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de Transportador Revendedor Retalhista -TRR e a sua regulamentação; e
- Resolução ANP nº 9/2007, que estabelece o Regulamento Técnico relativo ao controle da qualidade do combustível automotivo líquido adquirido pelo Revendedor Varejista para comercialização.

Especificamente quanto à legislação de transporte rodoviário de produtos perigosos, o embarcador deve atentar-se ao Decreto nº 96.044/88 e à Resolução ANTT nº 420/04 e suas alterações (Resoluções ANTT de nos 701/04, 1.644/06 e 2.558/08).

Destaca-se que o condutor do veículo de carga transportando produtos perigosos deve possuir treinamento para condução de tais produtos, popularmente conhecido por Movimentação e Operação de Produtos Perigosos – MOPP, regulamentado pela Resolução CONTRAN nº 168/04.

Nesse estudo de caso em que o transporte rodoviário de produtos perigosos é realizado a granel, o veículo deve possuir o Certificado de Capacitação para Transporte de Produtos Perigosos a Granel, conhecido como CIPP, emitido pelo Inmetro ou suas acreditadas.

Também, todo o pessoal envolvido na operação de transbordo de produto perigoso a granel deve receber treinamento específico.

6.2.1.2 Etapa 1.2 – Caracterização do Transporte a ser Realizado

A cadeia logística do transporte de combustíveis líquidos engloba os agentes relacionados à produção, distribuição, varejo e consumo, conforme ilustra a Figura 6.1. Os agentes produtores são constituídos pelas refinarias, centrais petroquímicas, usinas de álcool, produtores de biodiesel e importador. As bases distribuidoras alimentam a rede varejista, composta pelos postos revendedores e Transportadores Revendedores Retalhistas (TRRs). Já os postos revendedores são responsáveis pelo abastecimento de automobilistas e caminhoneiros, e os TRRs, pelas pequenas empresas consumidoras e produtores em geral. Os importadores, por sua vez, garantem o fornecimento aos grandes consumidores.

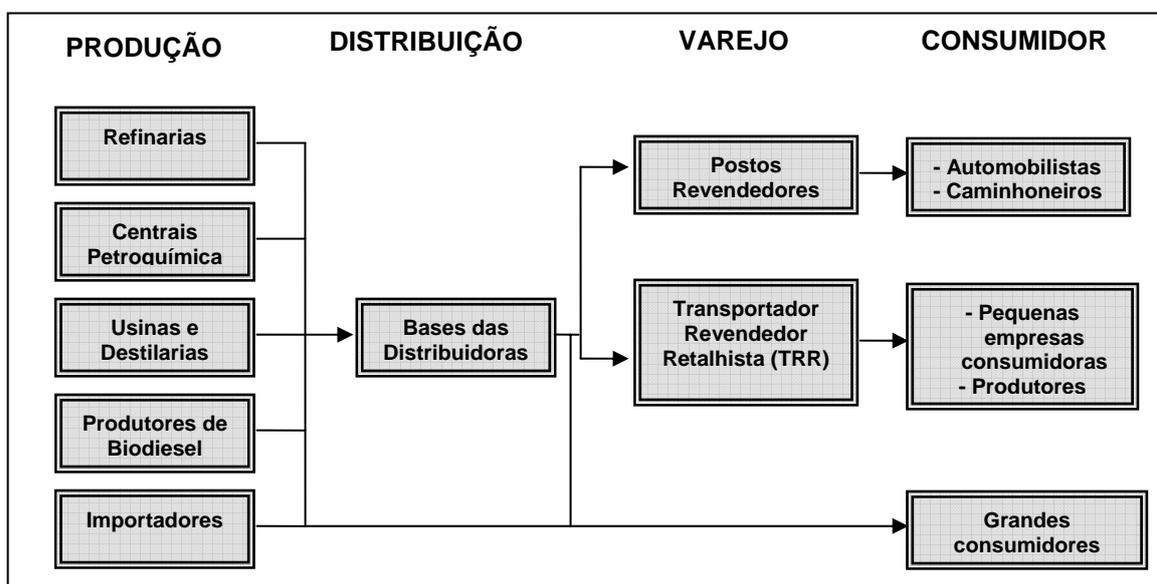


Figura 6.1: Esquema do fluxo logístico do transporte rodoviário de combustíveis líquidos no Brasil.

Fonte: SINDICON (2007).

A Figura 6.2 apresenta a localização geográfica das bases de distribuição de combustíveis líquidos e seus modos de transporte de recebimento e despacho de produtos.

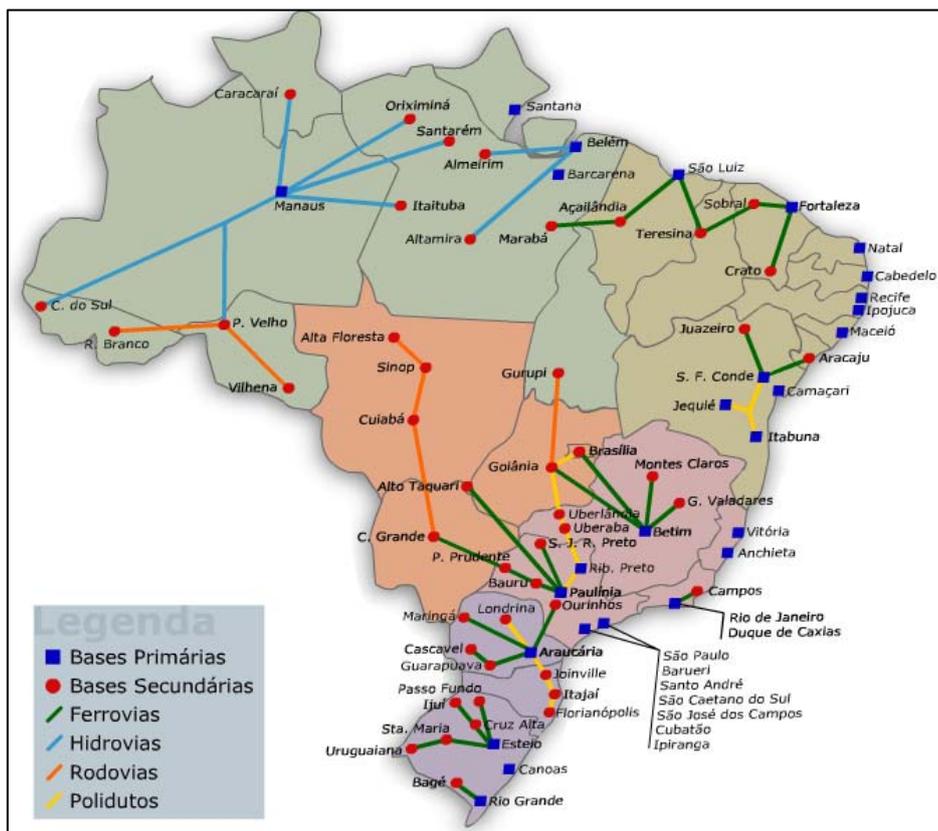


Figura 6.2: Representação geográfica das bases de distribuição de combustíveis líquidos no Brasil e suas ligações nos modos de transporte rodo, ferro, hidro e dutoviário.

Fonte: SINDICON (2007).

As bases de distribuição primárias ou principais têm como característica o recebimento dos produtos diretamente das refinarias ou por meio de importação. As bases secundárias ou de interior são caracterizadas por receberem o produto de outra base, seja principal, seja secundária.

Das refinarias, os produtos seguem para as bases primárias das distribuidoras, o que, atualmente e em sua maior parte, segundo Dumit (2005), é realizado pelo modo dutoviário, para as regiões Sul e Sudeste; e por navegação de cabotagem, para as bases localizadas no litoral do Nordeste brasileiro. Já as transferências entre as instalações das bases primárias e secundárias são realizadas pelos modos rodoviário (caminhões-tanque) e ferroviário (vagões-tanque).

O grande desafio logístico que as distribuidoras enfrentam é o de disponibilizar os seus produtos nos pontos mais longínquos do Brasil, com qualidade e preços competitivos. Para vencer as dimensões geográficas brasileiras, as principais distribuidoras mantêm bases em

diversas regiões, como a Centro-Oeste, cujas instalações possuem toda a infra-estrutura necessária para receber, armazenar, misturar, embalar e distribuir os combustíveis e seus derivados. As bases podem ser categorizadas em: *próprias*, quando todos os ativos pertencem a uma determinada distribuidora; *pools*, em que cada distribuidora participa com um percentual de investimento; e *bases operadas por terceiros*, nas quais as distribuidoras não possuem ativos, mas somente os produtos a serem movimentados por terceiros, no caso as transportadoras.

O transporte dos combustíveis líquidos do estudo de caso em questão ocorre na Região Centro-Oeste brasileira, envolvendo embarcadores dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e do Distrito Federal.

Os tipos de expedição considerados e convencionados para fins da execução deste trabalho são o local (em um raio de extensão de até 100km), regional (raio de extensão entre 100 e 500km) e nacional (raio de extensão maior que 500km).

Com relação às quantidades, são embarcados volumes variáveis entre 1.000 e 30.000 litros por expedição por veículo de carga, e as frequências de transporte observadas nos embarques são diárias, semanais e até mensais.

Os veículos de carga circulam por vias públicas locais, rodovias estaduais e federais, destacando-se, destas últimas, as rodovias BR-163, BR-158, BR-060 e BR-070. Alguns trechos das malhas rodoviárias, segundo a CNT (2008), apresentam trechos ruins, em mau estado de conservação. Também, deve-se ressaltar que a expedição desse tipo de produto perigoso percorre obras de arte (viadutos, pontes), mananciais de água, e alguns trechos de rodovias passam próximos a populações lindeiras às vias.

Dos embarcadores pesquisados, verificou-se que a principal razão para a contratação de empresas de TRPP é a busca pelo menor custo operacional, em relação à opção de possuírem uma frota própria.

Os tomadores de decisão dos embarcadores estudados revelaram que, dentre os aspectos negativos da contratação de uma empresa de TRPP, o principal é o fato de estarem sujeitos a penalizações previstas na legislação específica pelas infrações provocadas pela

transportadora, como as multas decorrentes do fato de o condutor não portar documentos obrigatórios, tais como o CIPP, e da ausência ou por portarem equipamentos de emergência e equipamentos de proteção individual fora do padrão estabelecido pela legislação brasileira.

6.2.1.3 Etapa 1.3 – Montagem da Equipe

A maior parte dos embarcadores consultados informou que recorre à formação de equipes multidisciplinares, quando decide pela contratação de uma empresa de TRPP.

Na estrutura de tais equipes, comprovou-se o que era aventado pela metodologia, em que há a presença necessária de profissionais das áreas operacional, administrativa e jurídica, detendo experiência em suas respectivas áreas de atuação.

6.2.1.4 Etapa 1.4 – Programação das Atividades

A pesquisa realizada verificou que, em regra, não há o estabelecimento formal de um cronograma de metas e prazos específicos no estudo de contratação de uma empresa de TRPP. Os profissionais se reúnem sob o comando de seu superior hierárquico, sem o planejamento das fases do processo decisório e, em alguns casos, sem o conhecimento de qual o conjunto de variáveis deveriam analisar.

6.2.2 Etapa 2 – Execução das Atividades

Esta etapa refere-se à execução dos trabalhos visando à contratação de uma empresa de TRPP e é realizada em 6 subetapas.

6.2.2.1 Etapa 2.1 – Determinação das Variáveis Decisórias sob o ponto de vista de Gerenciamento de Riscos

Inicialmente, foram listados, em um formulário específico (Anexo 1), 28 atributos considerados importantes na escolha de uma empresa de TRPP relacionados a gerenciamento de riscos. Tais atributos foram obtidos em entrevistas preliminares com os diversos atores envolvidos: embarcadores, transportadores, órgãos reguladores e fiscalizadores.

Foi solicitado aos embarcadores entrevistados que selecionassem 5 dentre os atributos do formulário e indicassem o seu grau de importância (de 1 a 5, em ordem crescente de importância) em relação aos critérios considerados para a contratação de uma empresa transportadora de produtos perigosos, sob o ponto de vista de gerenciamento de riscos.

Dos 20 embarcadores entrevistados - sendo 5 de Goiás, 5 do Mato Grosso, 5 do Mato Grosso do Sul e 5 do Distrito Federal - obteve-se o seguinte resultado, mostrado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Hierarquia dos atributos considerados pelos embarcadores entrevistados na contratação de uma empresa de TRPP, do mais relevante ao menos relevante.

Atributos	
1º.	Idade média da frota
2º.	Índice de acidentes
3º.	Programa de Gerenciamento de Riscos
4º.	Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente
5º.	Integridade do produto

Com os atributos definidos, os mesmos foram desdobrados em 3 níveis cada, conforme a Tabela 6.2.

Tabela 6.2: Atributos e níveis utilizados no experimento de PD.

Atributos	Níveis		
	0	1	2
Idade média da frota	> 10 anos	Entre 5 e 10 anos	< 5 anos
Índice de acidentes	> 5 acidentes / 10.000 viagens	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens	< 2 acidentes / 10.000 viagens
Programa de Gerenciamento de Riscos	Totalmente terceirizado	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Próprio, com intervenção de seguradoras
Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente	Possui Programas, mas não há certificação externa	Possui alguma certificação externa	Possui certificação ISO
Integridade do produto	Número de ocorrências indesejáveis > 5/ano	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	Número de ocorrências indesejáveis < 2/ano

6.2.2.2 Etapa 2.2 – Aplicação da Estratégia do Projeto Fatorial Fracionário

Baseado no Projeto Fatorial Fracionário 5.9, montado por Souza (1999a), foi possível compor as 16 alternativas do experimento de PD, combinando as opções possíveis para a caracterização do serviço, por meio dos atributos e seus níveis desdobrados, conforme mostrado na Tabela 6.3.

Tabela 6.3: Alternativas de escolha em função dos atributos do experimento de PD.

Alternativas	Idade média da frota	Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente	Programa de Gerenciamento de Riscos	Integridade do produto	Índice de acidentes
1	> 10 anos	Possui Programas, mas não há certificação externa	Totalmente terceirizado	Número de ocorrências indesejáveis > 5/ano	> 5 acidentes / 10.000 viagens
2	> 10 anos	Possui alguma certificação externa	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens
3	> 10 anos	Possui certificação ISO	Próprio, com intervenção de seguradoras	Número de ocorrências indesejáveis < 2/ano	< 2 acidentes / 10.000 viagens
4	> 10 anos	Possui alguma certificação externa	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens
5	Entre 5 e 10 anos	Possui Programas, mas não há certificação externa	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Número de ocorrências indesejáveis < 2/ano	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens
6	Entre 5 e 10 anos	Possui alguma certificação externa	Totalmente terceirizado	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	< 2 acidentes / 10.000 viagens
7	Entre 5 e 10 anos	Possui certificação ISO	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Número de ocorrências indesejáveis > 5/ano	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens
8	Entre 5 e 10 anos	Possui alguma certificação externa	Próprio, com intervenção de seguradoras	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	> 5 acidentes / 10.000 viagens
9	< 5 anos	Possui Programas, mas não há certificação externa	Próprio, com intervenção de seguradoras	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens
10	< 5 anos	Possui alguma certificação externa	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Número de ocorrências indesejáveis < 2/ano	> 5 acidentes / 10.000 viagens
11	< 5 anos	Possui certificação ISO	Totalmente terceirizado	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens

Alternativas	Idade média da frota	Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente	Programa de Gerenciamento de Riscos	Integridade do produto	Índice de acidentes
12	< 5 anos	Possui alguma certificação externa	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Número de ocorrências indesejáveis > 5/ano	< 2 acidentes / 10.000 viagens
13	Entre 5 e 10 anos	Possui Programas, mas não há certificação externa	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	< 2 acidentes / 10.000 viagens
14	Entre 5 e 10 anos	Possui alguma certificação externa	Próprio, com intervenção de seguradoras	Número de ocorrências indesejáveis > 5/ano	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens
15	Entre 5 e 10 anos	Possui certificação ISO	Próprio, sem intervenção de seguradoras	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano	> 5 acidentes / 10.000 viagens
16	Entre 5 e 10 anos	Possui alguma certificação externa	Totalmente terceirizado	Número de ocorrências indesejáveis < 2/ano	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens

Em seguida, foram montados os cartões correspondentes aos conjuntos de alternativas, agrupando tais cartões nos 12 blocos, de acordo com a Tabela 5.2, referente ao Projeto Fatorial Fracionário 5.9.

A Figura 6.3 apresenta um exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD, concernente à alternativa 7. O Anexo 4 exemplifica outros cartões usados no experimento.

Idade média da frota:	Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e de Meio Ambiente:	Programa de Gerenciamento de Riscos:	Integridade do produto:	Índice de acidentes:
Entre 5 e 10 anos 	Possui certificação ISO 	Próprio, sem intervenção de seguradoras 	Número de ocorrências indesejáveis > 5/ano 	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens 

Figura 6.3: Exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD (alternativa 7).

6.2.2.3 Etapa 2.3 – Utilização da Técnica de Ordenação para Análise das Alternativas

Como definido na metodologia proposta, foi utilizada a ordenação (*ranking*). Foram apresentados aos entrevistados 12 blocos, com 4 alternativas cada um, para que as

ordenassem de acordo com a preferência dada a cada alternativa, da mais preferida a menos preferida em sua opinião.

Para tanto, foi desenvolvido um formulário específico (Anexo 2), para facilitar a aquisição da opinião dos entrevistados.

A fim de prover a segmentação de dados na pesquisa, também foi prevista a coleta das seguintes informações dos embarcadores:

- Unidade da Federação do Centro-Oeste a que pertence: DF, GO, MT ou MS.
- Frota necessária: menor que 5 veículos, entre 5 e 10 veículos ou maior que 10 veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada.
- Tipo de expedição: local (raio de extensão de até 100km), regional (raio de extensão entre 100 e 500km) ou nacional (raio de extensão maior que 500km).

6.2.2.4 Etapa 2.4 – Dimensionamento da Amostra

Nesta etapa, utilizou-se o *software Logit Multinomial com Probabilidade Condicional – LMPC* (SOUSA, 1999b). De posse dos atributos e de seus respectivos níveis, realizou-se entrevista piloto com um embarcador, denominada “entrevista mãe”, que foi carregada no software, produzindo 204 simulações, a fim de se verificar o dimensionamento da amostra.

O resultado obtido da simulação permitiu concluir que o melhor ajustamento para o experimento em questão já seria conseguido com 99 casos, conforme mostra a Figura 6.4.

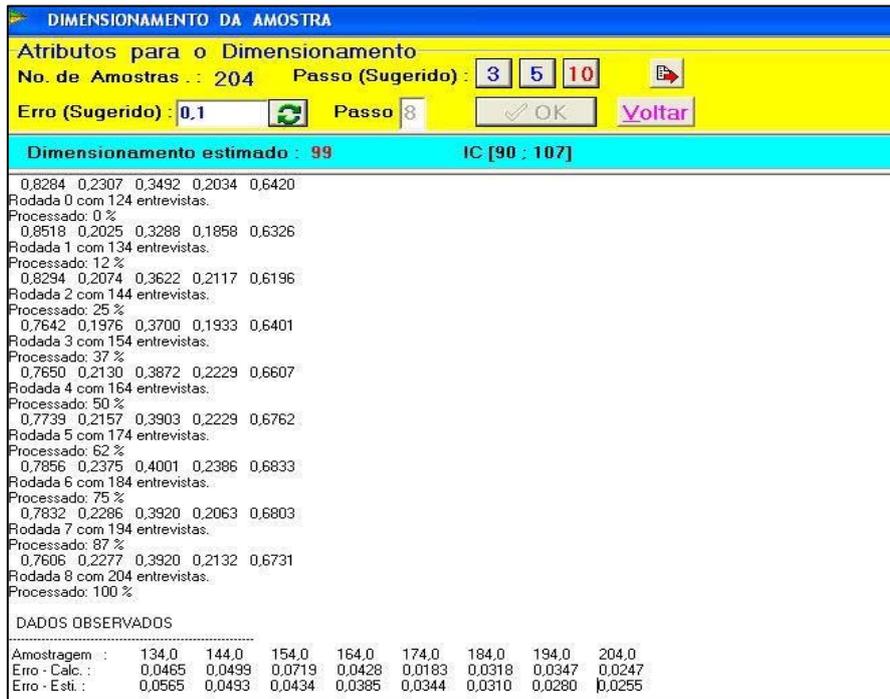


Figura 6.4: Tela do dimensionamento da amostra.

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados obtidos do *software LMPC*.

A Figura 6.5 ilustra o gráfico dos erros calculados e estimados, obtidos do *software LMPC*, em que o ajustamento melhora com o aumento do tamanho da amostra.

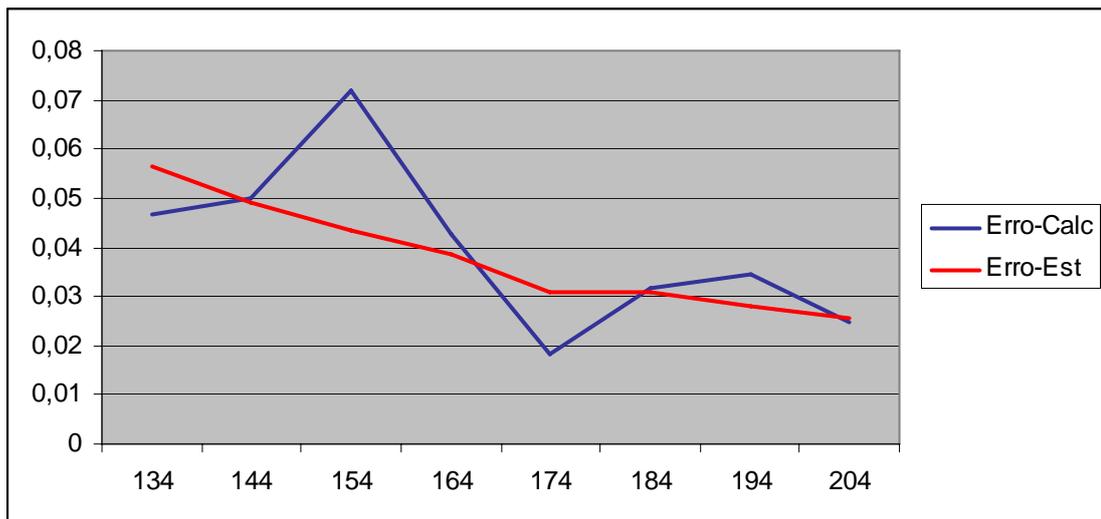


Figura 6.5: Tela do dimensionamento da amostra.

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados obtidos do *software LMPC*.

Todavia, com o intuito de obter melhores valores para os estimadores dos coeficientes da função utilidade, trabalhou-se com 240 casos. Como cada respondente produz 12 números de casos, foram necessárias 20 entrevistas – sendo 5 em cada Estado da Região Centro-Oeste brasileira e 5 no Distrito Federal.

6.2.2.5 Etapa 2.5 – Geração da Função Utilidade Paramétrica

Determinado o número de entrevistas necessárias, foi realizada a pesquisa de campo. E para a determinação e a calibragem da função utilidade do experimento em questão, os dados foram introduzidos no *software LMPC*.

Os resultados encontrados representam a utilidade dada pelos embarcadores a cada alternativa e aos atributos do serviço a eles apresentados. Os resultados do experimento, com a aplicação do *software LMPC*, são comentados nos itens seguintes.

a) Análise do teste “t de Student” e dos coeficientes β

A Tabela 6.4 apresenta os valores dos coeficientes β encontrados para o experimento. O resultado geral dos dados processados encontra-se no Anexo 5.

Ressalta-se que o *software LMPC* possui ferramenta para verificar e eliminar entrevistas discrepantes, a qual foi utilizada, proporcionando melhoria de performance de 2,6%.

Tabela 6.4: Coeficientes dos atributos para o experimento de PD.

Atributo	Coefficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	1,0286	0,0949	10,8405	[0,839 ; 1,218]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,3232	0,0771	4,1941	[0,169 ; 0,477]
Programa de Ger. de Riscos	0,5208	0,0812	6,4141	[0,358 ; 0,683]
Integridade do produto	0,3258	0,0819	3,9759	[0,162 ; 0,490]
Índice de acidentes	0,9118	0,0909	10,0272	[0,730 ; 1,094]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Na Tabela 6.4, pode-se notar que todos os atributos da pesquisa, relacionados ao gerenciamento de risco na contratação de uma empresa de TRPP de combustíveis líquidos, são significativos, pois apresentam valor superior ao t crítico, que é de 1,96 (Tabela 5.3) (GUJARATI, 1995; MATOS, 1995). No entanto, os atributos idade média da frota e índice de acidentes, em relação aos demais, influenciam de maneira mais significativa a utilidade

dada pelos embarcadores no processo de escolha de uma transportadora rodoviária de combustíveis líquidos.

Os coeficientes β representam os valores das utilidades dados pelos embarcadores aos diversos atributos. Com isso, observa-se que as utilidades dos atributos idade média da frota e índice de acidentes são as mais elevadas, seguidas pelas utilidades dos atributos programa de gerenciamento de riscos, integridade do produto e programa de gerenciamento de segurança, saúde ocupacional e meio ambiente.

b) Análise do pseudocoefficiente de determinação

No Anexo 5, é apresentado o resultado do pseudocoefficiente de determinação do experimento ($\rho=24,74$). Observa-se, portanto, que o experimento está dentro da faixa aceitável de ajustamento (0,2 a 0,4).

c) Teste da razão de verossimilhança

Para o experimento em questão, o valor de r é igual a 5, pois há 5 atributos. Conforme o resultado encontrado para a razão de verossimilhança (Anexo 5), verifica-se que o LR calculado ($LR=360,1419$) é muito maior que o tabelado (Tabela 5.4), até mesmo para o menor valor de significância.

Assim, os resultados deste teste demonstram que, conforme as verificações anteriores (teste “t de Student” e coeficientes β), os atributos, quando analisados conjuntamente, também são significativos.

d) Teste de comparação entre as alternativas

A Tabela 6.5 apresenta a comparação entre as alternativas de acordo com a preferência dos embarcadores.

Tabela 6.5: Teste de comparação entre as alternativas do experimento de PD.

Alternativa		Nível dos atributos		Utilidade	Variância	(*)
12	=>	(2 1 1 0 2)	=	4,7248	0,1452	A
9	=>	(2 0 2 1 1)	=	4,3364	0,1357	B
3	=>	(0 2 2 2 2)	=	4,1632	0,1938	C
11	=>	(2 2 0 1 1)	=	3,9412	0,1341	D
13	=>	(1 0 1 1 2)	=	3,6987	0,0961	E
10	=>	(1 0 1 1 2)	=	3,5527	0,1303	F
6	=>	(1 1 0 1 2)	=	3,5011	0,0960	G
14	=>	(1 1 2 0 1)	=	3,3052	0,0886	H
5	=>	(1 0 1 2 1)	=	3,1127	0,0898	I
7	=>	(1 2 1 0 1)	=	3,1076	0,0874	IJ
16	=>	(1 1 0 2 1)	=	2,9151	0,0887	K
8	=>	(1 1 2 1 0)	=	2,7192	0,0844	L
15	=>	(1 2 1 1 0)	=	2,5216	0,0822	M
2	=>	(0 1 1 1 1)	=	2,0816	0,0484	N
4	=>	(0 1 1 1 1)	=	2,0816	0,0484	NO
1	=>	(0 0 0 0 0)	=	0,0000	0,0000	P

(*) Letras diferentes indicam diferença significativa a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do software LMPC.

Nota-se que a alternativa 12 foi a que apresentou o maior valor de utilidade, enquanto que a alternativa 1 não foi sequer selecionada pelos embarcadores. Verifica-se, também, que o atributo idade média da frota teve importância considerável pelos embarcadores no processo de decisão. O teste de comparação entre as alternativas comprova o fato, já que as duas principais alternativas preferidas foram as de número 12 e 9, respectivamente. Estas alternativas possuem os melhores níveis para o atributo idade média da frota (menor que 5 anos). Tal observação confirma a função utilidade encontrada para o experimento em questão, em que o atributo idade média da frota tem o maior valor para o coeficiente β .

A utilidade dos atributos do experimento de PD pode ser ilustrada, graficamente, pela Figura 6.6.

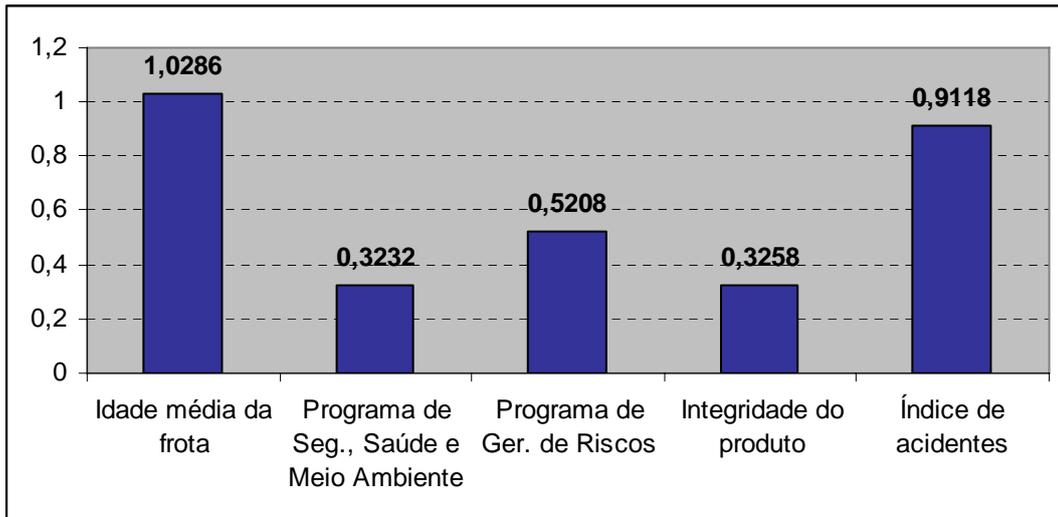


Figura 6.6: Valores das utilidades dos atributos.

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados obtidos do *software LMPC*.

Depreende-se da Figura 6.6, que os atributos idade média da frota e índice de acidentes são os mais representativos para os embarcadores no momento de sua escolha por uma transportadora rodoviária de combustíveis líquidos. Tais atributos são seguidos, em ordem de representatividade, pelos outros: programa de gerenciamento de riscos, integridade do produto e programa de segurança, saúde e meio ambiente, sendo que os dois últimos apresentam valores próximos para a utilidade.

Por fim, a função utilidade do experimento de PD pode ser representada matematicamente por:

$$FU = 1,0286x_1 + 0,3232x_2 + 0,5208x_3 + 0,3258x_4 + 0,9118x_5 \quad (6.1)$$

em que:

FU : função utilidade;

x_1 : atributo idade média da frota;

x_2 : atributo programa de segurança, saúde e meio ambiente;

x_3 : atributo programa de gerenciamento de riscos;

x_4 : atributo integridade do produto; e

x_5 : atributo índice de acidentes.

e) Segmentação dos dados dos embarcadores

Conforme avençado na etapa 2.3, os dados dos embarcadores rodoviários de combustíveis líquidos foram segmentados por: Unidade da Federação do Centro-Oeste, frota necessária e tipo de expedição, conforme mostrado na Tabela 6.6. Os resultados detalhados de cada segmentação são apresentados no Anexo 6.

Tabela 6.6: Segmentação dos dados dos embarcadores.

Dados Segmentados								
Unidade da Federação	Freq.	Part. (%)	Frota necessária	Freq.	Part. (%)	Tipo de expedição	Freq.	Part. (%)
DF	60	20,00%	< 5 veículos	132	55,00%	Local	132	55,00%
GO	60	20,00%	Entre 5 e 10 veículos	60	25,00%	Regional	60	25,00%
MT	60	20,00%	> 10 veículos	48	20,00%	Nacional	48	20,00%
MS	60	20,00%						
Total	240	100,00%		240	100,00%		240	100,00%

Da Tabela 6.6, percebe-se a demanda maior dos embarcadores de combustíveis líquidos do CO é por frota de até 5 veículos (com capacidade igual à 30.000 litros cada). E o tipo de expedição preponderante dos embarcadores consultados é o local (raio de extensão de até 100km).

e.1) Segmentação por Unidade da Federação na Região do Centro-Oeste brasileiro

As Tabelas de 6.7 a 6.10 apresentam, respectivamente, os coeficientes dos atributos para os embarcadores do DF, GO, MT e MS, e a Tabela 6.11 mostra os resultados para os pseudocoefficientes de determinação, dos testes da razão de verossimilhança e as 3 alternativas que tiveram o maior valor para a utilidade.

Tabela 6.7: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do DF.

Atributo	Coefficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	1,0114	0,1844	5,4862	[0,643 ; 1,380]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,3323	0,1550	2,1431	[0,022 ; 0,642]
Programa de Ger. de Riscos	0,3323	0,1594	2,0850	[0,014 ; 0,651]
Integridade do produto	0,2725	0,1633	1,6685	[-0,054 ; 0,599]
Índice de acidentes	0,7807	0,1817	4,2959	[0,417 ; 1,144]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.8: Coeficientes dos atributos para os embarcadores de GO.

Atributo	Coefficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	1,0171	0,1856	5,4786	[0,646 ; 1,388]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,3564	0,1485	2,4005	[0,059 ; 0,653]
Programa de Ger. de Riscos	0,5871	0,1627	3,6083	[0,262 ; 0,913]
Integridade do produto	0,3444	0,1620	2,1251	[0,020 ; 0,668]
Índice de acidentes	0,8382	0,1728	4,8497	[0,493 ; 1,184]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.9: Coeficientes dos atributos para os embarcadores de MT.

Atributo	Coefficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	1,0745	0,1972	5,4494	[0,680 ; 1,469]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,1408	0,1611	0,8739	[-0,181 ; 0,463]
Programa de Ger. de Riscos	0,4607	0,1652	2,7885	[0,130 ; 0,791]
Integridade do produto	0,2721	0,1651	1,6478	[-0,058 ; 0,602]
Índice de acidentes	1,0251	0,1878	5,4595	[0,650 ; 1,401]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.10: Coeficientes dos atributos para os embarcadores de MS.

Atributo	Coefficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	0,8892	0,1774	5,0113	[0,534 ; 1,244]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,3848	0,1476	2,6078	[0,090 ; 0,680]
Programa de Ger. de Riscos	0,5425	0,1534	3,5363	[0,236 ; 0,849]
Integridade do produto	0,3577	0,1590	2,2490	[0,040 ; 0,676]
Índice de acidentes	0,9072	0,1769	5,1276	[0,553 ; 1,261]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.11: Valores de β , LR e alternativas com maior valor de utilidade para embarcadores do DF, GO, MT e MS.

Estado da Federação do CO	ρ	LR	Alternativas
DF	21,46	77,7524	12, 11 e 9
GO	23,41	89,2753	12, 9 e 3
MT	27,74	96,9861	12, 9 e 13
MS	22,85	87,1530	12, 3 e 9

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Na análise dos embarcadores regionais, os pseudocoefficientes de determinação e os testes da razão de verossimilhança tiveram resultado satisfatório, demonstrando que os parâmetros, quando analisados em conjunto, são significativos. O melhor ajustamento obtido ocorreu para os expedidores de MT ($\rho=27,74$).

Para o caso dos embarcadores do DF, analisando-se isoladamente o atributo integridade do produto, verifica-se que o mesmo pode não ser significativo. Isso ocorre também para os expedidores de MT (teste “t de Student”).

A pesquisa revelou que os embarcadores rodoviários de combustíveis líquidos do CO possuem, em geral, uma percepção semelhante com relação à utilidade dos atributos na escolha de sua prestadora de serviços de transportes. As alternativas mais escolhidas pelos embarcadores do CO foram as de número 12, 9 e 3. São justamente tais alternativas que apresentam os melhores níveis para os atributos idade média da frota e índice de acidentes e os maiores valores para os correspondentes coeficientes β .

Interessante destacar que a alternativa dominante no experimento, alternativa 3 (0 2 2 2 2), não foi a mais escolhida. Muito provavelmente o fato ocorrido pode ser explicado tendo em vista que essa alternativa, embora tenha os melhores níveis para todos os demais atributos, apresenta o pior nível para o atributo que os embarcadores julgaram ter maior peso, que é justamente a idade média da frota.

O maior peso dado à variável idade média da frota pelos embarcadores pode ser entendido, em princípio, pela necessidade que estes agentes têm de garantir que o transporte do produto perigoso ocorra em um veículo com número de avarias esperado menor que se estivesse utilizando um veículo de idade mais avançada.

Raciocínio análogo pode ser aplicado no que diz respeito ao atributo índice de acidentes, uma vez que o embarcador de combustíveis líquidos do CO, conforme revelou o experimento de PD, prefere trabalhar com empresas de transporte que apresentam o menor nível de acidentes. Isto tem seu fundamento nas legislações de transporte e ambiental aplicáveis à atividade, que, em última instância, fazem repercutir a responsabilidade por danos comprovadamente provocados durante o transporte à figura do embarcador.

Outra informação exarada da observação é constatada para o caso dos embarcadores de MS, em que se nota que os mesmos atribuíram um peso ligeiramente maior para o atributo índice de acidentes em relação à idade média da frota.

e.2) Segmentação por frota necessária

As Tabelas de 6.12 a 6.14 apresentam, respectivamente, os coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO em função da frota necessária às suas expedições, e a Tabela 6.15 mostra os resultados para os pseudocoefficientes de determinação, dos testes da razão de verossimilhança e as 3 alternativas que tiveram o maior valor para a utilidade.

Tabela 6.12: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto à frota necessária (menor que 5 veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada).

Atributo	Coeficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	0,9066	0,1203	7,5343	[0,666 ; 1,147]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,2209	0,1005	2,1990	[0,020 ; 0,422]
Programa de Ger. de Riscos	0,4420	0,1062	4,1604	[0,230 ; 0,655]
Integridade do produto	0,2222	0,1064	2,0878	[0,009 ; 0,435]
Índice de acidentes	0,7998	0,1169	6,8409	[0,566 ; 1,034]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.13: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto à frota necessária (entre 5 e 10 veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada).

Atributo	Coeficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	0,9807	0,1891	5,1869	[0,603 ; 1,359]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,4458	0,1506	2,9598	[0,145 ; 0,747]
Programa de Ger. de Riscos	0,6483	0,1584	4,0936	[0,332 ; 0,965]
Integridade do produto	0,3868	0,1622	2,3842	[0,062 ; 0,711]
Índice de acidentes	0,9283	0,1777	5,2255	[0,573 ; 1,284]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.14: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto à frota necessária (maior que 10 veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada).

Atributo	Coeficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	1,0492	0,2082	5,0384	[0,633 ; 1,466]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,3445	0,1705	2,0197	[0,003 ; 0,686]
Programa de Ger. de Riscos	0,3974	0,1765	2,2514	[0,044 ; 0,750]
Integridade do produto	0,3245	0,1792	1,8105	[-0,034 ; 0,683]
Índice de acidentes	1,0023	0,2065	4,8533	[0,589 ; 1,415]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.15: Valores de β , LR e alternativas com maior valor de utilidade quanto à frota necessária (veículos com capacidade igual à 30.000 litros cada).

Frota necessária	ρ	LR	Alternativas
Menor que 5 veículos	21,34	170,9012	12, 9 e 3
Entre 5 e 10 veículos	24,74	94,3623	12, 3 e 9
Maior que 10 veículos	23,71	72,3466	12, 9 e 3

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Quanto à análise dos dados acerca da frota necessária aos embarcadores rodoviários de combustíveis líquidos do CO, verificou-se que os pseudocoefficientes de determinação e os testes da razão de verossimilhança mostraram resultados muito satisfatórios, sendo os parâmetros, analisados em conjunto, representativos. O melhor ajustamento ocorreu para os embarcadores que têm necessidade de uma frota entre 5 e 10 veículos (com capacidade igual à 30.000 litros cada) ($\rho=24,74$).

Ressalva deve ser dada se a frota necessária for de mais de 10 veículos (com capacidade igual à 30.000 litros cada), em que o atributo integridade do produto, quando analisado isoladamente, não se mostrou significativo (teste “t de Student”).

As alternativas mais escolhidas pelos embarcadores do CO foram as de número 12, 9 e 3. Como já explicado anteriormente, são justamente tais alternativas que apresentam os melhores níveis para os atributos idade média da frota e índice de acidentes e, também, os maiores valores para os coeficientes β .

Destaca-se que, quanto maior a frota necessária aos embarcadores, maior é o peso dado à idade média da frota e ao índice de acidentes. Conforme já comentado, isto pode ser explicado pela responsabilidade do embarcador positivada na legislação específica e, quanto mais veículos necessita, maior deve ser a sua preocupação para com tais variáveis.

e.3) Segmentação por tipo de expedição

As Tabelas de 6.16 a 6.18 apresentam, respectivamente, os coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO em função do tipo de expedição, e a Tabela 6.19 mostra os resultados para os pseudocoefficientes de determinação, dos testes da razão de verossimilhança e as 3 alternativas que tiveram o maior valor para a utilidade.

Tabela 6.16: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto ao tipo de expedição local (raio de extensão de até 100km).

Atributo	Coeficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	0,8209	0,1159	7,0856	[0,589 ; 1,053]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,1437	0,1002	1,4341	[-0,057 ; 0,344]
Programa de Ger. de Riscos	0,3060	0,1047	3,6351	[0,171 ; 0,590]
Integridade do produto	0,1250	0,1021	1,2397	[-0,078 ; 0,331]
Índice de acidentes	0,7611	0,1134	6,7136	[0,534 ; 0,988]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.17: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto ao tipo de expedição regional (raio de extensão entre 100 e 500km).

Atributo	Coeficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	1,2465	0,2105	5,9208	[0,825 ; 1,668]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,5441	0,1535	3,5454	[0,237 ; 0,851]
Programa de Ger. de Riscos	0,7485	0,1648	4,5423	[0,419 ; 1,078]
Integridade do produto	0,6142	0,1751	3,5809	[0,271 ; 0,957]
Índice de acidentes	1,2331	0,1949	6,3270	[0,843 ; 1,623]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.18: Coeficientes dos atributos para os embarcadores do CO quanto ao tipo de expedição nacional (raio de extensão maior que 500km).

Atributo	Coeficiente β	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Idade média da frota	1,0284	0,2105	4,8856	[0,607 ; 1,449]
Programa de Seg., Saúde e Meio Ambiente	0,4314	0,1674	2,5775	[0,097 ; 0,766]
Programa de Ger. de Riscos	0,5380	0,1757	3,0619	[0,187 ; 0,889]
Integridade do produto	0,4320	0,1845	2,3414	[0,063 ; 0,801]
Índice de acidentes	0,7940	0,1984	4,0025	[0,397 ; 1,191]

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

Tabela 6.19: Valores de β , LR e alternativas com maior valor de utilidade quanto ao tipo de expedição.

Tipo de expedição	ρ	LR	Alternativas
Local	19,31	154,6104	12, 9 e 13
Regional	33,41	127,3958	3, 12 e 9
Nacional	21,79	66,4734	12, 3 e 9

Fonte: Elaborado de acordo com os resultados do *software LMPC*.

No que concerne ao tipo de expedição para os embarcadores rodoviários de combustíveis líquidos do CO, verificou-se que, novamente, os pseudocoefficientes de determinação e os testes da razão de verossimilhança mostraram resultados muito satisfatórios, sendo os parâmetros, quando analisados em conjunto, significativos. O melhor ajustamento ocorreu para o caso das expedições do tipo regional ($\rho=33,41$).

No entanto, para a expedição do tipo local, em que os atributos integridade do produto e programa de segurança, saúde e meio ambiente, quando analisados isoladamente, não se mostraram significativos (teste “t de Student”).

As alternativas mais escolhidas pelos embarcadores do CO foram, também, as de número 12, 9 e 3. Isto possibilita dizer que, independente do tipo de expedição - local, regional ou

nacional - os embarcadores rodoviários de combustíveis líquidos do CO estão preocupados com os melhores níveis de atributos relacionados à idade média da frota, índice de acidentes e programa de gerenciamento de riscos.

Nota-se, contudo, que é no caso das expedições regionais (raio de extensão entre 100 e 500km), que se verificaram os maiores pesos dados pelos embarcadores à idade média da frota, índice de acidentes e programa de gerenciamento de riscos. Provavelmente, a razão do fato observado seja a atuação mais intensa pelos órgãos de fiscalização da atividade regionais, devendo os embarcadores manter tais atributos sob um gerenciamento mais acirrado.

6.2.2.6 Etapa 2.6 – Consulta ao Mercado de Transportadoras Rodoviárias de Combustíveis Líquidos

De posse da função utilidade do experimento (Equação 6.1), realizou-se pesquisa com 10 transportadoras rodoviárias de combustíveis líquidos do CO. Foi considerado que as transportadoras pudessem ter sua base operacional em qualquer Unidade da Federação do Centro-Oeste brasileiro, operassem com expedições regionais (raio de atuação entre 100 e 500 km) e tivessem uma frota mínima de 5 caminhões-tanque com capacidade de 30.000 litros cada.

A Tabela 6.20 mostra os valores dos níveis dos atributos dos serviços de transporte oferecidos pelas 10 empresas consultadas (A, B, C, D, E, F, G, H, I e J) que atuam no mercado do CO brasileiro. No Anexo 3, é apresentado o modelo do formulário de dados relativos aos níveis de serviço das transportadoras de combustíveis líquidos utilizado na pesquisa.

Tabela 6.20: Valores encontrados para os atributos de empresas de TRPP consultadas.

Empresas	Nível dos Atributos					FU
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
A	1	1	1	2	1	3,436
B	1	0	1	2	1	3,1128
C	1	1	2	2	1	3,9568
D	1	1	1	2	1	3,436
E	2	2	1	2	1	4,7878
F	1	0	1	2	1	3,1128
G	2	1	1	2	1	4,4646
H	2	1	2	1	1	4,6596
I	2	1	1	2	2	5,3764
J	2	1	1	1	1	4,1388

Da Tabela 6.20, nota-se que a empresa que apresenta o maior valor para a FU é a I, sendo, pois, *a priori*, a mais indicada para o embarcador. E, considerando o campo de estudo das probabilidades, é a empresa que detém a possibilidade mais acentuada de ser escolhida.

Ressalva-se, porém, que a metodologia proposta é uma ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão e o resultado serve como balizamento. A empresa de transporte que apresenta o maior valor da FU, necessariamente, pode não ser a que apresenta a maior preferência pelos embarcadores, porque podem existir outros fatores relevantes não medidos na preferência declarada. Por isso, sugere-se aos tomadores de decisão fazerem uma comparação entre os atributos estudados e os atributos utilizados nas demandas efetivamente realizadas pelos próprios embarcadores ou por embarcadores com características semelhantes.

6.2.3 Etapa 3 – Avaliação de Desempenho da Transportadora

Embora não constitua escopo de aplicação neste trabalho, a pesquisa com os embarcadores consultados do CO revelou que os mesmos, em geral, realizam a avaliação de desempenho de suas transportadoras rodoviárias de combustíveis líquidos baseada em indicadores, tais como: o número reclamações recebidas do cliente final (atrasos na entrega, integridade do produto); o número de autuações recebidas pelo embarcador por infrações cometidas pela transportadora devido a infrações a legislações de trânsito, transporte e meio ambiente; e o número de acidentes.

6.2.4 Etapa 4 – Retroalimentação

Nesta etapa, cabe ressaltar algumas fontes potenciais de inserção de erros no processo decisório, verificadas quando ocorre: a ordenação dos cartões das alternativas de serviços das empresas de transporte; a obtenção dos parâmetros dos níveis de serviço das empresas de transporte consultadas; e a necessidade de análise de outras variáveis relevantes.

Na etapa relativa à ordenação dos cartões das alternativas de serviços desejados das transportadoras, é necessário que os tomadores de decisão dos embarcadores estejam bem orientados e realizem a ordenação com tranquilidade, a fim de não originar dados discrepantes, o que pode refletir no cálculo, dentre outros, dos coeficientes β .

Quando há a consulta ao mercado de transportadoras rodoviárias de combustíveis líquidos, cuidado deve-se ter na coleta de dados referentes às próprias empresas, pois pode haver tendência das mesmas responderem pelos melhores níveis dos atributos. Com isso, uma consulta formal aos órgãos fiscalizadores é uma medida sugerida para a confirmação da veracidade das informações prestadas.

Também, não se deve olvidar da necessidade de análise de outras variáveis não constantes no processo. Como já comentado, sugere-se fazer uma comparação entre os atributos estudados e os utilizados nas demandas efetivamente realizadas pelos próprios embarcadores ou por embarcadores com características semelhantes.

6.3 TÓPICOS CONCLUSIVOS

O propósito deste Capítulo foi o de verificar a aplicabilidade da metodologia proposta no Capítulo anterior para o estudo de caso com os embarcadores de combustíveis líquidos da Região Centro-Oeste brasileiro. Destacam-se os seguintes tópicos conclusivos:

- A metodologia proposta mostrou ser aplicável ao caso real, tornando possível atender aos objetivos geral e específicos deste trabalho.
- Os atributos preponderantes considerados pelos embarcadores rodoviários de combustíveis líquidos do CO, com a utilização da TPD e o uso do *software LMPC*,

foram os seguintes: idade média da frota, programa de segurança, saúde e meio ambiente, programa de gerenciamento de riscos, integridade do produto e índice de acidentes.

- Dentre os atributos que se mostraram mais significativos no experimento de PD em questão, mesmo para a amostra segmentada em Unidade da Federação do CO, frota necessária e tipo de expedição, destacam-se a idade média da frota e a integridade do produto.
- Os valores obtidos para os coeficientes β , teste “t de Student”, pseudocoefficientes de determinação e do teste de razão de verossimilhança, em geral, permitem verificar os ajustamentos satisfatórios para o experimento.
- Foi possível realizar a comparação entre as alternativas de serviços desejados das transportadoras e as que mostraram os maiores valores de utilidade foram as de número 12, 9 e 3, pois são as que apresentam os melhores níveis para os atributos idade média da frota e índice de acidentes e os maiores valores para os correspondentes coeficientes β .
- De posse da equação paramétrica da função utilidade do experimento, pôde-se obter a empresa de maior valor para a função utilidade dentre as 10 transportadoras rodoviárias de combustíveis líquidos do CO consultadas, considerando transportadoras sediadas no CO, operando com expedições regionais (raio de atuação entre 100 e 500 km) e tendo uma frota mínima de 5 caminhões-tanque com capacidade de 30.000 litros cada.
- Ressalvou-se que a metodologia proposta é uma ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão e que a empresa de transporte que apresenta o maior valor da função utilidade, necessariamente, pode não ser a que apresenta a maior preferência pelos embarcadores. E sugeriu-se fazer uma comparação com os atributos utilizados nas demandas já realizadas pelos próprios embarcadores ou por embarcadores com características semelhantes.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Quem olha para fora, sonha. Quem olha para dentro, acorda.

(Karl Jung)

7.1 APRESENTAÇÃO

Neste capítulo, são apresentadas as principais contribuições obtidas a partir dos objetivos propostos no trabalho.

Inicialmente, são enumeradas algumas limitações do estudo, verificadas em função de dificuldades encontradas ao longo de sua realização. Em seguida, são apresentadas as principais conclusões e, na seqüência, discorre-se sobre a avaliação da metodologia proposta e sua aplicabilidade. E, finalizando o Capítulo, são expostas algumas recomendações para futuras investigações relacionadas ao tema em questão.

7.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma das limitações do estudo se refere à etapa de avaliação da empresa transportadora rodoviária de combustíveis líquidos contratada, que deve ocorrer ao longo do tempo em que ocorrer a prestação dos serviços. Embora não figurasse no escopo deste trabalho o seu detalhamento, devido à complexidade e ao tempo para a consecução e a posterior aplicação, a mesma foi inserida na estrutura da metodologia, visto que é uma etapa necessária depois da seleção da transportadora contratada.

Outra limitação que deve ser registrada é que o estudo trabalhou com os dados de preferência declarada pelos embarcadores, e não com os de preferência revelada, ou seja, das demandas efetivamente realizadas. Uma comparação entre os dois tipos de dados pode revelar se há outros atributos não considerados no estudo de caso, bem como o *gap* da qualidade de serviço existente entre o que os embarcadores desejam e o que realmente contratam.

7.3 CONCLUSÕES

Este item apresenta as principais conclusões gerais obtidas a partir do estudo que foi realizado, muito embora a análise e a discussão de cada etapa de seu desenvolvimento já tenham sido apresentadas, de forma parcial, nos Capítulos anteriores.

Ao se percorrer o Capítulo 2, foi possível verificar a diferença conceitual entre *produto perigoso para fins de transporte* e *carga perigosa*, em função das características físico-químicas do produto transportado, que podem representar risco à saúde das pessoas, segurança pública e meio ambiente.

Os fóruns das recomendações internacionais para o transporte de produtos perigosos se fundamentam nos princípios de garantia da segurança e facilitação dos transportes. A partir delas é que os países elaboram suas regulamentações internas, verificando suas especificidades e os estágios tecnológicos de evolução de suas operações no setor transporte desse tipo de produto.

No que tange à extensão dos danos causados em acidentes no TRPP, a mesma depende: da Classe de Risco da substância (tóxica, inflamável, explosiva); das características físicas da substância (sólida, líquida, gasosa); do tipo de dispersão da substância no meio ambiente (gás mais denso que o ar, líquido muito volátil); os valores críticos para a exposição (Dose Letal); a taxa e o volume da substância liberada ou derramada; e as condições ambientais e características geográficas e sócio-econômicas no local do acidente.

Os acidentes envolvendo produtos perigosos ocorrem, sobretudo, durante o transporte e principalmente no modo rodoviário. As substâncias da Classe 3 (líquidos inflamáveis) lideram, freqüentemente, as estatísticas de acidentes, seguidas dos produtos da Classe 8 (substâncias corrosivas). Enquanto que nas rodovias há maior incidência de acidentes com carga a granel, nas vias urbanas a expressividade se deve à carga fracionada.

As causas dos acidentes no TRPP resultam do somatório de fatores adversos, que passam a se materializar a partir das operações de carregamento, somando-se, ao longo do trajeto, às demais variáveis que, de forma direta ou indireta, estão ligadas ao condutor, à via, ao meio ambiente, ao veículo, à ação de terceiros, à ação ou omissão do poder público e demais

elementos que contribuem ou podem de alguma forma contribuir para a concretização de um evento indesejado.

Embora haja o somatório e a complexidade das causas contribuintes, observa-se que, quando analisadas de forma individual, essas causas são identificáveis, e, portanto, passíveis de ações preventivas a partir da origem, principalmente no processo decisório de escolha de uma transportadora rodoviária de produtos perigosos.

Foi constatada a ausência de um banco de dados nacional atualizado de informações sobre o TRPP, e sugerida a criação e a gestão, em âmbito nacional e regional, de um sistema integrado georreferenciado de informações que colete, compare, analise e divulgue as estatísticas relativas aos acidentes ambientais, bem como os principais fluxos de tráfego envolvendo o TRPP. De mesma monta, um sistema integrado de informações sobre substâncias químicas, recursos humanos e materiais mobilizáveis que forneça o suporte necessário às equipes de atendimento emergencial em acidentes envolvendo o TRPP.

Pelo assentado no Capítulo 3, pôde-se constatar que quanto maiores (ou melhores) os mecanismos de controle aplicados a uma fonte de perigo, menor a intensidade do risco e a maximização dos mecanismos de controle conduz à redução dos riscos, mas não necessariamente à sua eliminação total.

Há várias metodologias dedicadas ao gerenciamento de risco no TRPP; no entanto, a metodologia estudada por Andersson e Menckel (1995), ao prever quatro dimensões básicas (o curso temporal dos eventos, níveis de ação dos atores envolvidos, a abordagem das intervenções e o processo de exposição), permite ao embarcador e sua empresa de transporte contratada uma visão macro e micro de todo o processo e, portanto, a possibilidade de atuar mais eficientemente desde a redução dos riscos até a mitigação de danos.

O Capítulo 4 mostrou que a TPD é uma ferramenta bastante útil aos estudos da área de transportes e sua aplicação depende do estabelecimento de correto projeto experimental, que, em linhas gerais, consiste em: identificar os atributos chaves de cada alternativa e a construção de pacotes de opções; projetar as alternativas de maneira que as opções apresentadas aos respondentes os facilitem expressar suas preferências; e desenvolver uma

estratégia de amostragem que assegure um fecundo e representativo conjunto de dados. No atendimento a essas diretrizes, foram estudados e aplicados os Projetos Fatoriais Fracionários, montados por Souza (1999a), e o *software LMPC*, desenvolvido pelo mesmo autor.

Tais ferramentas se mostraram extremamente robustas, uma vez que propiciam ao pesquisador, nas mais diversas condições de simulação e no estudo de caso real, de forma prática e interativa, os parâmetros necessários ao estudo, tais como: dimensionamento da amostra, coeficientes β , com seus correspondentes valores para o teste “t de Student”, erros e intervalos de confiança, pseudocoefficientes de determinação, teste de razão de verossimilhança, teste de comparação entre as alternativas, descrição e eliminação de entrevistas discrepantes.

Ao longo do Capítulo 5, quando se consubstanciou a proposição da metodologia, buscou-se incluir e compatibilizar algumas ferramentas atualmente disponíveis em outras áreas de pesquisa e atuação, tais como o planejamento estratégico e situacional, inserindo-os no contexto de planejamento e gestão de transporte rodoviário de produtos perigosos.

No Capítulo 6, foi demonstrado o estudo de caso realizado com embarcadores de combustíveis líquidos do CO brasileiro, utilizando a metodologia proposta, com base na TPD, valendo-se do Projeto Fatorial Fracionário montado por Souza (1999a), e o *software LMPC*, do mesmo autor.

O experimento permitiu identificar os atributos preponderantes considerados pelos embarcadores rodoviários de combustíveis líquidos do CO, sob o enfoque de gerenciamento de riscos (do mais para o menos relevante): idade média da frota, programa de segurança, saúde e meio ambiente, programa de gerenciamento de riscos, integridade do produto e índice de acidentes.

Pela mensuração do peso de cada um dos atributos relevantes identificados no processo de escolha de uma ETRPP, foi possível obter a equação paramétrica da função utilidade do experimento, e avaliar a empresa de maior valor para a função utilidade dentre as 10 transportadoras rodoviárias de combustíveis líquidos do CO consultadas, considerando transportadoras sediadas no CO, operando com expedições regionais (raio de atuação entre

100 e 500 km) e tendo uma frota mínima de 5 caminhões-tanque com capacidade de 30.000 litros cada.

Além disso, pela comparação entre as alternativas de serviços desejados das transportadoras, as que mostraram os maiores valores de utilidade foram as de número 12, 9 e 3, justamente as que apresentaram os melhores níveis para os atributos idade média da frota e índice de acidentes e os maiores valores para os correspondentes coeficientes β .

7.4 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA E SUA APLICABILIDADE

A metodologia proposta mostrou ser aplicável ao caso real, tornando possível atender aos objetivos geral e específicos deste trabalho e demonstrando que a hipótese adotada não pôde ser falseada. Ou seja, a metodologia proposta de identificação e de análise dos atributos preponderantes na escolha de serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos, sob a ótica de gerenciamento de riscos, permite aos embarcadores avaliarem e contratarem transportadoras que ofereçam o menor risco durante as operações de transporte.

Pela aplicação da metodologia, foi possível, conforme demonstrado no estudo de caso real, obter valores para os coeficientes β , teste “t de Student”, pseudocoefficientes de determinação e do teste de razão de verossimilhança, por meio dos quais se verificaram ajustamentos satisfatórios para o experimento.

A título de exemplo, dentre os atributos que se mostraram mais significativos no experimento de PD em questão, mesmo para a amostra segmentada em Unidade da Federação do CO, frota necessária e tipo de expedição, destacaram-se a idade média da frota e a integridade do produto, confirmando-se relevantes em todos os testes.

O teste de comparação entre as alternativas permitiu concluir que as mais desejadas pelos embarcadores realmente eram as que possuíam os melhores níveis de serviço para os atributos mais significativos.

E, tendo-se a equação paramétrica da função utilidade calibrada para o caso específico, tornou-se factível a consulta ao mercado de empresas de TRPP, a fim de se averiguar

aquela que apresenta o maior valor para a função utilidade específica, orientando, de forma racional, a tomada de decisão do embarcador.

Como a metodologia proposta é uma ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão, ressaltou-se que a empresa de transporte que apresenta o maior valor da função utilidade, necessariamente, pode não ser a que apresenta a maior preferência pelos embarcadores. E sugeriu-se fazer uma comparação com os atributos utilizados nas demandas já realizadas pelos próprios embarcadores ou por embarcadores com características semelhantes.

7.5 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram identificadas oportunidades de estudo relacionadas ao tema em questão e destacadas a seguir:

- Comparação entre os dados de preferência declarada e revelada, a fim de se investigar a existência de outros atributos não considerados, bem como o *gap* da qualidade de serviço existente entre o que os embarcadores desejam e o que realmente contratam.
- Desdobramento da etapa de avaliação de desempenho da transportadora rodoviária contratada, com os correspondentes instrumentos de avaliação que auxiliarão a contratante a tomar a decisão pelo aprimoramento e continuidade ou não dos serviços da transportadora.
- Modelagem de um sistema integrado georreferenciado de informações que colete, compare, analise e divulgue as estatísticas relativas aos acidentes ambientais, bem como os principais fluxos de tráfego envolvendo o TRPP. De mesma monta, o desenvolvimento e a implantação de um sistema integrado de informações sobre substâncias químicas, recursos humanos e materiais mobilizáveis que forneça o suporte necessário às equipes de atendimento emergencial em acidentes envolvendo o TRPP.

- Proposição de uma metodologia robusta para classificação das empresas de TRPP, baseada em gerenciamento de riscos, a fim de permitir aos embarcadores visualizar as empresas em diversas categorias; aos transportadores, ganhos de mercado, passando de uma categoria pior a uma melhor; e aos órgãos de governo, subsídios de ação em suas correspondentes esferas de atuação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abiquim (2006a). *Relatório de Atuação Responsável*. Associação Brasileira da Indústria Química. São Paulo, SP.
- Abiquim (2006b). *Manual para Atendimento de Emergências com Produtos Perigosos*. Pró-Química, Associação Brasileira da Indústria Química. São Paulo, SP.
- Abiquim (2008). Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br>>. Acesso em: 23 fev. 2008.
- ADR (2007). *Acuerdo Europeo sobre Transporte de Mercancias Peligrosas por Carretera*. Madrid, ES.
- Alberton, A. (1996). *Uma Metodologia para Auxiliar no Gerenciamento de Riscos e na Seleção de Alternativas de Investimentos em Segurança*. Dissertação de Mestrado, UFSC. Florianópolis, SC.
- Alfinito, S. (2002). *Determinação de Atributos de Preferência do Consumidor na Escolha de uma Instituição de Ensino Superior no Distrito Federal*. Dissertação de Mestrado, UCB. Brasília, DF.
- Alvim, B. G.; Novaes, A. G. (1995). *Análise de Preferência Declarada com Experimentos de Escolha: Um Estudo de Caso para Serviços de Fretamento*. IX ANPET. São Carlos, SP.
- ANDEF (2005). *Manual de Transporte de Produtos Fitossanitários*. Associação Nacional de Defesa Vegetal. São Paulo, SP.
- Andersson, R. e Menckel, E. (1995). *On The Prevention of Accidents and Injuries – A Comparative Analysis of Conceptual Frameworks*. Accidents Analysis and Prevention, Vol. 27, no 6, pp. 757-768. New York, US.
- ANP (2008). Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 24 fev. 2008.
- ANTT (2004). *Resolução nº 420, aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos*. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Brasília, DF.
- APELL (1999). *List of Selected Accidents Involving Hazardous Substances*. Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level. Paris, France.
- Arnold, P. K. et al (1997). *Hours of Work, and Perception of Fatigue among Truck Drivers*. Accidents Analysis and Prevention, Vol. 29, no 4, pp. 471-477. London, UK.

- Asakura, Y. (2004). *Risk Assessment for Hazardous Materials Transportation in a Road Network*. The Second International Symposium on Transportation Network Reliability (INSTR). Christchurch, New Zealand.
- Baginski, L. E. (1995). *Sistema de Cadastro e Análise de Acidentes de Trânsito*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.
- Ballou, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial*. Ed. Bookman. Porto Alegre, RS.
- Bastos, L. C. (1994). *Planejamento da Rede Escolar: Uma Abordagem utilizando Preferência Declarada*. Tese de doutorado em Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis, SC.
- Ben-Akiva, M. e Lerman, S. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. MIT Press, 7ª Ed, Cambridge. USA.
- Bernstein, P. L. (1997). *Desafio aos Deuses: a Fascinante História do Risco*. Ed. Campus. Rio de Janeiro, RJ.
- Bo, H.; Long, C. R.; e Liew, Y. S. (2003). *GIS-AHP Model for Hazmat Routing with Security Considerations*. The Sixth International Conference on ITS (ITSC). Shanghai, China.
- Bowersox, D. J. (2007). *Logística Empresarial - O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento*. Ed. Atlas. São Paulo, SP.
- Brandão Filho, J. E.; Loureiro, C. F. G.; e Cavalcante, R. A. (2006a). *Avaliação de Parâmetros de Disposição a Pagar de Usuários de Transporte Público Intermunicipal através de Técnica de Preferência Declarada – Um Estudo de Caso*. XX ANPET. Brasília, DF.
- Brandão Filho, J. E.; Loureiro, C. F. G.; e Cavalcante, R. A. (2007). *Metodologia de Planejamento de Pesquisas de Preferência Declarada aplicadas em Estudos Comportamentais de Transporte Público Intermunicipal de Passageiros*. XXI ANPET. Rio de Janeiro, RJ.
- Caldas, M.A. (1995). *Assessing the Efficiency of Revealed and Stated Preference Methods for Modelling Transport Demand*. Ph.D. Thesis. School of Management., Cranfield University. Bedfordshire, UK.
- Câmara, M. T. (2006). *Uma Metodologia para Avaliação de Desempenho em Infra-Estruturas de Transporte Concedidas: Aplicação às Concessões de Rodovias Federais Brasileiras*. Dissertação de Mestrado, UnB/PPGT. Brasília, DF.

- Camargo, O.; Gonçalves, M. B.; e Lima, M. L. P. (2000). *Comparação entre as Estratégias de Ordenação e de Avaliação em Preferência Declarada Aplicadas ao Transporte de Soja no Oeste Paranaense*. XIV ANPET. Campinas-SP.
- Castiel, L. D. *Vivendo entre Exposições e Agravos: A Teoria da Relatividade do Risco*. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, III (2), pp. 237-264. Rio de Janeiro, RJ.
- Castro, A. L. C. (2002). *Glossário de Defesa Civil - Estudos de Riscos e Medicina de Desastres*. Ministério da Integração Nacional. Brasília, DF.
- CETESB (2007). *Relatório de Emergências Químicas Atendidas pela CETESB em 2006*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, SP.
- CNT (2008). Disponível em: <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: 23 fev. 2008.
- Constantino, A. A. (1997). *Otimização de escala de trabalho para Condutores de Trem: Seqüenciamento de Tarefas e Alocação baseada em Preferência Declarada*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis, SC.
- Costa, H. G; Soares, A. C.; e Oliveira, P. F. (2004). *Avaliação de Transportadoras de Materiais Perigosos Utilizando o Método Electre Tri*. Departamento de Eng. da Produção, UFF. Niterói, RJ.
- Crowl, D. A. (1995). *Introduction Toxic and Highly Toxic Chemicals*. In: Stanley S. Grossel and Daniel A. Crowl, *Handbook of Highly Toxic Materials Handling and Management*, 1a ed., Chapter 1. Marcel Dekker Inc. New York, USA.
- Dawes, R.; e Corrigan, B. (1974). *Linear Models in Decision Making*. Psychological Bulletin 81, pp 95-106. Washington, DC.
- Douglas, M. (1992). *Risk and blame: Essays in Cultural Theory*. London, UK.
- Evans, A. W. (1994). *Evaluating Public Transport and Road Safety Measures*. Accidents Analysis and Prevention, Vol. 26, nº 4, pp. 411-428. Routledge. London, UK.
- Faertes, D. (1994). *Sobre um Critério de Aceitabilidade de Riscos para Plataformas Marítimas de Petróleo*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.
- Finckel, A. M. (1996). *Comparing Risk Thoughtfully*. Franklin Pierce Law Center. Concord, USA.
- Fire World (1998). *General Principles of the First Responder Awareness Level*. Denver, USA.
- Gheorghe, A. V. (2006). *Systems Engineering Approach to Risk and Vulnerability Management of Transport Dangerous Goods*. Instituto Federal de Tecnologia. Zurique, Suíça.

- Gonçalves, M. B.; Bez, E. T.; Medeiros, H. C.; Luz, G.; e Philippi, R. C. N. (2006). Um Estudo sobre as Preferências dos Usuários do Transporte Rodoviário Interestadual de Passageiros. XX ANPET. Brasília, DF.
- Green, P.E.; e Srinivasan, V. (1978). *Conjoint Analysis in Marketing: New Development with Implications for Research and Practice*. Journal of Marketing, 54(4), pp 3-19. USA.
- Gujarati, D. N. (1995). *Basic Econometrics*. McGraw-Hill. New York, USA.
- Harwood, W. D., Viner, G. J. e Russel, R. E. (1989). *Characteristics of Accidents and Incidents in Highway Transportation of Hazardous Materials*. Transportation Research Record n. 1245, pp. 23-33. Washington, DC.
- Head, G. L. (1989). *Essentials of Risk Control*. Insurance Institute of America. Pennsylvania, USA.
- Hensher, David A. (1994). *Stated Preference Analysis of Travel Choice: The State of Practice*. Transportation, nº 21, p. 107-133. , 1994. Netherlands.
- Holanda, A. B. (1999). Novo Aurélio Século XXI: O Dicionário da Língua Portuguesa. Ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro, RJ.
- Holz, R. F; e Lima, M. L. P. (2007). Apuração das Variáveis Decisórias mais Importantes e de uma Função Utilidade na Escolha do Modo de Transporte em uma Região Produtora de Granéis Agrícolas utilizando a Técnica de Preferência Declarada. XXI ANPET. Rio de Janeiro, RJ.
- Jin, H. e Batta, R. (1997). *Objectives Derived From Viewing Hazmat Shipments as a Sequence of Independent Bernoulli Trials*. Transportation Science, Vol. 31, n. 3, pp. 252-261. Evanston, USA.
- Kerfoot, E. J., Steinmetz, D. C., Ozimeck, T. J. (1995). *Industrial Toxicology*. In: Stanley S. Grossel and Daniel A. Crawl, Handbook of Highly Toxic Materials Handling and Management, 1ª ed., Chapter 1. Marcel Dekker Inc. New York, USA.
- Kocur, G.;Adler, T.; e Ryman; W. (1982). *Guide to Forecasting Travel Demand with Direct Utility Assessment*. Resource Policy Center, Dartmouth College. Hanover, NH.
- Kroes, E. P.; e Sheldon, R. J. (1988). *Stated Preference Methods: An Introduction*. Journal of Transport Economics and Policy, Vol. XXII, nº 1, p.11-25. Bath, UK.
- Laberge-Nadeau, C. et al (1996). *Medical Conditions and the Severity of Commercial Motor Vehicle Drivers Road Accidents*. Accidents Analysis and Prevention, Vol. 28, nº 1, pp. 43-51. Montreal, Canada.

- Larrañaga, A. M.; e Nodari, C. T. (2006). *Uso de Técnicas de Preferência Declarada na Avaliação da Substituição do Carro pelo Ônibus*. XX ANPET. Brasília, DF.
- Lieggio Júnior, M. (2006). *Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos: Análise das Principais Propostas de Atualização à Portaria MT nº. 349/02*. Monografia de Especialização em Regulação de Transportes Terrestres, UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.
- Lieggio Júnior, M; Caixeta, C. L. E. F.; Bogossian, M. P.; e Granemann, S. R. (2007). *Proposta de Metodologia para Classificação de Empresas de Transporte Rodoviário de Combustíveis Líquidos*. Revista Transportes, Vol. XV, nº 2. Rio de Janeiro, RJ.
- Louviere, J. J. e Hensher, D. A. e SWAIT, J. D. (2000). *Stated Choice Methods: Analysis and Application*. Cambridge University Press. Cambridge, England.
- Magalhães, M. T. (2004). *Metodologia para Desenvolvimento de Indicadores: Uma Aplicação no Planejamento e Gestão da Política Nacional de Transportes*. Dissertação de Mestrado, UnB/PPGT. Brasília, DF.
- Martins, F. L (1995). *Transporte de Cargas e Produtos Perigosos*. Revista CIPA, nº 189, p. 78-83, Grupo Cipa. São Paulo, SP.
- Matos, O. C. (1995). *Econometria Básica: Teoria e Aplicações*. Ed. Atlas. São Paulo, SP.
- Merkhofer, M. W. (1987). *Decision Science and Social Risk Management*. D. Reidel Publishing Company. Dordrecht, Holland.
- Ministério do Fomento (2006). *Estadística de Accidentes del Año 2006*. Ministerio do Fomento. Madrid, España.
- Miranda, A. A. V. (1997). *Utilização do Método Tripod na Investigação dos Fatores Envolvidos nos Acidentes de Trânsito*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.
- Morgado, C. do R. Vaz e Brasil, F. (1998). *Gerência de Riscos*. Apostila do Curso de Especialização em Eng. de Segurança do Trabalho, DCCPU, UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.
- Moses, M. N., Savage, I. (1994). *The Effect of Firm Characteristics on Truck Accidentes.. Accidents Analysis and Prevention*, Vol. 26, nº 2, pp. 173-179. London, UK.
- MTE (2008). Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 16 jul. 2008.
- NAERG (2004). *North American Emergency Response Guidebook*. US Department of Transport. Washington, DC.
- Novaes, A. G. N. (1995). *Análise de Mercado de Serviços de Transportes com Dados de Preferência Declarada*. IX ANPET. São Carlos, SP.

- Novaes, A. G. N.; e Carvalho, M. C. (1996). *Market Share Analysis of Transport Services with Stated Preference Data*. Revista Brasileira de Tecnologia e Ciência, USP, Vol. 1, nº 1, p. 78-91. São Paulo, SP.
- Novaes, A.G.N. *et al* (1998). *Aferição do Nível de Serviço Logístico-Portuário por meio de Técnicas de Preferência Declarada*. Revista do Departamento de Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis, SC.
- ONU (2007). *Recommendation on the Transport of Dangerous Goods – Model Regulations*. United Nations – UN, 15th rev. ed. New York and Geneva.
- Ortúzar, J. D. e Willumsen, L. G. (1994). *Modelling Transport*. John Wiley and Sons. Chichester, England.
- Pegoraro, A. H. (1999). *Uma Metodologia para a Avaliação e Melhoria da Qualidade em Empresas de Serviços com o Uso de Indicadores*. Dissertação de Mestrado, UFSC. Florianópolis, SC.
- Permain, D.; Swanson, J.; Kroes, E.; e Bradley, M. (1991). *Stated Preference Techniques: A Guide to Practice*. Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group. Berkeley, USA.
- PHMSA (2008). Disponível em: < <http://www.phmsa.dot.gov>>. Acesso em: 25 fev. 2008.
- Pijawka, K. D.; Foote, S.; e Soelsilo, A. (1985). *Risk Assesment of Transporting Hazardous Material: Route Analysis and Hazard Management*. Transport Research Record nº. 1020, pp. 01-06. Washington, DC.
- Porath, R., Costa; F. J. B., Silva; V. A., Mello, M. A. S; Bicca, V. H. F.; e Nascimento, S. N. (2005). *Modelo de Análise de Risco para Classificação da Periculosidade de Rotas de Transporte de Produtos Perigosos com Uso de Procedimentos de MCDA*. 10^o Encontro Nac. de Conservação Rodoviária. Joinville, SC.
- Real, M. V. (2000). *A Informação como Fator de Controle de Riscos no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos*. Dissertação de Mestrado, COOPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.
- Rejda, G. E. (1995). *Principles of Risk Management and Insurance*. Harper Collins College Publishers, 5^a ed., Chapter 1. New York, USA.
- Rhyne, R. W. (1994). *Hazardous Materials Transportation Risk: Quantitative Approaches for Truck and Train*. Van No strand Reinhold, 254p. New York, NY.
- RSPA (1998). *Risk Based Decision Making in the Hazardous Materials Safety Program*. Research and Special Programs Administration. Washington, DC.

- RSPA (2002). *Risk Management Self-Evaluation Framework - RMSEF*. Research and Special Programs Administration. Washington, DC.
- Rumar, K. (1998). *Colletive Risk but Individual Safety*. Ergonomics, 31 (4): 507-518. USA.
- Russel, E. R. (1994). *Highway Maintenance Procedures Dealing with Hazardous Materials Using Simplified Risk Indicators and Complete Probabilistic ant Complete Risk Analyses*. Transport Research Record nº 1.264. Washington, DC.
- Saccomanno, F. F. (1993). *Uncertainty in the Estimation of Risks for the Transport of Hazardous Materials*. In: Moses, N. L. and Lindstron, D., *Transportation of Hazardous Materials*, 1ª ed., Chapter 11. Kluwer Academic Publishers. Boston, USA.
- Santos, J. L.; Schmidt, P.; e Fernandes, L. A. (2006). *Modelos de Avaliação de Empresas*. Ed. Atlas, Vol. 15. São Paulo, SP.
- Sassmaq (2008). Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br>>. Acesso em: 23 fev. 2008.
- Scalon, D. R.; e Cantilli, J. E. (1985). *Assessing the Risk and Safety in the Transportation of Hazardous Materials*. Transportation Research Board n. 1020, pp. 06-11. Washington, DC.
- Schmitz, R. (2001). *Uma Contribuição Metodológica para Avaliação da Tarifa de Pedágio em Rodovias*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis, SC.
- Senna, L. A. S.; Lindau, L. A.; e Azambuja, A. V. (1995). *Avaliando a Demanda Potencial do Trensurb através de Técnicas de Preferência Declarada*. IX ANPET. São Carlos, SP.
- SINDICOM (2008). Disponível em: <<http://www.Abiquim.org.br>>. Acesso em: 23 fev. 2008.
- Souza, J. B. (2005). *Transportando o Perigo*. Revista Proteção, nº 42, p. 24-36, MPF Publicações. Novo Hamburgo, RS.
- Souza Júnior, M. D. (1996). *Auditoria e Treinamento para Planejamentos de Emergência em Refinarias de Petróleo*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.
- Souza, O. A. (1999a). *Delineamento Experimental em Ensaios Fatoriais Utilizados em Preferência Declarada*. Tese de Doutorado, UFSC. Florianópolis, SC.
- Souza, O. A. (1999b). *Software LMPC*. UFSC. Florianópolis, SC.
- Train, K. E. (2003). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Berkeley Benefit. Environment and Planning, 9, 285-344, 1977, University of California. USA.

- USDOE (1998). *Glossary of Transportation*. U. S. Department of Energy, Washington, DC.
- Varian, H. R. (2006). *Microeconomia - Princípios Básicos - Uma Abordagem Moderna*. Ed. Campus. Rio de Janeiro, RJ.
- Verter, V. e Kara, B. Y. (2004). *Designing a Road Network for Hazardous Materials Transportation*. *Transportation Science*, vol. 38, nº 2, pp. 188–196. USA.
- Vieira, B. M. (2006). *Diagnóstico dos Principais Problemas Existentes no Transporte de Produtos Perigosos*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, MG.
- Wolter, S. e Mathias, W. F. (1996). *Projetos – Planejamento, Elaboração e Análise*. Ed. Atlas S. A. São Paulo, SP.

ANEXO 1 – FORMULÁRIO DE SELEÇÃO DOS ATRIBUTOS



Formulário de Avaliação do Grau de Importância dado aos Critérios no Processo de Escolha de uma Transportadora Rodoviária de Combustíveis Líquidos com Enfoque em Gerenciamento de Riscos

Nome (se desejar):

Dentre os critérios abaixo, selecione 5 (cinco) e indique o Grau de Importância em relação aos critérios considerados para a contratação de uma empresa transportadora de produtos perigosos, sob o ponto de vista de gerenciamento de riscos:

Grau de Importância				
Muito Importante	Importante	Mais ou menos Importante	Pouco Importante	Nada Importante
5	4	3	2	1

Critérios	Grau de Importância				
	1	2	3	4	5
Administração descentralizada					
Programa de Capacitação específico para Motoristas e Ajudantes					
Idade média dos motoristas					
Grau de instrução dos motoristas					
Utilização de critérios para contratação de motoristas					
Plano de Cargos e Salários para empregados					
Programa de Participação nos Lucros e Resultados					
Programa de Responsabilidade Social					
Programa de Qualidade dos Serviços Prestados					
Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente					
Tradição no mercado de produtos perigosos					
Política de renovação da frota					
Cuidados com a programação e planejamento dos carregamentos (coleta/entrega)					
Confiabilidade no serviço					
Integração afinada entre embarcador / transportador / destinatário					
Utilização de sistemas de roteirização					
Utilização de sistemas de rastreamento veicular					
Programa de Gerenciamento de Risco					
Sistema de armazenamento próprio					
Operação realizada com interveniência de empresas seguradoras					
Frota própria					
Idade média da frota					

Critérios	Grau de Importância				
	1	2	3	4	5
Utilização de veículos e/ou equipamentos de transporte homologados					
Programa de Manutenção da Frota					
Manutenção própria da frota					
Serviços de suporte de atendimento emergencial					
Índice de acidente por viagem					
Valor da tarifa de frete					

Há algum(ns) outro(s) critério(s) que deve(m) ser levado(s) em consideração? Qual(is)?

Muito Obrigado por sua colaboração !!!

**ANEXO 2 – FORMULÁRIO DE ORDENAÇÃO DAS
ALTERNATIVAS E DADOS DOS EMBARCADORES**



Nome (se desejar):

Escolha de Transportadora Rodoviária de Combustíveis Líquidos com Enfoque em Gerenciamento de Riscos

ETAPA 01: Informações do Embarcador

1.1 Unidade da Federação

- 1 DF
- 2 GO
- 3 MT
- 4 MS

1.3 Tipo de Expedição

- 1 Local
- 2 Regional
- 3 Nacional

1.2 Frota Necessária

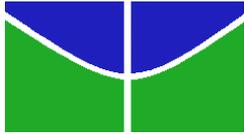
- 1 Menos que 5 veículos de carga
- 2 Entre 5 e 10 veículos de carga
- 3 Mais que 10 veículos de carga

ETAPA 02: Ordenação dos Cartões

Ordenação									
Bloco 1					Bloco 7				
Bloco 2					Bloco 8				
Bloco 3					Bloco 9				
Bloco 4					Bloco 10				
Bloco 5					Bloco 11				
Bloco 6					Bloco 12				

Muito Obrigado por sua colaboração!!!

**ANEXO 3 – FORMULÁRIO DOS DADOS RELATIVOS AOS
NÍVEIS DE SERVIÇO DAS TRANSPORTADORAS DE
COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS**



Nome (se desejar):

Transportadora Rodoviária de Combustíveis Líquidos

Por favor, preencha o questionário abaixo com os dados da empresa.

1 Idade média da frota

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | > 10 anos |
| <input type="checkbox"/> | Entre 5 e 10 anos |
| <input type="checkbox"/> | < 5 anos |

2 Índice de acidentes

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | > 5 acidentes / 10.000 viagens |
| <input type="checkbox"/> | Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens |
| <input type="checkbox"/> | < 2 acidentes / 10.000 viagens |

3 Programa de Gerenciamento de Riscos

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Totalmente terceirizado |
| <input type="checkbox"/> | Próprio, sem interveniência de seguradoras |
| <input type="checkbox"/> | Próprio, com interveniência de seguradoras |

4 Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente

- | | | |
|---|--------------------------|---|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Possui Programas, mas não há certificação externa |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Possui alguma certificação externa |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Possui certificação ISO |

5 Integridade do produto

- | | | |
|---|--------------------------|--|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Número de ocorrências indesejáveis > 5/ano |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis / ano |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Número de ocorrências indesejáveis < 2/ano |

Muito Obrigado por sua colaboração !!!

ANEXO 4 – EXEMPLOS DE CARTÕES UTILIZADOS NO EXPERIMENTO DE PD

Idade média da frota:	Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e de Meio Ambiente:	Programa de Gerenciamento de Riscos:	Integridade do produto:	Índice de acidentes:
> 10 anos 	Possui alguma certificação externa 	Próprio, sem intervenção de seguradoras 	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis /ano 	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens 

Figura A4.1: Exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD (alternativa 2).

Idade média da frota:	Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e de Meio Ambiente:	Programa de Gerenciamento de Riscos:	Integridade do produto:	Índice de acidentes:
< 5 anos 	Possui Programas, mas não há certificação externa 	Próprio, com intervenção de seguradoras 	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis /ano 	Entre 2 e 5 acidentes / 10.000 viagens 

Figura A4.2: Exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD (alternativa 9).

Idade média da frota:	Programa de Segurança, Saúde Ocupacional e de Meio Ambiente:	Programa de Gerenciamento de Riscos:	Integridade do produto:	Índice de acidentes:
Entre 5 e 10 anos 	Possui Programas, mas não há certificação externa 	Próprio, sem intervenção de seguradoras 	Entre 2 e 5 ocorrências indesejáveis /ano 	< 2 acidentes / 10.000 viagens 

Figura A4.3: Exemplo de cartão utilizado na pesquisa de PD (alternativa 13).

ANEXO 5 – RESULTADO GERAL DO EXPERIMENTO DE PD

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***

*** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***

Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,0643

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,8700	0,0875	9,9402	[0,695 ; 1,045]
PROSSOMA	0,2760	0,0731	3,7746	[0,130 ; 0,422]
PGR	0,4561	0,0769	5,9279	[0,302 ; 0,610]
IP	0,2721	0,0777	3,4997	[0,117 ; 0,428]
IACID	0,7992	0,0855	9,3438	[0,628 ; 0,970]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.

Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS

Número de Entrevistas = 240 Número de Casos = 720

F(Betas_0) = -762,7329 F(Betas_1) = -613,9475

LR (-2[F(0)-F(B)])= 297,5709

Rho = 0,1951 Rho (Ajt) = 0,1885

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***

*** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***

Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,0786

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	1,0286	0,0949	10,8405	[0,839 ; 1,218]
PROSSOMA	0,3232	0,0771	4,1941	[0,169 ; 0,477]
PGR	0,5208	0,0812	6,4141	[0,358 ; 0,683]
IP	0,3258	0,0819	3,9759	[0,162 ; 0,490]
IACID	0,9118	0,0909	10,0272	[0,730 ; 1,094]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.

Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS

Número de Entrevistas = 229 Número de Casos = 687

F(Betas_0) = -727,7743 F(Betas_1) = -547,7034

LR (-2[F(0)-F(B)])= 360,1419

Rho = 0,2474 Rho (Ajt) = 0,2406

Melhoria de Performance = 2,6 %

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,7248 *** Var = 0,1452 a

Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 4,3364 *** Var = 0,1357 -b

Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 4,1632 *** Var = 0,1938 --c

Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 3,9412 *** Var = 0,1341 ---d

Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,6987 *** Var = 0,0961 ----e

Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 3,5527 *** Var = 0,1303 -----f

Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 3,5011 *** Var = 0,0960 -----g

Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 3,3052 *** Var = 0,0886 -----h
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 3,1127 *** Var = 0,0898 -----i
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 3,1076 *** Var = 0,0874 -----ij
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 2,9151 *** Var = 0,0887 -----k
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 2,7192 *** Var = 0,0844 -----l
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,5216 *** Var = 0,0822 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 2,0816 *** Var = 0,0484 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 2,0816 *** Var = 0,0484 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

Para o *software LMPC*, considerando-se o número de entrevistas realizadas, pode-se encontrar o número de casos dos experimentos. O número de entrevistas multiplicado por $(J - 1)$ é igual ao número de casos da amostra, onde J é o número de alternativas por bloco incompleto parcialmente balanceado (SCHMITZ, 2001). Assim, tem-se que: $240 \times (4 - 1)$ é igual a 720. Ou seja, o número de casos deste experimento foi de 720.

ANEXO 6 – RESULTADOS DE SEGMENTAÇÃO DO EXPERIMENTO DE PD

A4.1) Por Unidade da Federação do Centro-Oeste brasileiro

A4.1.1) DF

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***

*** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***

Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,2243

Atributo	Coeficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,8142	0,1681	4,8440	[0,478 ; 1,150]
PROSSOMA	0,2517	0,1442	1,7451	[-0,037 ; 0,540]
PGR	0,2835	0,1504	1,8852	[-0,017 ; 0,584]
IP	0,1894	0,1518	1,2477	[-0,114 ; 0,493]
IACID	0,6602	0,1673	3,9459	[0,326 ; 0,995]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.

Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS

Número de Entrevistas = 60 Número de Casos = 180

F(Betas_0) = -190,6832 F(Betas_1) = -161,1743

LR (-2[F(0)-F(B)])= 59,0179

Rho = 0,1548 Rho (Ajt) = 0,1285

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***

*** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (5) Iterações ***

Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,2928

Atributo	Coeficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	1,0114	0,1844	5,4862	[0,643 ; 1,380]
PROSSOMA	0,3323	0,1550	2,1431	[0,022 ; 0,642]
PGR	0,3323	0,1594	2,0850	[0,014 ; 0,651]
IP	0,2725	0,1633	1,6685	[-0,054 ; 0,599]
IACID	0,7807	0,1817	4,2959	[0,417 ; 1,144]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.

Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS

Número de Entrevistas = 57 Número de Casos = 171

F(Betas_0) = -181,1491 F(Betas_1) = -142,2728

LR (-2[F(0)-F(B)])= 77,7524

Rho = 0,2146 Rho (Ajt) = 0,1870

Melhoria de Performance = 3,0 %

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,2488 *** Var = 0,5313 a
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 3,7406 *** Var = 0,4927 -b
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 3,7406 *** Var = 0,4883 -bc
 Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 3,4355 *** Var = 0,7804 ---d
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 3,2323 *** Var = 0,4728 ----e
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 3,1776 *** Var = 0,3656 -----f
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,1776 *** Var = 0,3601 -----fg
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 2,7890 *** Var = 0,3294 -----h
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 2,7890 *** Var = 0,3280 -----hi
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 2,6693 *** Var = 0,3352 -----j
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 2,6693 *** Var = 0,3358 -----jk
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,2807 *** Var = 0,3079 -----l
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 2,2807 *** Var = 0,3126 -----lm
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 1,7177 *** Var = 0,1951 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 1,7177 *** Var = 0,1951 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.1.2) GO

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,3075

Atributo	Coeficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	1,0171	0,1856	5,4786	[0,646 ; 1,388]
PROSSOMA	0,3564	0,1485	2,4005	[0,059 ; 0,653]
PGR	0,5871	0,1627	3,6083	[0,262 ; 0,913]
IP	0,3444	0,1620	2,1251	[0,020 ; 0,668]
IACID	0,8382	0,1728	4,8497	[0,493 ; 1,184]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 60 Número de Casos = 180
 F(Betas_0) = -190,6832 F(Betas_1) = -146,0456
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 89,2753
 Rho = 0,2341 Rho (Ajt) = 0,2079

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,6542 *** Var = 0,5573 a
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 4,3911 *** Var = 0,5300 -b
 Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 4,2522 *** Var = 0,7524 --c
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 3,9295 *** Var = 0,5259 ---d
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 3,6664 *** Var = 0,5180 ----e
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,6251 *** Var = 0,3625 ----ef
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 3,3943 *** Var = 0,3671 -----g
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 3,3860 *** Var = 0,3467 -----gh
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 3,1552 *** Var = 0,3393 -----i
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 3,1312 *** Var = 0,3480 -----ij
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 2,9004 *** Var = 0,3475 -----k

Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 2,8921 *** Var = 0,3374 -----kl
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,6613 *** Var = 0,3249 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 2,1261 *** Var = 0,1881 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 2,1261 *** Var = 0,1881 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.1.3) MT

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,2316

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,7985	0,1736	4,5992	[0,451 ; 1,146]
PROSSOMA	0,1155	0,1469	0,7864	[-0,178 ; 0,409]
PGR	0,4239	0,1499	2,8275	[0,124 ; 0,724]
IP	0,2140	0,1508	1,4194	[-0,088 ; 0,516]
IACID	0,8184	0,1687	4,8501	[0,481 ; 1,156]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 60 Número de Casos = 180
 F(Betas_0) = -190,6832 F(Betas_1) = -155,2085
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 70,9495
 Rho = 0,1860 Rho (Ajt) = 0,1598

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,3204

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	1,0745	0,1972	5,4494	[0,680 ; 1,469]
PROSSOMA	0,1408	0,1611	0,8739	[-0,181 ; 0,463]
PGR	0,4607	0,1652	2,7885	[0,130 ; 0,791]
IP	0,2721	0,1651	1,6478	[-0,058 ; 0,602]
IACID	1,0251	0,1878	5,4595	[0,650 ; 1,401]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 55 Número de Casos = 165
 F(Betas_0) = -174,7930 F(Betas_1) = -126,2999
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 96,9861
 Rho = 0,2774 Rho (Ajt) = 0,2488

Melhoria de Performance = 4,5 %

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,8008 *** Var = 0,6003 a
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 4,3677 *** Var = 0,5576 -b
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,8575 *** Var = 0,4058 --c
 Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 3,7974 *** Var = 0,8001 ---d
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 3,7278 *** Var = 0,5492 ----e
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 3,5376 *** Var = 0,3982 -----f
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 3,2948 *** Var = 0,5262 -----g
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 3,1619 *** Var = 0,3605 -----h
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 3,1045 *** Var = 0,3717 -----i
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 2,8419 *** Var = 0,3561 -----j
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 2,7846 *** Var = 0,3633 -----k
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 2,4089 *** Var = 0,3402 -----l
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,0889 *** Var = 0,3350 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 1,8987 *** Var = 0,2000 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 1,8987 *** Var = 0,2000 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.1.4) MS

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,2712

Atributo	Coeficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,8892	0,1774	5,0113	[0,534 ; 1,244]
PROSSOMA	0,3848	0,1476	2,6078	[0,090 ; 0,680]
PGR	0,5425	0,1534	3,5363	[0,236 ; 0,849]
IP	0,3577	0,1590	2,2490	[0,040 ; 0,676]
IACID	0,9072	0,1769	5,1276	[0,553 ; 1,261]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 60 Número de Casos = 180
 F(Betas_0) = -190,6832 F(Betas_1) = -147,1067
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 87,1530
 Rho = 0,2285 Rho (Ajt) = 0,2023

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,5201 *** Var = 0,5106 a
 Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 4,3844 *** Var = 0,6566 -b
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 4,1282 *** Var = 0,4760 --c
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 3,8130 *** Var = 0,4680 ---d
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,6038 *** Var = 0,3370 ----e
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 3,4462 *** Var = 0,3353 -----f
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 3,4211 *** Var = 0,4638 -----fg
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 3,2662 *** Var = 0,3107 -----h
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 3,1086 *** Var = 0,3076 -----i
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 3,0542 *** Var = 0,3156 -----j
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 2,8966 *** Var = 0,3093 -----k

Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 2,7166 *** Var = 0,2977 -----l
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,5590 *** Var = 0,2899 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 2,1922 *** Var = 0,1642 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 2,1922 *** Var = 0,1642 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.2) Por frota necessária

A4.2.1) Menos que 5 veículos

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,0983

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,7795	0,1128	6,9088	[0,554 ; 1,005]
PROSSOMA	0,1891	0,0960	1,9691	[-0,003 ; 0,381]
PGR	0,4064	0,1016	3,9996	[0,203 ; 0,610]
IP	0,2144	0,1017	2,1090	[0,011 ; 0,418]
IACID	0,6917	0,1105	6,2588	[0,471 ; 0,913]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 132 Número de Casos = 396
 F(Betas_0) = -419,5031 F(Betas_1) = -349,2186
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 140,5690
 Rho = 0,1675 Rho (Ajt) = 0,1556

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,1165

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,9066	0,1203	7,5343	[0,666 ; 1,147]
PROSSOMA	0,2209	0,1005	2,1990	[0,020 ; 0,422]
PGR	0,4420	0,1062	4,1604	[0,230 ; 0,655]
IP	0,2222	0,1064	2,0878	[0,009 ; 0,435]
IACID	0,7998	0,1169	6,8409	[0,566 ; 1,034]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 126 Número de Casos = 378
 F(Betas_0) = -400,4348 F(Betas_1) = -314,9842
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 170,9012
 Rho = 0,2134 Rho (Ajt) = 0,2009

Melhoria de Performance = 2,2 %

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,0756 *** Var = 0,2184 a
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 3,7192 *** Var = 0,2025 -b
 Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 3,3699 *** Var = 0,3001 --c
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 3,2770 *** Var = 0,2008 ---d
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,1703 *** Var = 0,1453 ----e
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 2,9492 *** Var = 0,1453 -----f
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 2,9205 *** Var = 0,1947 -----g
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 2,8114 *** Var = 0,1355 -----h
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 2,5927 *** Var = 0,1354 -----i
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 2,5903 *** Var = 0,1334 -----ij
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 2,3717 *** Var = 0,1341 -----k
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 2,2338 *** Var = 0,1292 -----l
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,0127 *** Var = 0,1257 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 1,6849 *** Var = 0,0750 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 1,6849 *** Var = 0,0750 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.2.2) Entre 5 e 10 veículos

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (5) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,3144

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,9807	0,1891	5,1869	[0,603 ; 1,359]
PROSSOMA	0,4458	0,1506	2,9598	[0,145 ; 0,747]
PGR	0,6483	0,1584	4,0936	[0,332 ; 0,965]
IP	0,3868	0,1622	2,3842	[0,062 ; 0,711]
IACID	0,9283	0,1777	5,2255	[0,573 ; 1,284]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.

Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS

Número de Entrevistas = 60 Número de Casos = 180

F(Betas_0) = -190,6832 F(Betas_1) = -143,5021

LR (-2[F(0)-F(B)])= 94,3623

Rho = 0,2474 Rho (Ajt) = 0,2212

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,9122 *** Var = 0,5826 a
 Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 4,8186 *** Var = 0,7412 -b
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 4,5731 *** Var = 0,5482 --c
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 4,1681 *** Var = 0,5450 ---d
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,8725 *** Var = 0,3774 ----e
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 3,8291 *** Var = 0,5342 ----ef
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 3,6700 *** Var = 0,3804 -----g
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 3,6515 *** Var = 0,3517 -----gh

Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 3,4490 *** Var = 0,3493 -----i
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 3,3309 *** Var = 0,3581 -----j
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 3,1284 *** Var = 0,3545 -----k
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 3,1099 *** Var = 0,3384 -----kl
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,9075 *** Var = 0,3296 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 2,4093 *** Var = 0,1853 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 2,4093 *** Var = 0,1853 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.2.2) Mais que 10 veículos

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,3916

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	1,0492	0,2082	5,0384	[0,633 ; 1,466]
PROSSOMA	0,3445	0,1705	2,0197	[0,003 ; 0,686]
PGR	0,3974	0,1765	2,2514	[0,044 ; 0,750]
IP	0,3245	0,1792	1,8105	[-0,034 ; 0,683]
IACID	1,0023	0,2065	4,8533	[0,589 ; 1,415]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 48 Número de Casos = 144
 F(Betas_0) = -152,5466 F(Betas_1) = -116,3733
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 72,3466
 Rho = 0,2371 Rho (Ajt) = 0,2044

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,8449 *** Var = 0,7244 a
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 4,2201 *** Var = 0,6683 -b
 Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 4,1375 *** Var = 0,9717 --c
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 4,1141 *** Var = 0,6602 --cd
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,7758 *** Var = 0,4811 ----e
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 3,7228 *** Var = 0,4806 ----ef
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 3,4893 *** Var = 0,6427 -----g
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 3,1908 *** Var = 0,4383 -----h
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 3,1378 *** Var = 0,4358 -----i
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 3,0980 *** Var = 0,4433 -----ij
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 3,0450 *** Var = 0,4354 -----k
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 2,5130 *** Var = 0,4173 -----l
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,4600 *** Var = 0,4075 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 2,0687 *** Var = 0,2429 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 2,0687 *** Var = 0,2429 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.3) Por tipo de expedição

A4.3.1) Local

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***

*** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (5) Iterações ***

Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,0880

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,7307	0,1099	6,6496	[0,511 ; 0,951]
PROSSOMA	0,1421	0,0960	1,4793	[-0,050 ; 0,334]
PGR	0,3408	0,1002	3,4014	[0,140 ; 0,541]
IP	0,1233	0,0984	1,2526	[-0,074 ; 0,320]
IACID	0,6755	0,1086	6,2197	[0,458 ; 0,893]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.

Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS

Número de Entrevistas = 132 Número de Casos = 396

F(Betas_0) = -419,5031 F(Betas_1) = -354,7630

LR (-2[F(0)-F(B)])= 129,4802

Rho = 0,1543 Rho (Ajt) = 0,1424

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***

*** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***

Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,1007

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	0,8209	0,1159	7,0856	[0,589 ; 1,053]
PROSSOMA	0,1437	0,1002	1,4341	[-0,057 ; 0,344]
PGR	0,306	0,1047	3,6351	[0,171 ; 0,590]
IP	0,125	0,1021	1,2397	[-0,078 ; 0,331]
IACID	0,7611	0,1134	6,7136	[0,534 ; 0,988]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.

Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS

Número de Entrevistas = 126 Número de Casos = 378

F(Betas_0) = -400,4348 F(Betas_1) = -323,1296

LR (-2[F(0)-F(B)])= 154,6104

Rho = 0,1931 Rho (Ajt) = 0,1806

Melhoria de Performance = 1,8 %

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 3,6884 *** Var = 0,1913 a

Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 3,2906 *** Var = 0,1764 -b

Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 2,8503 *** Var = 0,1270 --c

Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 2,8239 *** Var = 0,2699 ---d

Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 2,8169 *** Var = 0,1751 ---de

Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 2,6134 *** Var = 0,1263 -----f
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 2,4869 *** Var = 0,1217 -----g
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 2,4192 *** Var = 0,1686 -----h
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 2,2501 *** Var = 0,1201 -----i
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 2,2157 *** Var = 0,1171 -----j
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 1,9788 *** Var = 0,1152 -----k
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 1,8523 *** Var = 0,1158 -----l
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 1,6155 *** Var = 0,1130 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 1,4120 *** Var = 0,0675 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 1,4120 *** Var = 0,0675 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.3.2) Regional

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,4040

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	1,2465	0,2105	5,9208	[0,825 ; 1,668]
PROSSOMA	0,5441	0,1535	3,5454	[0,237 ; 0,851]
PGR	0,7485	0,1648	4,5423	[0,419 ; 1,078]
IP	0,6142	0,1715	3,5809	[0,271 ; 0,957]
IACID	1,2331	0,1949	6,3270	[0,843 ; 1,623]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 60 Número de Casos = 180
 F(Betas_0) = -190,6832 F(Betas_1) = -126,9853
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 127,3958
 Rho = 0,3341 Rho (Ajt) = 0,3078

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 6,2796 *** Var = 0,8937 a
 Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 6,2517 *** Var = 0,7600 ab
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 5,8372 *** Var = 0,7165 --c
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 5,4283 *** Var = 0,6953 ---d
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 5,0753 *** Var = 0,4981 ----e
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 5,0139 *** Var = 0,6770 -----f
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 4,8708 *** Var = 0,4946 -----g
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 4,5206 *** Var = 0,4358 -----h
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 4,4564 *** Var = 0,4626 -----i
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 4,3162 *** Var = 0,4257 -----j
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 4,2519 *** Var = 0,4543 -----k
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 3,9018 *** Var = 0,4090 -----l
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 3,6973 *** Var = 0,3940 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 3,1398 *** Var = 0,2234 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 3,1398 *** Var = 0,2234 -----no

Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade

A4.3.3) Nacional

*** LOGIT MULTINOMIAL COM PPROBABILIDADE CONDICIONAL ***
 *** Método de Newton-Raphson - Ponto Máximo com (6) Iterações ***
 Eficiência = 0,8000 *** QMR = 0,3877

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t	IC.(t=2,5%)
IMFROTA	1,0284	0,2105	4,8856	[0,607 ; 1,449]
PROSSOMA	0,4314	0,1674	2,5775	[0,097 ; 0,766]
PGR	0,5380	0,1757	3,0619	[0,187 ; 0,889]
IP	0,4320	0,1845	2,3414	[0,063 ; 0,801]
IACID	0,7940	0,1984	4,0025	[0,397 ; 1,191]

Obs.: A eficiência já está incluída na Variância.
 Transformação: DADOS NÃO TRANSFORMADOS
 Número de Entrevistas = 48 Número de Casos = 144
 F(Betas_0) = -152,5466 F(Betas_1) = -119,3099
 LR (-2[F(0)-F(B)])= 66,4734
 Rho = 0,2179 Rho (Ajt) = 0,1851

Teste de Comparação de Alternativas.

Alternativa 12 => (2 1 1 0 2) = 4,6143 *** Var = 0,7173 a
 Alternativa 3 => (0 2 2 2 2) = 4,3907 *** Var = 0,9208 -b
 Alternativa 9 => (2 0 2 1 1) = 4,3588 *** Var = 0,6653 -bc
 Alternativa 11 => (2 2 0 1 1) = 4,1456 *** Var = 0,6776 ---d
 Alternativa 10 => (2 1 1 2 0) = 3,8902 *** Var = 0,6651 ----e
 Alternativa 13 => (1 0 1 1 2) = 3,5865 *** Var = 0,4605 -----f
 Alternativa 6 => (1 1 0 1 2) = 3,4799 *** Var = 0,4723 -----g
 Alternativa 14 => (1 1 2 0 1) = 3,3298 *** Var = 0,4282 -----h
 Alternativa 5 => (1 0 1 2 1) = 3,2244 *** Var = 0,4423 -----i
 Alternativa 7 => (1 2 1 0 1) = 3,2232 *** Var = 0,4311 -----ij
 Alternativa 16 => (1 1 0 2 1) = 3,1178 *** Var = 0,4431 -----k
 Alternativa 8 => (1 1 2 1 0) = 2,9677 *** Var = 0,4197 -----l
 Alternativa 15 => (1 2 1 1 0) = 2,8611 *** Var = 0,4115 -----m
 Alternativa 2 => (0 1 1 1 1) = 2,1953 *** Var = 0,2302 -----n
 Alternativa 4 => (0 1 1 1 1) = 2,1953 *** Var = 0,2302 -----no
 Alternativa 1 => (0 0 0 0 0) = 0,0000 *** Var = 0,0000 -----p
 * Letras diferentes indica diferença significativa a 5% de probabilidade