

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE RISCOS A
ATIVIDADES DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE
CARGA GERAL**

Juliana da Silva e Sousa Heinrich

Orientadora Profa. Dra. Maria Lucia Galves

Campinas, SP

2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE RISCOS A
ATIVIDADES DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE
CARGA GERAL**

Juliana da Silva e Sousa Heinrich

Orientadora Profa. Dra. Maria Lucia Galves

Dissertação de Mestrado apresentada à
Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da
Universidade Estadual de Campinas, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Civil, na área de
concentração em Transportes.

Campinas, SP

2004

Atesto que essa é a versão definitiva da
dissertação/tese.

Prof. Dr. 

Prof.ª Dra. **LUCILA CHEBEL LABAKI**
Coordenadora de Pós-Graduação

NIDADE	BC
º CHAMADA	
	T/UNICAMP
	H364a
	EX
OMBO BCI	61496
ROC.	16-06-05
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
REÇO	11.010
ATA	04.1-05
º CPD	

Bib id 335999

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

H364a
4

Heinrich, Juliana da Silva e Sousa

Aplicação da análise de riscos a atividades do transporte rodoviário de carga geral / Juliana da Silva e Sousa Heinrich. --Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Maria Lucia Galves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo.

1. Transporte rodoviário. 2. Avaliação de riscos. 3. Administração de riscos. 4. Logística. 5. Armazenamento e transporte de cargas. I. Galves, Maria Lucia. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

**Aplicação da Análise de Riscos a Atividades do Transporte Rodoviário de
Carga Geral**

Eng^a. Juliana da Silva e Sousa Heinrich

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Prof^a. Dr^a. Maria Lucia Galves
Presidente e Orientadora / UNICAMP



Prof. Leonardo Ensslin, Ph.D.
UFSC



Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Júnior
UNICAMP

Campinas, 19 de fevereiro de 2004.

191705000

*Ao meu amado esposo William
que carinhosamente me apóia.*

Agradecimentos

“Dar-te-ei graças, Senhor, Deus meu, de todo coração, e glorificarei para sempre o teu nome.” Salmo 86:11

À Glorinha por ter direcionado o caminho com muito amor.

Ao Guto, Heitor e Léo por terem suportado a saudade.

À Maria Lucia Galves pelo carinho, sabedoria e por ter me ensinado a dar um passo de cada vez me apoiando nos momentos mais difíceis.

À família que Deus me deu quando nasci (Sousa), quando me mudei (Beraca) e quando me casei (Heinrich). Amo todos vocês.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Justificativa e Importância	01
1.2 Objetivo	02
1.3 Estrutura do texto	03
2 TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS	04
2.1 Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil	04
2.2 Transporte Rodoviário de Cargas na Logística	06
2.3 Atividades do Transporte Rodoviário de Cargas	09
3 RISCO, GERENCIAMENTO E ANÁLISE DE RISCOS	14
3.1 Termos e Definições	14
3.2 Aplicações de GRIS	21
3.2.1 Engenharia e Medicina	22
3.2.2 Operações Militares	23
3.2.3 Instituições Financeiras	29
3.2.4 Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos	29
3.3 Identificação de Perigos	34
3.3.1 <i>What- If</i>	34
3.3.2 Lista de Verificação	36
3.3.3 Análise de Modo de Falha e Efeito	37
3.3.4 Análise de Operabilidade e Perigos	42
3.4 Avaliação de Riscos	45
3.4.1 Análise da Árvore de Falhas	47
3.4.2 Análise da Árvore de Eventos	51
3.5 Tomada de Decisão	52
3.6 Supervisão	52
4 APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE RISCOS	53
4.1 Definição dos Limites do Sistema	53

4.2 Definição dos Objetivos	56
4.3 Descrição das Atividades	57
4.3.1 Roteirização	57
4.3.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas	61
4.3.3 Preparação de veículos	62
4.3.4 Escolha e preparação de motoristas	63
4.3.5 Monitoramento de frota	64
4.4 Identificação de Perigos	67
4.4.1 Roteirização	68
4.4.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas	69
4.4.3 Preparação de veículos	70
4.4.4 Escolha e preparação de motoristas	77
4.4.5 Monitoramento de frota	82
4.5 Avaliação de Riscos	83
4.5.1 Análise das conseqüências	84
4.5.1.1 Roteirização	84
4.5.1.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas	84
4.5.1.3 Preparação de veículos e Escolha e preparação de motoristas	85
4.5.1.4 Monitoramento de frota	87
4.5.2 Estimativa de Probabilidades	88
4.5.2.1 Roteirização	89
4.5.2.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas	90
4.5.2.3 Monitoramento de frota	91
4.5.3 Árvore de Falhas	92
4.5.4 Comentários sobre as árvores de falhas	99
4.6 Sugestões para a redução de perigos	100
5 CONCLUSÕES	105
ANEXO A: Questionários sobre a execução das atividades	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: Cadeia de suprimentos e distribuição física	8
FIGURA 3.1: Procedimento de análise de riscos	20
FIGURA 3.2: Gerenciamento de riscos em operações militares	28
FIGURA 3.3: Gerenciamento de riscos em transporte rodoviário de produto perigoso	32
FIGURA 3.4: Funcionamento de um tanque de estocagem	39
FIGURA 3.5: Modelo geral de risco	47
FIGURA 3.6: Árvore de falhas para o transporte de produtos perigosos	50
FIGURA 3.7: Modelo de Árvore de eventos	51
FIGURA 4.1: Árvore geral de falhas	94
FIGURA 4.2: Árvore de falhas para planejamento do transporte	95
FIGURA 4.3: Árvore de falhas para atraso em alguma etapa	96
FIGURA 4.4: Árvore de falhas para acidente de trânsito	97
FIGURA 4.5: Árvore de falhas para roubo	98

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: Atividades e fatores que influenciam o TRC	13
TABELA 3.1: Código de avaliação de riscos	26
TABELA 3.2: Resumo dos métodos de identificação de perigos e avaliação de riscos	33
TABELA 3.3: Exemplo do Método <i>What-If</i>	35
TABELA 3.4: Exemplo de lista de verificação	37
TABELA 3.5: Exemplo de FMEA	41
TABELA 3.6: Guia de palavras para HAZOP	43
TABELA 3.7: Exemplo do método HAZOP	44
TABELA 3.8: Simbologia da análise de árvore de falhas	49
TABELA 4.1: Aplicação de FMEA à atividade de roteirização	69
TABELA 4.2: Aplicação de FMEA à atividade de escalas de veículos, motoristas e cargas	70
TABELA 4.3: Lista de verificação das condições do veículo ao retornar de viagem	72
TABELA 4.4: Lista de verificação para manutenção preventiva do tipo A/B	73
TABELA 4.5: Lista de verificação para manutenção preventiva do tipo C	75
TABELA 4.6: Aplicação de FMEA à atividade de escolha e preparação de motoristas	78
TABELA 4.7: Registro dos acidentes ocorridos de janeiro a dezembro de 2002	80
TABELA 4.8: Registro dos roubos ocorridos de janeiro de 2002 a março de 2003	81
TABELA 4.9: Lista de verificação dos componentes do sistema de monitoramento	82
TABELA 4.10: Aplicação de FMEA à atividade de monitoramento	83
TABELA 4.11: Número de acidentes por mês	85
TABELA 4.12: Número de acidentes por tipo	86
TABELA 4.13: Número de acidentes por causa	86
TABELA 4.14: Número e valor de roubos por mês	86
TABELA 4.15: Sugestão de lista de verificação para identificação de defeitos mecânicos	102

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa e Importância

A participação do Transporte Rodoviário de Cargas (TRC), no Brasil, representa 62,4% do transporte nacional de cargas (CNT, 2002). O TRC é executado por empresas de transportes, por pessoas físicas que prestam serviços a terceiros com veículo próprio (carreiros), por transportadores individuais (pessoas físicas que utilizam veículo próprio no TRC de forma complementar à sua atividade principal, ex.: empreiteiro, fazendeiro, sitiante etc.) e também por empresas de carga própria (utilizam veículos próprios, ou terceirizados, para o transporte rodoviário de bens ou produtos que produzem em suas atividades principais, que podem ser industriais, comerciais, agrícolas etc.).

Os tipos de cargas movimentadas são variados, compreendendo cargas gerais (roupas, alimentos enlatados, materiais de papelaria, pneus, materiais de limpeza, cigarros, bebidas etc.); líquidas (leite, sucos etc.); sólidas a granel (soja, areia, pedras etc.); especiais (materiais eletrônicos, eletrodomésticos, fármacos); mudanças (móveis), excepcionais ou indivisíveis (animais); perigosas (combustível etc.); cargas sob temperatura controlada (carnes, alimentos perecíveis etc.); transporte de automóveis e contêiner (quando levado para o porto).

Devido a essa grande movimentação de cargas e à grande participação do TRC no transporte nacional, observa-se o aumento das situações que colocam as mercadorias em risco de serem avariadas ou assaltadas e, conseqüentemente, não chegarem ao seu destino no tempo previsto e nas condições solicitadas pelo consumidor.

Por volta da década de 80, os roubos de cargas começaram a ganhar notoriedade, a ponto do governo criar uma taxa conhecida por adicional de emergência (ADEME), com caráter provisório, pois ainda se acreditava ser essa uma situação passageira. Nessa mesma época, não existiam grandes preocupações por parte dos transportadores e embarcadores em aumentar os investimentos em medidas de segurança. A maior

preocupação na época era a escolha da melhor rota, ou mais rápida, e a chegada da mercadoria na data solicitada pelo destinatário.

Considerando apenas o risco da mercadoria ser roubada, houve um grande aumento, por parte das transportadoras, no investimento em medidas excepcionais de gerenciamento de riscos (o que era feito antigamente como prevenção de roubos, não estava sendo suficiente). Segundo a Confederação Nacional de Transportes - CNT (2002), o prejuízo com roubos de cargas no Brasil em 1992 era de US\$11 milhões e em 1999 foi de US\$300 milhões, ou seja, em menos de 10 anos um crescimento de mais de 2500%. De acordo com a Associação Brasileira dos Transportadores de Carga - ABTC (2000), o roubo de cargas já onera o custo do frete em 20%. Isso aumentou a preocupação do governo e passou a fazer parte do Plano de Segurança Nacional. Existe um interesse por parte do Governo Federal em intensificar a fiscalização sobre os receptadores, ampliar ações de patrulhamento e redefinir a localização dos postos de polícia rodoviária federal em lugares mais críticos.

Com relação aos riscos do veículo sofrer acidente, é necessário considerar as condições dos condutores, dos veículos e das vias. Segundo o Instituto Nacional de Segurança no Trânsito - INST (2001), mais de 200 pessoas morrem mensalmente nas rodovias paulistas devido à má habilitação, à falta de conhecimento por parte dos condutores em avaliar risco e sair de uma situação de emergência e devido à falta de manutenção preventiva nos veículos.

1.2 Objetivo

O objetivo central do trabalho é desenvolver uma aplicação da Análise de Riscos para o transporte rodoviário de carga geral realizado por empresas de transporte. Pretende-se, nessa análise, identificar perigos e avaliar riscos que possam comprometer a carga, o veículo e o motorista, auxiliando a tomada de decisão e a implantação de medidas a favor da segurança no transporte desse tipo de carga.

Na aplicação da Análise de Riscos, serão consideradas as atividades de deslocamento da carga envolvidas no fluxo do transporte, desde a etapa de escolha de rotas até a entrega da carga em seu destino final.

A abordagem será feita tendo em vista a atuação de empresas prestadoras de serviço de transporte rodoviário de carga geral. Isso devido ao grande volume de carga movimentado por esse tipo de prestadora e por elas estarem organizadas sob forma societária prevista por lei. Como exemplo de carga geral tem-se: alimentos não perecíveis, materiais de limpeza, eletrodomésticos, materiais eletrônicos, cigarro, roupas, sapatos, material de papelaria, pneus etc.

1.3 Estrutura do texto

O texto está estruturado em 5 capítulos resumidos a seguir.

O 1º capítulo apresenta a importância do trabalho e o seu objetivo.

O 2º capítulo faz um estudo sobre a condição do TRC no Brasil, mostrando sua atuação dentro do Sistema Logístico. São abordadas também as etapas do seu funcionamento.

O 3º capítulo apresenta a definição de risco, gerenciamento e análise de riscos. Detalha cada uma das etapas a serem abordadas na aplicação da Análise de Riscos, juntamente com alguns métodos utilizados para a aplicação de suas etapas.

O 4º capítulo apresenta a aplicação da Análise de Riscos realizada em uma empresa, detalhando as atividades estudadas, a identificação de perigos para cada uma delas, a análise das conseqüências, árvores de falhas e algumas sugestões para a empresa.

O 5º capítulo apresenta as conclusões do trabalho.

2 TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

2.1 Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil

Com a intenção de promover a ocupação territorial e a interiorização do Brasil, o investimento em rodovias foi um fator importante no desenvolvimento econômico e social do país a partir da década de 50. Isso favoreceu, e ainda favorece, o modal rodoviário que no Brasil é o maior responsável pelo transporte de cargas, 62%, e o de passageiros, 96% (CNT- 2002).

O Brasil hoje conta com uma frota de 1.836.203 veículos de carga registrados até o ano de 2000, transportando 451.370×10^6 toneladas - quilômetro de carga. Segundo a Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes - GEIPOT (2000), a frota está distribuída, por regiões do país, da seguinte forma:

- Norte : 70.541 veículos;
- Nordeste : 237.984 veículos;
- Sudeste : 911.891 veículos;
- Sul : 465.840 veículos; e
- Centro- Oeste: 149.947 veículos.

Além da grande frota de veículos de carga, o país possui uma grande extensão de rodovias (pavimentadas e não pavimentadas) com 1.724.924 quilômetros – GEIPOT (2000). Em comparação a outros países, o Brasil está atrás apenas dos Estados Unidos, mas na frente, inclusive, de países maiores, como o Canadá e a China. Cabe observar, entretanto, que a extensão de rodovias brasileiras pavimentadas é muito pequena: pouco mais de 150.000 km, de acordo com a Confederação Nacional de Transportes – CNT(2002).

Em 2001, foi feita uma pesquisa pela CNT que avaliou 45.294 quilômetros de rodovias pavimentadas no Brasil. Das 70 ligações rodoviárias avaliadas, 68,8 % delas, equivalente a 31.000 quilômetros, foram classificadas como deficientes, ruins ou péssimas.

Apenas 31,2% das estradas foram consideradas como ótimas ou boas. No quesito sinalização, a pesquisa mostrou que 61,6% das rodovias tiveram avaliação positiva. Em contrapartida não se perceberam melhoras, ou grandes investimentos por parte do governo, de 2000 para 2001, nas condições de engenharia ou segurança das rodovias.

Para conseguir atender à grande demanda pelo transporte de cargas no país, foi constatada, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1997), a existência de 5169 empresas transportadoras de carga. Essas empresas variam entre microempresa (até 9 funcionários), pequena empresa (entre 10 a 49 funcionários), média empresa (entre 50 e 99 funcionários) e grande empresa (100 ou mais funcionários). Segundo a CNT (2002), as empresas transportam mais de um tipo de carga, sendo os graneis sólidos a carga mais transportada pelas micro (cerca de 47,4%), pequenas (31,4%) e médias (31,1%) empresas. As cargas mais transportadas pelas grandes empresas são as fracionadas (32,5%).

No Brasil, ainda existe uma grande diferença entre a quantidade de carga transportada pelo modal rodoviário em relação aos outros modais de transporte. Enquanto as rodovias levam 62,4% da nossa carga, segundo o GEIPOT (2000), as ferrovias são responsáveis por 21,9%, as hidrovias por 11,5%, as dutovias por 3,9% e o modal aeroviário por 0,3% do transporte de cargas.

É possível acreditar que medidas como a privatização da malha ferroviária, investimentos do Governo Federal no modal hidroviário e arrendamento dos terminais portuários para a iniciativa privada possam provocar um crescimento da participação dos modais ferroviário e hidroviário na matriz de transporte brasileira. No caso das ferrovias, a privatização pode ter contribuído para o aumento da competitividade no setor. Já no modal hidroviário, houve uma melhora nas condições de navegabilidade com os investimentos do governo, uma redução dos custos da operação portuária com o arrendamento e a viabilização da navegação de cabotagem com novos investimentos no setor.

Mas, ainda com esse aumento da fatia de outros modais no setor de transporte de cargas, é possível encontrar espaço para investimentos no transporte rodoviário, visando à

melhora das condições do pavimento das vias, das condições de segurança e o aumento de suas capacidades.

2.2 Transporte Rodoviário de Cargas na Logística

Transportar cargas é o simples fato de deslocar matéria-prima ou produto acabado entre dois pontos geográficos. Mas, por trás desse deslocamento, existe uma série de atividades envolvidas que são imprescindíveis para que esse deslocamento ocorra da melhor maneira possível.

Considerando o Transporte dentro de um contexto maior, pode-se caracterizá-lo como uma atividade intermediária que colabora para a concretização de uma cadeia de atividades.

Esse contexto maior é conceituado, por alguns autores, como sendo o sistema industrial como um todo. ALVARENGA e NOVAES (1994) acreditam que existem dois sub-sistemas dentro desse ambiente industrial, além da produção propriamente dita, que estão diretamente relacionados com o Transporte. Um deles se preocupa diretamente com os interesses do consumidor – Marketing; o outro tem a responsabilidade de definir como esses interesses serão atendidos – Logística.

A solicitação do Transporte de Cargas surge com a necessidade do consumidor em obter algum bem ou produto, e esse encaminhamento (a pesquisa de mercado, a venda e a comunicação) é feito pelo Marketing. A atuação do Transporte em termos de modal, prazos, frota e estoque é definida pela Logística.

“Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor” (Conselho Norte Americano Logístico, apud NOVAES, 2001, p. 36).

Neste processo de planejamento, implementação e controle existem, a princípio, duas preocupações: a de suprir a manufatura com matéria-prima e componentes e a de distribuir fisicamente os produtos, desde sua solicitação até o destino final. Para isso, constituem-se a Logística de Suprimentos e a Logística de Distribuição Física como partes do sub-sistema Logística.

Na Logística de Suprimentos, o papel do TRC é o de abastecer o local de manufatura com matéria-prima ou componentes. A Logística de Distribuição Física utiliza o TRC para as atividades de varejo, deslocando o produto acabado até o consumidor final.

A Logística de Suprimentos e a Logística de Distribuição Física fazem parte da Cadeia de Suprimentos. NOVAES (2001) apresenta a Cadeia de Suprimentos com os seguintes componentes:

- Suprimento da Manufatura: a manufatura é abastecida com matérias-primas, componentes pré-montados ou componentes soltos, para a fabricação do produto;
- Manufatura: onde ocorre a fabricação do produto, podendo ter várias etapas;
- Distribuição Física: depois de pronto, o produto é levado para depósitos ou Centros de Distribuição (CD). Essa operação é conhecida por Distribuição Física “um para um”, também chamada de Transferência. Posteriormente, o envio é feito para as lojas de varejo, ou diretamente ao consumidor, pela operação conhecida por Distribuição Física “um para muitos”;
- Varejo: representa as lojas de varejo, podendo ser em cadeia ou firmas diversas;
- Consumo: é o fim da cadeia de suprimentos, responsável por todos os componentes existirem;
- Transporte: é o intermediário, responsável por suprir as necessidades de cada etapa a ser cumprida na cadeia de suprimentos.

A figura 2.1 apresenta um esquema da Cadeia de Suprimentos e de Distribuição.

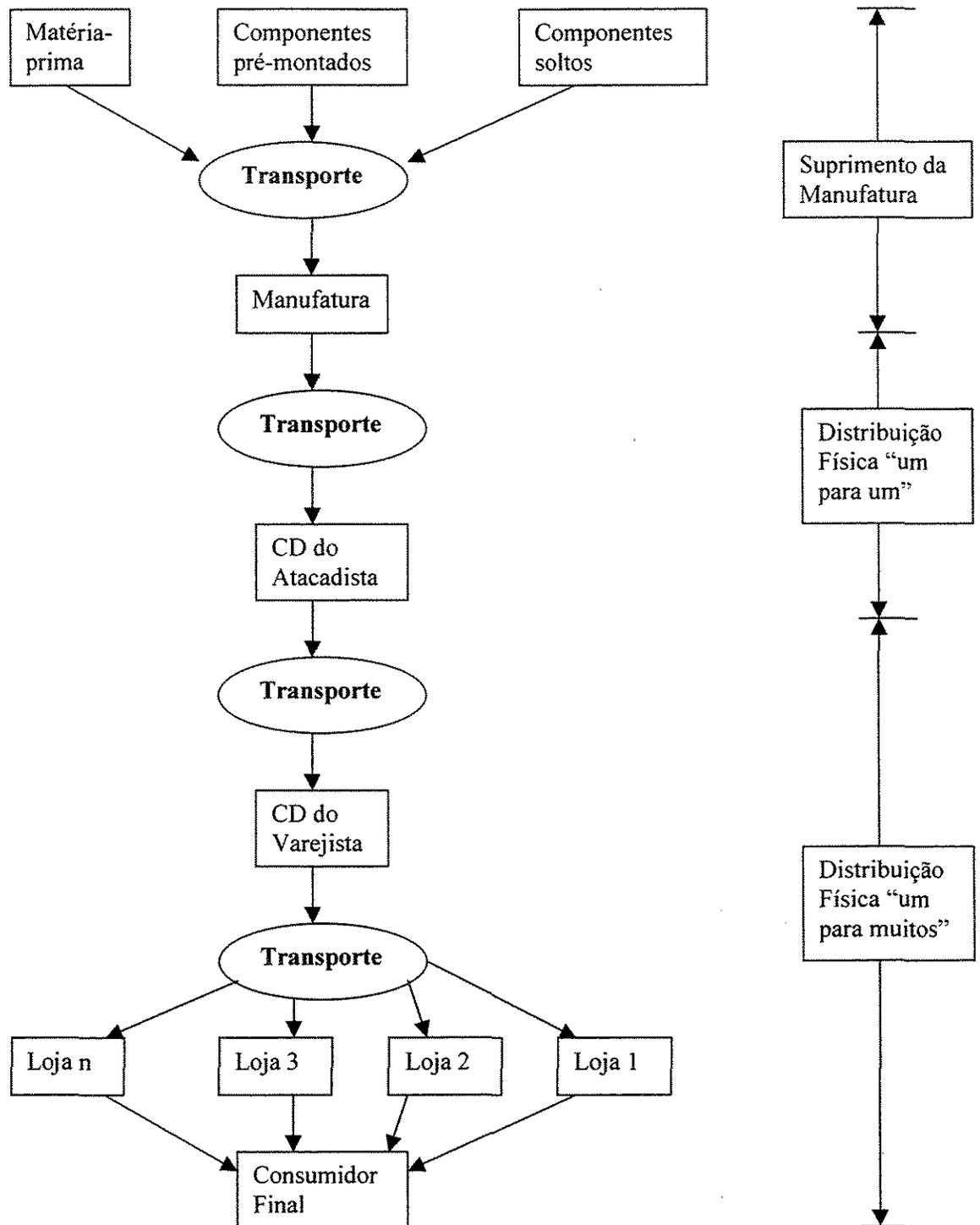


Figura 2.1: Cadeia de suprimentos e distribuição física
 Fonte: NOVAES (2001), adaptado.

2.3 Atividades do Transporte Rodoviário de Cargas

Para que o deslocamento de produtos ou matéria-prima seja efetuado pelo TRC, tanto por operação de Transferência quanto por operação de Distribuição, são necessárias diversas atividades:

- Carregamento;
- Descarregamento;
- Definição de rotas;
- Definição de horários de viagem;
- Escolha do veículo apropriado;
- Preparação do veículo;
- Escolha e preparação do motorista;
- Monitoramento do veículo/ frota;
- Serviços de informação variados (coordenadas geográficas, cadastro de clientes, produto a ser entregue, horário de entrega etc.); e
- Transporte propriamente dito.

A Transferência é um tipo de operação realizada com carregamento em lotação completa. Seu custo depende da distância de viagem e da quantidade de carga. A Distribuição Física é um tipo de operação com carregamento diversificado, não necessariamente em lotação completa, onde os roteiros são compartilhados por vários clientes. Essas diferenças entre Distribuição e Transferência contribuem para que as atividades citadas acima sejam diferentes em cada operação.

Por exemplo, o carregamento e o descarregamento de um veículo de Transferência não são iguais aos de um veículo de Distribuição. Na primeira operação, as atividades são bem mais rápidas, por se tratar de um mesmo tipo de carga. Pelo mesmo motivo, o aproveitamento do espaço do caminhão também é bem maior. A definição de rotas é outro exemplo. Por causa da característica de pulverização da carga em regiões, a roteirização da carga na Distribuição é mais minuciosa.

Esse conjunto de atividades, que compõe o TRC, é influenciado por alguns fatores no decorrer da sua execução. Segundo NOVAES (2001), a Operação de Transferência é influenciada por 14 fatores e a Operação de Distribuição Física é influenciada por 15 fatores.

Para a Transferência são os seguintes:

- Distância entre origem e destino;
- Velocidade operacional;
- Tempo de carga/descarga;
- Tempo porta a porta;
- Quantidade ou volume de carregamento;
- Disponibilidade de carga de retorno;
- Densidade da carga;
- Dimensões e morfologia das unidades transportadas;
- Valor unitário;
- Acondicionamento;
- Grau de fragilidade;
- Grau de periculosidade;
- Compatibilidade entre produtos de natureza diversa; e
- Custo global.

E para a Distribuição são os seguintes:

- Divisão da região a ser atendida em zonas ou bolsões de entrega;
- Distância entre o Centro de Distribuição e o bolsão de entrega;
- Velocidades operacionais médias;
- Tempo de parada em cada cliente;
- Tempo de ciclo (para completar um roteiro e voltar ao depósito);
- Frequência das visitas às lojas;
- Quantidade de mercadoria;
- Densidade da carga;

- Dimensões e morfologia das unidades transportadas;
- Valor unitário;
- Acondicionamento;
- Grau de fragilidade;
- Grau de periculosidade;
- Compatibilidade entre produtos de natureza diversa; e
- Custo global.

Apresentam-se, a seguir, as principais influências desses fatores nas atividades do TRC, valendo tanto para Transferência quanto para Distribuição Física, também resumidas na tabela 2.1.

- Distância de deslocamento (entre fábricas e CD ou entre CD e bolsões de entrega): influencia a escolha do tipo de veículo, a definição de rotas, a escolha e preparação do motorista;
- Velocidade Operacional (velocidade média entre origem e destino, descontando o tempo de carga e descarga): condicionada pelas características da estrada, influencia o monitoramento do veículo e a definição de rotas;
- Tempo de carga e descarga (inclui tempo gasto na pesagem, conferência e emissão de documentos): influencia o carregamento e descarregamento, escolha e preparação do veículo, horário de entrega e definição de horário de viagem;
- Acondicionamento: influencia a escolha e preparação do veículo, o carregamento e descarregamento;
- Tempo porta a porta: influencia a definição de rotas, horário de entrega e escolha do veículo;
- Quantidade transportada: influencia a escolha e preparação do veículo, o carregamento e descarregamento e o monitoramento de frotas;
- Carga de retorno: influencia a escolha do veículo, a definição de horário de viagem e a definição de rotas;

- Densidade: influencia a escolha e preparação do veículo, o carregamento e descarregamento;
- Dimensões e morfologia das unidades transportadas: influencia a escolha e preparação do veículo, o carregamento e descarregamento;
- Valor unitário: influencia a escolha e preparação do veículo, o monitoramento da frota, a definição de rotas e horários de viagem;
- Grau de fragilidade: influencia o carregamento e descarregamento, a escolha e preparação do veículo;
- Grau de periculosidade: influencia a escolha e preparação do veículo, a escolha e preparação do motorista, o carregamento e descarregamento;
- Compatibilidade entre produtos de natureza diversa: influencia a escolha e preparação do veículo, o carregamento e descarregamento; e
- Custo global: influencia todas as etapas que possuem alguma limitação de custo pela empresa.

A tabela 2.1 resume as atividades e os fatores que influenciam o TRC, exceto a atividade de transporte propriamente dito, que é influenciada por todas as outras atividades.

Atividade	Fator
Carregamento	Tempo de carga e descarga
	Acondicionamento
	Quantidade transportada
	Densidade
	Dimensões e morfologia das unidades transportadas
	Grau de fragilidade
	Grau de periculosidade
	Compatibilidade entre produtos de natureza diversa.
Descarregamento	Tempo de carga e descarga
	Acondicionamento
	Quantidade transportada
	Densidade
	Dimensões e morfologia das unidades transportadas
	Grau de fragilidade
	Grau de periculosidade
	Compatibilidade entre produtos de natureza diversa.
Definição de rotas	Distância de deslocamento
	Velocidade operacional
	Tempo porta a porta
	Carga de retorno
	Valor unitário
Definição de horários de viagem	Tempo de carga e descarga
	Carga de retorno
	Valor unitário
Escolha e preparação de veículo	Distância de deslocamento
	Tempo de carga e descarga
	Acondicionamento
	Tempo porta a porta
	Quantidade transportada
	Carga de retorno
	Densidade
	Dimensões e morfologia das unidades transportadas
	Valor unitário
	Grau de fragilidade
	Grau de periculosidade
	Compatibilidade entre produtos de natureza diversa
Escolha e preparação de motorista	Distância de deslocamento
	Grau de periculosidade
Monitoramento do veículo/frota	Velocidade operacional
	Quantidade transportada
	Valor unitário
Serviços de informação variados (coordenadas geográficas, cadastro de clientes, produto a ser entregue, horário de entrega etc.)	Tempo de carga e descarga
	Tempo porta a porta

Tabela 2.1: Atividades e fatores que influenciam o TRC

3 RISCO, GERENCIAMENTO E ANÁLISE DE RISCOS

3.1 Termos e Definições

Na bibliografia consultada foram encontradas várias definições do termo risco, conforme será apresentado neste item.

O termo risco surgiu no final do Renascimento, em um ambiente de intensas transformações sociais, culturais e grandes descobertas nas ciências e nas técnicas. Anteriormente, porém, o homem já possuía a noção de risco, associada a manifestações dos deuses, relativas a fenômenos da natureza, principalmente os catastróficos (FREITAS, 2001).

Após esse período de evolução cultural, a preocupação em tratar o risco ganhou maiores dimensões, especialmente os riscos associados a acidentes de trabalho. Na época em que a força usada para o trabalho do artífice era em geral a humana, ou a tração animal, os riscos mais graves eram de acidentes atribuídos a queimaduras, quedas, afogamentos ou lesões devidas a animais domésticos. Com a chegada de novas invenções de melhores máquinas e equipamentos, e a utilização da energia hidráulica, máquina a vapor e eletricidade, novos riscos foram incorporados; conseqüentemente, os acidentes de trabalho ficaram mais graves e mais numerosos (ALBERTON, 1996).

Segundo GUILAM (1996), os países desenvolvidos começaram, a partir da década de 50, a desenvolver estudos que analisassem problemas que surgiram do próprio avanço tecnológico, que foi capaz de possibilitar ameaças à sobrevivência da sociedade. É quando se começa a falar em risco tecnológico (relação entre o risco a que uma população se expõe e o benefício que ela desfrutará quando submetida a determinada tecnologia), como o resultado da introdução de modernas tecnologias e seus conseqüentes “efeitos colaterais”.

De acordo com BERNSTEIN (1997), a palavra risco é derivada do italiano *risicare* (por sua vez derivada do baixo latim *risicu, riscu*) que significa “ousar”, o que caracteriza o risco como sendo uma opção e não um destino.

HOUAISS (2001) define risco como sendo “probabilidade de perigo, geralmente com ameaça física para o homem e/ou para o meio ambiente”. A partir dessa definição, é possível perceber como o conceito de risco está associado ao termo perigo.

Para CHICKEN (1986), risco é definido como a probabilidade de um evento adverso particular ocorrer durante um período de tempo estabelecido. O autor considera que essa definição inclui conceitos de probabilidade e consequência ao analisar o dano produzido pelo evento adverso, e esse dano representar uma perda para o ser humano.

O autor defende que o risco possui três dimensões principais: fontes, aspectos e tempo. Essas três dimensões contribuem para a análise dos fatores que colaboram para o surgimento de risco, bem como para o seu eventual agravamento, e também analisam as consequências resultantes do acontecimento de um evento adverso.

A primeira dimensão, fontes de risco, consiste nas componentes de qualquer atividade industrial, destacando a extração e processamento da matéria-prima, fabricação, descarte de material, transporte.

A segunda dimensão, os aspectos, é dividida em três sub-grupos: aspectos sociopolíticos, econômicos e técnicos. Os aspectos sociopolíticos incluem a aceitabilidade pública e fatores de importância política. Os econômicos englobam custos e benefícios. E os aspectos técnicos analisam o início do evento, desenvolvimento da falha e suas consequências, riscos individuais e sociais (quantidade de pessoas prejudicadas em um acidente com uma instalação particular).

Por último, a terceira dimensão do risco, o tempo, identifica mudanças no risco que são dependentes do tempo. São considerados quatro grupos que variam com o tempo:

os estágios de desenvolvimento do projeto, mudanças resultantes da operação (como por exemplo, a troca de uma peça desgastada do maquinário), mudanças nos requisitos (exemplo, requisitos identificados pelo público) e mudanças no conhecimento e informações disponíveis.

É possível perceber como o autor desenvolve um conceito de risco voltado para atividades industriais, ao enfatizar nas três dimensões, o processo produtivo (entrada de matéria-prima até o transporte do produto final), a aceitabilidade social (incluindo a viabilidade econômica) e também o andamento do projeto (desde a fase de concepção até a execução). Mas, mesmo sendo uma teoria desenvolvida para a área industrial, seus conceitos podem ser aplicados a outras áreas que estejam envolvidas com risco.

Para TAYLOR (1994), o termo risco é definido como a possibilidade de perda e expressa o fato de que não é possível prever as conseqüências de um evento (podendo essas serem boas e desejáveis, ou ruins e indesejáveis). É a conseqüência indesejável que, geralmente, está associada ao risco. Por essa razão, o termo risco envolve dois parâmetros: conseqüência e probabilidade.

Para a MARINHA BRASILEIRA (1995), o termo perigo significa uma condição com potencial de causar lesões pessoais ou morte, danos materiais ou degradação da missão militar. Já o termo risco é tratado como sendo o resultado de possíveis perdas em termos de gravidade e probabilidade. A resposta a um ataque militar de um país com maior potencial bélico, por exemplo, apresenta perigo à medida que cria condições com o potencial de causar mortes. Mas o risco se apresenta quando é caracterizada a probabilidade de navios que podem receber um contra-ataque; utilizando o mesmo exemplo, o risco seria perder 30% da frota após o primeiro ataque.

Segundo OBONI (1998), o termo perigo também é definido como uma condição com potencial de causar conseqüências indesejáveis. Risco é o produto da probabilidade do acontecimento de um evento perigoso pelo custo da conseqüência indesejável resultante do acontecimento desse evento perigoso.

O conceito de risco em função da probabilidade, como é atualmente conhecido, é fruto de uma evolução do conhecimento humano. À medida que o conhecimento científico e tecnológico evoluía, a probabilidade começou a ser utilizada para expressar previsões de situações e eventos perigosos (principalmente os da natureza) que eram desvendados. Aquelas antigas preocupações, ou medos, com catástrofes, resultantes de castigo divino, foram aos poucos diminuindo.

Áreas como a Engenharia, Economia, Medicina, Ciências Ambientais etc., ao desenvolverem suas atividades, criam situações que podem apresentar riscos. Cada área procura desenvolver seus conceitos e técnicas para o tratamento do risco, usando para isso o conceito de probabilidade desenvolvido por duas escolas: a escola dos Objetivistas (ou Freqüencialistas) e a dos Subjetivistas (ou escola Bayesiana).

A primeira escola, a dos Objetivistas, define a probabilidade de ocorrência de um evento como a freqüência com a qual ocorre o evento em uma longa seqüência de tentativas ou experimentos similares.

Para CLARKE e DISNEY (1979), a Teoria das Probabilidades nasceu da necessidade de se prever resultados de experiências realizadas na vida real que não podem ser obtidos com certeza. Os exemplos mais clássicos são os jogos de azar, onde os jogadores começaram a procurar os matemáticos para conhecer suas chances de vitória nos jogos. Em função disso, foi natural interpretar a probabilidade de um evento ocorrer como sendo a razão entre o número de ocorrências desse evento (n) e o número de repetições da experiência (N).

À medida que vai aumentando a quantidade de experimentos, acredita-se que essa razão se estabilize, se aproxime de um número fixo. Nesse modelo, seria possível atribuir à probabilidade o seguinte valor:

$$P[A] = \lim_{N \rightarrow \infty} n/N$$

O problema é que esse limite não pode ser comprovado, pela impossibilidade de se realizar uma seqüência infinita de experiências reais. Esse modelo pode ser utilizado, conceitualmente, para experiências que permitam repetições, como por exemplo, arremesso de moedas e dados, jogos de carta e jogos de azar. Nesse tipo de aplicação, considera-se essa “frequência relativa” como uma boa medida de interpretação da probabilidade. Ainda segundo o autor, nem todas as experiências podem ser repetidas várias vezes, tornando a frequência relativa inadequada para aplicação.

Na escola Bayesiana, a probabilidade de ocorrer um evento é um grau de crença, ou confiança, de que o evento ocorrerá, dado um nível de conhecimento disponível no momento. Nessa visão, estimativas são consideradas *a priori*, para serem aperfeiçoadas com atualizações sempre que informações mais detalhadas estiverem disponíveis (OBONI, 1998).

De acordo com RAIFFA (1977), os subjetivistas desejam introduzir julgamentos e sentimentos intuitivos diretamente na análise formal de um problema de decisão. Os não-bayesianos, ou objetivistas, acreditam que estes aspectos subjetivos devem ser usados somente para construir uma ligação entre o mundo real e os resultados objetivos. Para eles, julgamentos subjetivos devem ficar de fora da análise formal que exhibe os resultados objetivos.

Existem algumas situações onde são feitas observações ao longo do tempo e que sofrem influências de efeitos aleatórios, não só em um único instante, mas durante todo o período observado. Essa situação é conhecida como processo estocástico, ou seja, varia em algum grau, de forma imprevisível à medida que o tempo passa. Para esse tipo de evento, a probabilidade é determinada como uma “função”, resultante do comportamento de algum sistema para uma seqüência ou intervalo de tempo determinado pela experiência aleatória.

O *Research and Special Programs Administration* – RSPA (1998) define o Gerenciamento de Riscos (GRIS) como sendo a aplicação sistemática de políticas,

práticas e recursos na avaliação e no controle de riscos que afetam a segurança, a saúde humana e o meio ambiente.

O GRIS não é uma segurança de que o acidente e os perigos relacionados não aparecerão. O que se busca é uma redução sustentável do risco, não sua eliminação. A meta é escolher as opções que demonstrem um equilíbrio entre o benefício das ações, em respostas aos riscos, e o custo de redução desses riscos.

Na bibliografia consultada, foi possível encontrar procedimentos semelhantes para o tratamento do risco, com nomenclaturas diferentes: Gerenciamento de Riscos e Análise de Riscos.

TAYLOR (1994) descreve um processo composto por oito etapas, como sendo Análise de Riscos. São elas:

- Descrição dos limites do sistema e objetivos da análise;
- Identificação de perigos;
- Quantificação da probabilidade ou frequência dos acidentes;
- Quantificação das conseqüências dos acidentes (ex.: danos, ferimentos e fatalidades);
- Assimilação das informações decorrentes da avaliação de riscos;
- Avaliação de quando os riscos são aceitáveis ou toleráveis;
- Revisão ou melhoras dos projetos de fábrica e operações;
- Acompanhamento, para assegurar que as suposições feitas permanecem válidas.

Esse procedimento está esquematizado na figura 3.1.

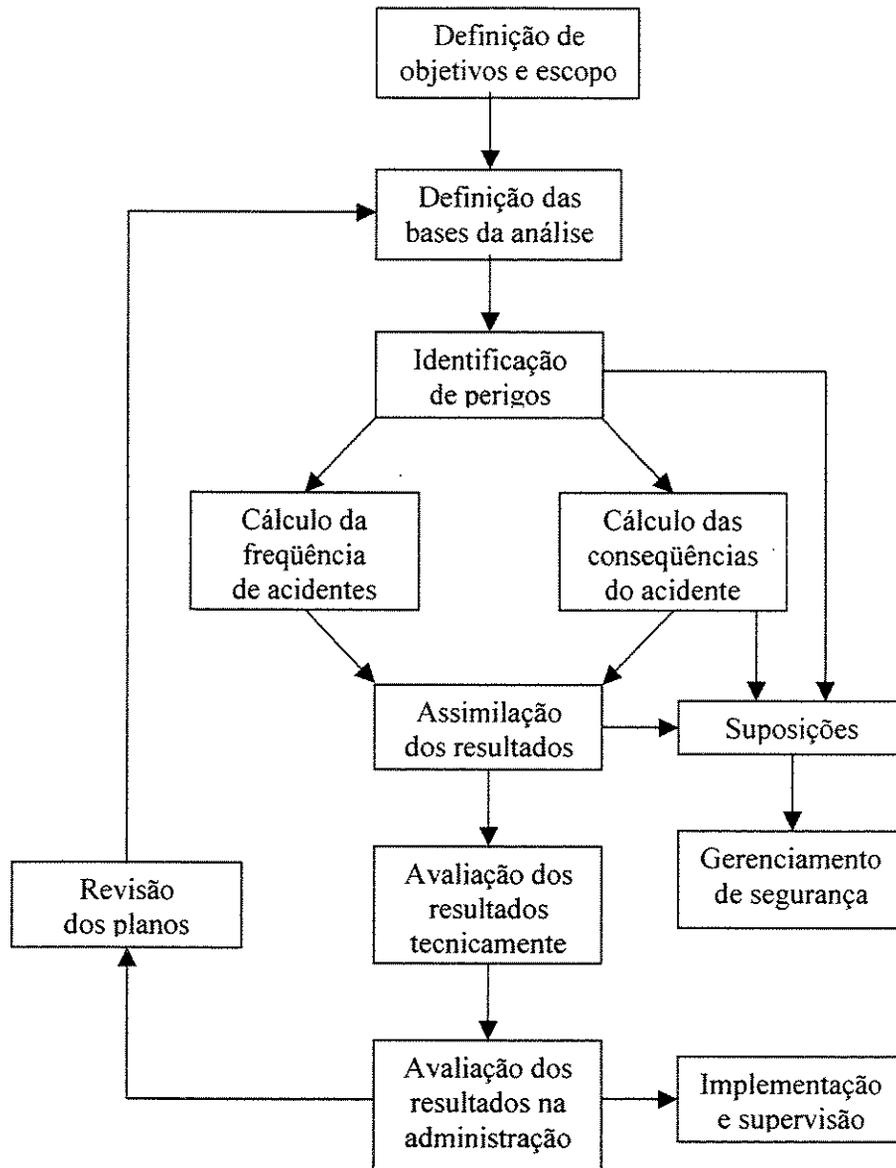


Figura 3.1: Procedimento de análise de riscos

Fonte: TAYLOR (1994)

Para outros autores, REAL (2000) e MARINHA BRASILEIRA (1995), esse mesmo processo recebe o nome de Gerenciamento de Riscos.

Neste trabalho, adota-se a definição do termo risco proposta por Taylor (1994), que leva em consideração os parâmetros consequência e probabilidade. No âmbito desta definição, serão considerados particularmente os riscos que possam comprometer a carga, o veículo e o motorista.

O GRIS é aqui considerado como um processo composto pelas seguintes etapas:

- Definição dos limites do sistema;
- Definição dos objetivos;
- Identificação de perigos;
- Avaliação de riscos;
- Tomada de decisão;
- Implantação; e
- Supervisão ou Revisão.

O processo de Análise de Riscos é entendido como uma parte do GRIS e abrange as seguintes etapas:

- Definição dos limites do sistema;
- Definição dos objetivos;
- Identificação de perigos; e
- Avaliação de riscos.

3.2 Aplicações de GRIS

Desde que o homem convive com situações que o expõe a riscos, ele tenta tratá-los de alguma forma para diminuí-los ou eliminá-los. Qualquer atividade humana envolve riscos, em graus e naturezas diferentes. Mesmo quando ainda não existia um grande conhecimento científico e tecnológico, o homem já tomava decisões quanto a riscos existentes em situações de desastres naturais, por exemplo.

Com a evolução do conhecimento e as inúmeras tentativas (resultando às vezes em erro, às vezes em acerto), essas decisões foram se aperfeiçoando por meio de métodos a serem aplicados quando houvesse risco.

Várias áreas do conhecimento humano se preocuparam em tratar os riscos correspondentes às suas atividades. Para isso, começaram a abordar o risco de uma forma sistemática, tentando gerenciá-lo. Dentre várias áreas onde se aplica com o GRIS, podem ser citadas:

- a) Engenharia e Medicina;
- b) Operações militares;
- c) Instituições financeiras; e
- d) Transporte de produtos perigosos.

A seguir será apresentada a motivação de cada uma dessas áreas para estudar e aplicar o gerenciamento de riscos.

3.2.1 Engenharia e Medicina

Nas Ciências Exatas, em um período de tempo relativamente curto, houve um grande desenvolvimento tecnológico, que pôde auxiliar no domínio de algumas situações de risco, mas que, ao mesmo tempo, contribuiu para o aparecimento de outras fontes de perigo.

A partir do século XX, devido a essa grande evolução tecnológica, alguns engenheiros começaram a desenvolver estudos em gerenciamento de riscos, com a intenção de estudar fontes de perigo associadas à tecnologia (REAL, 2000).

É também nessa época que a Engenharia se une à Medicina para criar práticas preventivas, em função do grande número de lesões pessoais nos ambientes de trabalho. Surge a Higiene do Trabalho, definida como a ciência voltada ao reconhecimento, avaliação e controle dos riscos profissionais (que são fatores ambientais

ou inerentes às próprias atividades que podem, eventualmente, ocasionar alterações na saúde, conforto ou eficiência do trabalhador). O profissional dessa área deveria estar apto para gerenciar estes riscos citados acima, não só reconhecendo-os, mas também avaliando sua magnitude (por meio da experiência e treinamento, e com o auxílio de técnicas de avaliação quantitativa), e prescrevendo medidas para eliminá-los ou reduzi-los a níveis aceitáveis.

As indústrias que recebiam uma maior atenção eram as de processamento ou produção de material químico, petroquímico, bélico, nuclear e a siderurgia. Isso devido à alta quantidade de agentes existentes nessas indústrias (físicos, químicos, biológicos, ergonômicos) que desencadeiam as doenças de trabalho.

3.2.2 Operações Militares

Considerando agora o desenvolvimento de métodos de GRIS para operações militares, sabe-se, de acordo com o SIPAAerM – Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, MARINHA BRASILEIRA (1995), que a partir da década de 90, os Estados Unidos desenvolveram uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, conhecida por ORM- *Operational Risk Management*. A Força Aérea da Marinha percebeu grandes perdas causadas por adversidades (desastres) desnecessárias dentro da corporação da marinha; essas perdas por incapacidade operacional chegavam a ser maiores que as perdas causadas por ações inimigas: o registro é de 56% de desastres contra 43% de ações inimigas na 2ª Guerra Mundial, no período de 1942 a 1945; de 54% contra 45%, de 1965 a 1972, na guerra contra o Vietnã.

Os fundamentos do ORM, incorporados também pelo SIPAAerM em 1995, serviriam para auxiliar nas tomadas de decisão, permitir antecipação aos perigos e reduzir potenciais perdas, aumentando, assim, a probabilidade de sucesso das operações militares.

A proposta de GRIS adotada pela Marinha Brasileira é composta pelas seguintes etapas:

- Identificação dos perigos;
- Avaliação dos riscos;
- Tomada de decisão;
- Implementação de medidas de controle; e
- Supervisão.

A identificação dos perigos consiste em relacionar as principais etapas da operação, procurando listar todos os perigos em cada uma delas.

Na avaliação, os riscos são graduados em termos de gravidade e probabilidade, para cada um dos perigos identificados. Nessa etapa, é utilizada uma matriz para prover uma base consistente para essa avaliação. Essa matriz é baseada em um Código de Avaliação de Risco – RAC (*Risk Assessment Code*) que reflete o peso relativo de determinado risco em relação aos riscos associados a outros perigos.

Em termos de gravidade, o RAC define quatro categorias, a saber:

- Categoria I :
 - morte;
 - perda de meios ou instalações;
 - grave comprometimento dos interesses nacionais;
- Categoria II :
 - lesão ou doença grave;
 - grave dano à propriedade;
 - sério comprometimento de interesses nacionais ou da Marinha Brasileira;
 - sério prejuízo ao emprego eficiente dos recursos;
- Categoria III:
 - lesão ou doença leve;
 - algum dano à propriedade;

- algum comprometimento de interesse nacional, da Marinha Brasileira ou do Comando;
 - algum prejuízo ao emprego eficiente dos recursos;
-
- Categoria IV:
 - ameaça mínima à segurança ou saúde do pessoal, à propriedade, aos interesses nacionais, da Marinha Brasileira ou do Comando, ou emprego eficiente dos recursos.

Em termos de probabilidade de ocorrência, o RAC define alguns níveis, que são baseados em uma estimativa de fatores, tais como: localização, exposição (ciclos ou duração da operação), pessoal afetado, experiência ou estatística previamente formulada. Os níveis são os seguintes:

- Subcategoria A: é esperado ocorrer imediatamente ou em curto prazo. É esperado ocorrer freqüentemente a um item ou indivíduo, ou continuamente a uma esquadra, propriedade ou grupo;
- Subcategoria B: provavelmente ocorrerá com o tempo. É esperado ocorrer diversas vezes a um item ou indivíduo, ou freqüentemente a uma esquadra, inventário ou grupo;
- Subcategoria C: possivelmente ocorrerá com o tempo. É esperado ocorrer algumas vezes a um item ou indivíduo, ou diversas vezes a uma esquadra, inventário ou grupo; e
- Subcategoria D: a ocorrência é improvável.

Combinando a gravidade com a probabilidade, o RAC estabelece cinco níveis de riscos, apresentados na tabela 3.1.

		Probabilidade de ocorrência			
		Muito Provável	Provável	Pouco provável	Improvável
		A	B	C	D
Gravidade	Cat. I	1	1	2	3
	Cat. II	1	2	3	4
	Cat. III	2	3	4	5
	Cat. IV	3	4	5	5
Cat. I – mortes ou perdas graves		RAC 1 – Crítico			
Cat. II – ferimentos ou avarias graves		RAC 2 – Alto			
Cat. III – ferimentos ou avarias moderadas		RAC 3 – Moderado			
Cat. IV – ferimentos ou avarias leves		RAC 4 – Baixo			
		RAC 5 - Negligenciável			

Tabela 3.1: Código de avaliação de riscos

Fonte: MARINHA BRASILEIRA (1995)

A terceira etapa, tomada de decisão, procura definir medidas de controle para redução do risco, iniciando pelos riscos mais elevados. As medidas mais utilizadas são as seguintes:

- Controles de engenharia: reduzem riscos por meio de projeto, seleção ou substituição de materiais (quando técnica e economicamente viável);
- Controles administrativos: reduzem riscos por meio de medidas que podem consistir em provisão de alarmes, marcações, cartazes, sinalizações e

avisos adequados; estabelecimento de normas, programas, instruções e procedimentos padronizados; treinamento de pessoal na identificação dos perigos e adoção de medidas de precaução; limitação à exposição a um determinado perigo;

- Equipamentos de proteção individual: atuam como barreiras entre o pessoal e um determinado perigo.

A etapa de implementação de medidas de controle coloca em ação as medidas selecionadas na etapa anterior, disponibilizando os meios e recursos necessários para a execução.

Na última etapa, verifica-se a eficácia da implementação das medidas de controle e detecta-se qualquer mudança nos parâmetros da operação.

Essa proposta utilizada pela Marinha Brasileira está resumida na figura 3.2.

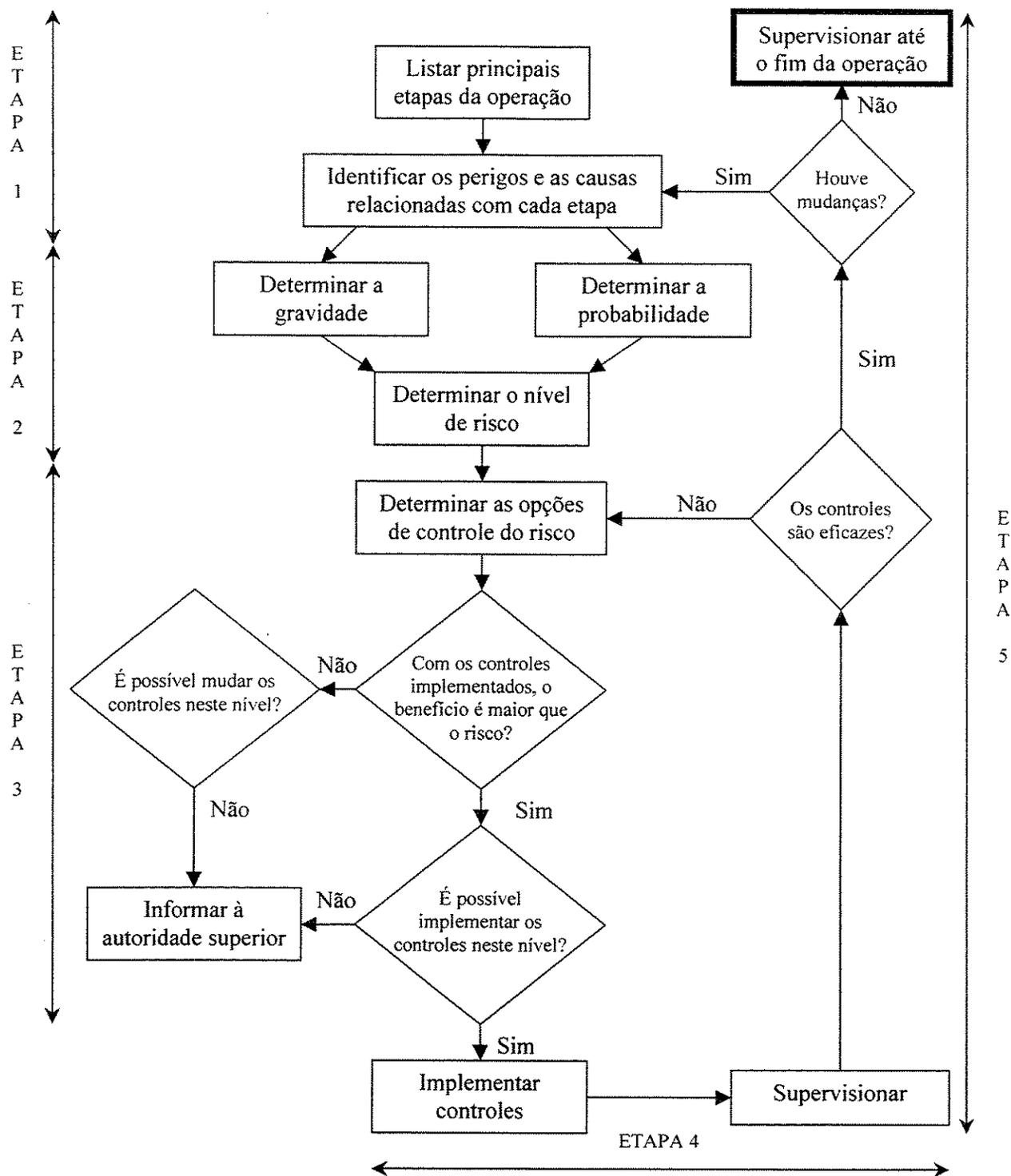


Figura 3.2: Gerenciamento de riscos em operações militares

Fonte: MARINHA BRASILEIRA (1995)

3.2.3 Instituições Financeiras

Os riscos relativos às operações de mercado foram os responsáveis por motivar as instituições financeiras a desenvolver métodos para o gerenciamento de riscos. Segundo FIGUEIREDO (2001), as instituições brasileiras seguiram o caminho das exigências regulamentares e das práticas do mercado internacional. O GRIS foi desenvolvido, inicialmente, em dois segmentos: risco de crédito (relacionado a inadimplência, perdas em transações internacionais, concentração de crédito etc.) e risco de mercado (gerencia riscos relacionados à taxa de juros, câmbio, ações etc.).

Em seguida, essas instituições se preocuparam em desenvolver métodos de GRIS para risco legal (aborda risco de contrato, tributação e legislação) e também para risco operacional (trata de perdas resultantes de falhas dos processos internos, pessoas e sistemas, ou falhas de eventos externos).

3.2.4 Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos

No transporte de cargas, a ênfase em GRIS é dada ao transporte de produtos perigosos, devido à grande extensão dos riscos de acidentes envolvendo o meio ambiente e a população lindeira.

A utilização de produtos perigosos impõe ao meio ambiente diversos tipos de riscos, capazes de ocasionar danos ou mesmo caracterizar desastres de efeitos importantes. Dentro dessa classificação, estão inseridos os acidentes que poderão ocorrer nos meios de transporte rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial e dutoviário, com extravasamentos.

Uma pesquisa realizada pelo Núcleo de Treinamento para Prevenção de Emergências da Região Sul - CETREM/SUL (2002), junto com a Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, por meio de questionários respondidos por motoristas de veículos especializados no transporte de produtos perigosos, comprovou que 1500

veículos por dia (em média) cruzam as principais rodovias da Região Sul. Somente em Santa Catarina, foram registrados 19 acidentes de grande porte em 1990.

Ainda de acordo com o CETREM (2002), as operações de transporte agregam outras variáveis importantes ao potencial natural do risco dos produtos perigosos, como por exemplo, a exposição ao meio ambiente, a possibilidade de acidentes provocados por outros veículos, as condições nem sempre ideais de transporte, bem como outras condições adversas, capazes de desencadear emergências a qualquer hora do dia e em qualquer ponto do deslocamento entre o local do despacho da carga e o seu destino final, com sérios impactos sobre o meio ambiente e a saúde das pessoas expostas.

Com a intenção de desenvolver parâmetros de medidas para avaliar o risco de transportar produtos perigosos por rodovia ou ferrovia, SACCOMANO et al.(1988) propõem a análise de valores como média de acidentes, probabilidade de derramamento e delimitação de áreas de riscos de impacto.

Outra proposta de medida de avaliação de risco é feita por PIJAWKA et al. (1980), que desenvolvem um número que demonstra o fator de risco da população lindeira, expresso pelo produto da probabilidade de ocorrência de acidentes com produtos perigosos pelo número da população que está em risco.

REAL (2000) discute a utilização do GRIS para favorecer a segurança no atendimento emergencial a acidentes com produtos perigosos, revisando os procedimentos operacionais desse atendimento. A proposta visa utilizar recursos de comunicação e informação como fator de controle desses riscos.

Isso porque, de acordo com a autora, a maioria das propostas para a segurança do transporte rodoviário de produtos perigosos se preocupa com o desenvolvimento de técnicas voltadas para o roteamento dos veículos. No Brasil, a malha rodoviária oferece poucas opções de rotas que apresentam baixas possibilidades de acidentes de tráfego

(e/ou rotas onde as conseqüências em caso de vazamento são menores) no transporte interestadual e intermunicipal.

REAL (2000) apresenta uma aplicação de GRIS baseada no processo proposto por ALBERTON (1996), contemplando as seguintes etapas:

- Identificação de perigos;
- Análise de perigos;
- Avaliação de riscos; e
- Controle de riscos.

Na primeira etapa são identificados os eventos que podem provocar danos ao ser humano, à propriedade ou ao meio ambiente. No caso, o evento indesejado é o vazamento de cargas. A partir daí, procura-se detalhar os produtos perigosos que trafegam nas rodovias, sua freqüência de tráfego e as conseqüências em caso de vazamento de vários portes. Aproveita-se, também, para identificar outras fontes de perigo envolvidas nesse transporte, ou seja, as empresas expedidoras do produto, as transportadoras e os motoristas, muitas vezes negligentes com as questões de segurança para esse tipo de transporte.

Na próxima etapa, análise de perigos, é feito um exame qualitativo e detalhado das fontes de perigo recém identificadas. Para isso, a autora sugere o uso de técnicas qualitativas que envolvem os fatores que conduzem à ocorrência de eventos indesejáveis e suas possíveis conseqüências.

Após a análise, é feita a avaliação de riscos, que irá mensurar o risco de forma quantitativa por meio da freqüência da ocorrência de eventos indesejáveis e suas conseqüências. Utilizam-se, como recurso, séries históricas de acidentes, quando houver disponibilidade e confiabilidade, ou cálculos probabilísticos. Essa etapa colabora na tomada de decisão quanto à aceitabilidade e às medidas de controle para redução dos riscos.

A última etapa é o controle de riscos, que age diretamente sobre os elementos geradores do risco. São utilizadas medidas educacionais, técnicas, gerenciais, legais ou políticas, por empresas e governos (dependendo do nível de poder, responsabilidade e atuação).

O processo de GRIS descrito pode ser esquematizado na figura 3.3.

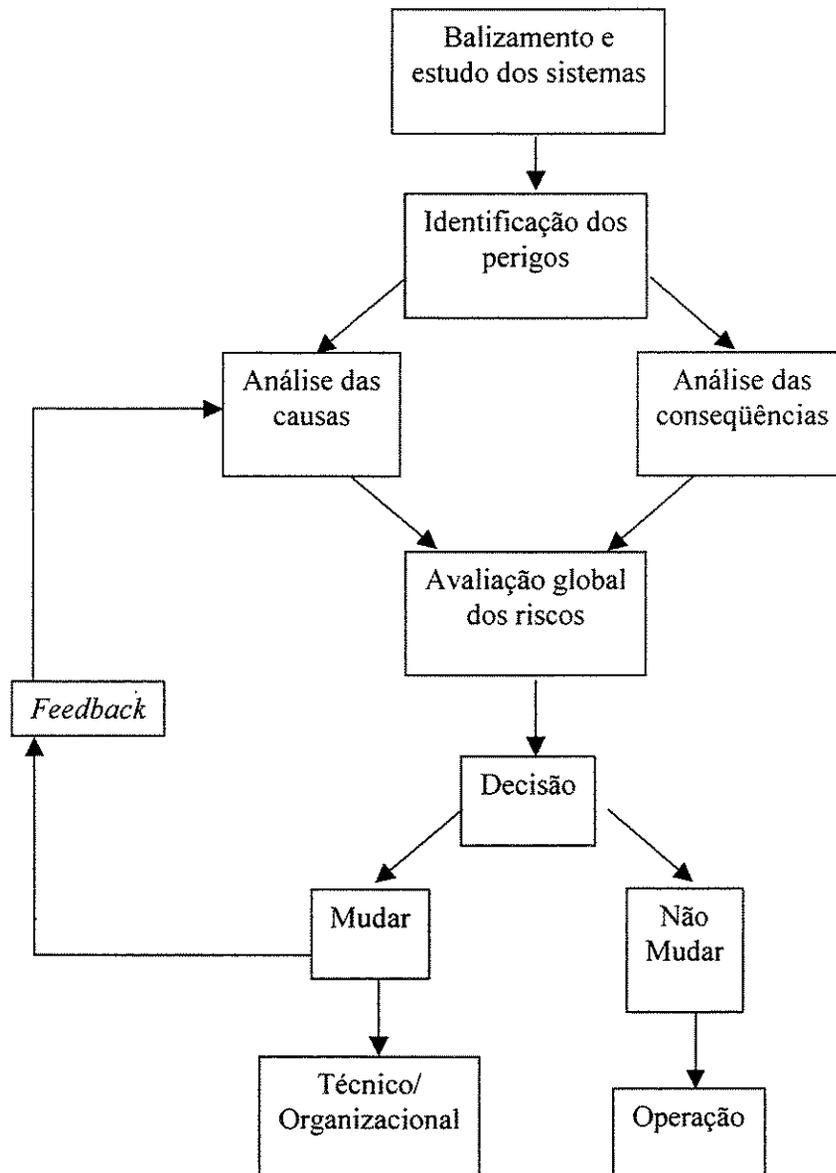


Figura 3.3: Gerenciamento de riscos em transporte rodoviário de produto perigoso

Fonte: ALBERTON (1996)

A seguir, serão apresentadas as etapas de identificação de perigos e avaliação de riscos, e os métodos mais utilizados em cada uma. Serão também comentadas, brevemente, as etapas de GRIS que seguem a Análise de Riscos: tomada de decisão, implantação e supervisão.

Na tabela 3.2, estão resumidos os métodos de identificação de perigos e avaliação de riscos, juntamente com as áreas de maior aplicação.

Método	Aplicação	Pontos positivos	Pontos negativos
<i>What-if</i>	Processos industriais e administrativos	Permite uma grande variedade de simulações imprevistas	Não apresenta avaliações quantitativas, apenas qualitativas
Lista de verificação	Processos industriais	São listas auto-explicativas, permitindo um grande detalhamento do projeto a ser estudado	Utilizáveis apenas para um projeto (ou instalação) específico
FMEA	Indústria nuclear	Apresenta uma compreensão ampla do problema	Demanda um grande tempo se utilizada em grande escala
HAZOP	Indústria química e petrolífera	Permite uma análise sistemática de cada parte do projeto, simulando condições diferentes de funcionamento	Aplicável apenas em processos industriais
Árvore de Falhas e Árvore de Eventos	Indústria nuclear e processos industriais	Facilidade para identificar as seqüências dos eventos	Os diagramas podem ter uma estrutura complexa

Tabela 3.2: Resumo dos métodos de identificação de perigos e avaliação de riscos.

Fonte: CHICKEN (1986), adaptado

3.3 Identificação de Perigos

Essa etapa consiste no detalhamento das fases de um projeto ou atividade, identificando situações ou eventos que podem acarretar uma consequência indesejável.

Embora o procedimento para Identificação de Perigos seja diferente de acordo com as diversas visões de conhecimento, na bibliografia consultada (ALBERTON, 1996; DE CICCIO e FANTAZZINI, 1995; CHICKEN, 1986; AVEN, 1992; TAYLOR, 1994; SOUZA, 1995) foram identificados os métodos *What-if*, Lista de Verificação, Análise de Modo de Falha e Efeito (FMEA) e Análise de Operabilidade de Perigos (HAZOP). A maioria foi desenvolvida com base em experiência vivida, relatos de acidentes ocorridos, análises e exames detalhados das atividades propostas etc.

As perguntas que se procura responder nessa fase são as seguintes:

- Como é o funcionamento desse componente?
- Em que esse componente pode falhar?

Serão abordados alguns métodos de identificação de perigos, a partir da bibliografia consultada, visando à aplicação no processo de análise de riscos em transporte rodoviário de carga geral.

3.3.1 *What-if*

De acordo com ALBERTON (1996), é um método de análise qualitativa, simples, que possui a finalidade de testar possíveis omissões de projetos, procedimentos ou normas e ainda aferir comportamento, capacitação pessoal etc.

Baseia-se em um questionário do tipo “E se ...?”, que abrange os procedimentos, instalações e processos da situação analisada.

As perguntas devem simular situações imprevistas, que podem ocorrer durante o processo e devem descrever as conseqüências provenientes do perigo a ser identificado nessa simulação.

Segundo DE CICCIO e FANTAZZINI (1995), existem alguns passos básicos para a aplicação do método:

- a) Formação do comitê de revisão: montagens das equipes e seus integrantes;
- b) Planejamento prévio: planejamento das atividades e pontos a serem abordados na aplicação do método;
- c) Reunião organizacional: discussão dos procedimentos, programação de novas reuniões, definição de metas para as tarefas e informação aos integrantes sobre o funcionamento do sistema sob análise;
- d) Reunião de revisão de processo: para os integrantes ainda não familiarizados com o sistema em estudo;
- e) Reunião de formulação de questões: formulação de questões do tipo “E se ...?”, a partir do início do processo e continuando, passo a passo, até a entrega do produto acabado ao cliente;
- f) Reunião de respostas às questões: obtenção de respostas escritas às questões. Serão analisadas e categorizadas em: resposta aceita pelo grupo tal como submetida; resposta aceita após discussão e/ou modificação e aceitação postergada em dependência de investigação adicional;
- g) Relatório de revisão dos perigos do processo: o objetivo é documentar os perigos identificados na revisão, bem como registrar as ações recomendadas para sua eliminação ou controle.

A tabela 3.3 apresenta um breve exemplo do método *What-if*.

E se ?	Conseqüência
O pneu do caminhão furar durante a viagem, longe de um posto de troca	O motorista, a carga e o veículo podem ficar suscetíveis a acidentes e roubos
O posto policial rodoviário de fiscalização	A demora no atendimento poderá atrasar a

de notas estiver lotado na hora da verificação da mercadoria	entrega da carga
---	------------------

Tabela 3.3: Exemplo do método *What-if*

3.3.2 Lista de Verificação

Segundo CHICKEN (1986), as listas de verificação (*check-list*) são bastante auto-explicativas e capazes de agrupar questões a respeito da adequação de qualquer projeto. Uma lista de verificação bem elaborada deve estruturar questões sobre o projeto de forma que as respostas expliquem o quanto um problema particular está sendo tratado. É um método simples para a identificação de aspectos que requeiram atenção especial, muito usado em processos industriais, mas adequado para avaliações preliminares de perigo associadas a qualquer atividade.

A lista de verificação pode ser elaborada abordando todas as etapas do início ao fim da atividade a ser desenvolvida. Nesse caso, a lista é útil para verificar a execução, passo-a-passo, da atividade.

Também pode abordar aspectos que influenciem o desempenho da atividade. Neste caso, a lista pode verificar a existência de algum fator que seja, ou não, responsável pela identificação do perigo. Exemplo: causas externas (tempestade, inundação, terremoto), local (depósito, sala de controle, tubulação), operação (normal, início, término).

A lista de verificação também pode simular situações indesejáveis em alguma atividade; nesse caso, a intenção é que não se cumpra nenhum dos itens sugeridos pela lista.

A tabela 3.4 apresenta um exemplo de lista de verificação que simula situações indesejáveis de se encontrar em um veículo de transporte rodoviário de cargas.

Sistema	Sintomas
Motor	Sem potência
	Vazamento de óleo
	Super aquecimento
	Alto consumo de combustível
Direção	Desalinhada
	Trépida
	Sem estabilidade
	Dura
	Barulho anormal
Freios	Pedal baixo
	Compressor não carrega
	Não freia
	Vazamento de fluido
Acessórios	Falta chave de rodas
	Falta triângulo
	Extintor descarregado
	Cinto de segurança com defeito

Tabela 3.4: Exemplo de lista de verificação

Nesse caso, a confirmação de qualquer um dos sintomas já é a própria indicação de perigo.

3.3.3 Análise de Modo de Falha e Efeito

A Análise de Modo de Falha e Efeito – *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) foi desenvolvida na década de 50, tendo sido um dos primeiros métodos usados na análise de falhas em sistemas técnicos (AVEN,1992). Trata-se de um método indutivo, onde são

investigadas as conseqüências da falha de cada componente do sistema. A intenção é identificar todos os modos de falhas significantes e verificar a importância da atuação de cada componente para o sistema. Apenas uma componente é considerada por vez, as outras são admitidas em perfeito funcionamento.

FMEA fornece uma compreensão de toda a seqüência dos eventos desde a causa inicial, que pode ser uma componente da falha (CHICKEN, 1986).

Para TAYLOR (1994), o princípio do método é examinar todas as componentes de um sistema e fazer as seguintes perguntas:

- Como essa componente pode falhar?
- O que acontecerá se essa componente falhar?

FMEA é um método de identificação de perigos que também pode ser empregado para a avaliação de riscos, por apresentar detalhes importantes do funcionamento de cada componente da operação, ou atividade analisada.

Para cada componente da operação, TAYLOR (1994) sugere o preenchimento de uma tabela de nove colunas que indicarão seu funcionamento, desempenho e influência nas outras componentes. As colunas são as seguintes:

Coluna 1: identificação da componente por uma descrição ou um número;

Coluna 2: função da componente;

Coluna 3: todos os possíveis modos de falha da componente;

Coluna 4: efeitos das falhas em outras unidades do sistema;

Coluna 5: como o sistema é influenciado pela falha específica da componente;

Coluna 6: o que tem sido feito ou o que pode ser feito para corrigir a falha, ou reduzir as suas conseqüências;

Coluna 7: estimativa de freqüência (probabilidade) para a falha;

Coluna 8: escala que ordene o efeito da falha, considerando as possibilidades de reparo da falha, perda de tempo no reparo, perda de produção. Para isso pode-se usar os termos:

- Pequena: uma falha que não reduz a habilidade funcional do sistema mais que o normal aceito;
- Significante: uma falha que reduz a habilidade funcional do sistema além do nível aceitável, mas as conseqüências podem ser corrigidas e controláveis;
- Crítico: a falha reduz a habilidade funcional do sistema além do nível aceitável e cria uma condição inaceitável de operação ou de segurança;

Coluna 9: observações.

Para exemplificar a montagem de uma tabela de acordo com o método FMEA, apresentada a seguir, será descrito o funcionamento de um tanque de estocagem de fluido para uso em processo de produção, esquematizado na figura 3.4 (AVEN, 1992).

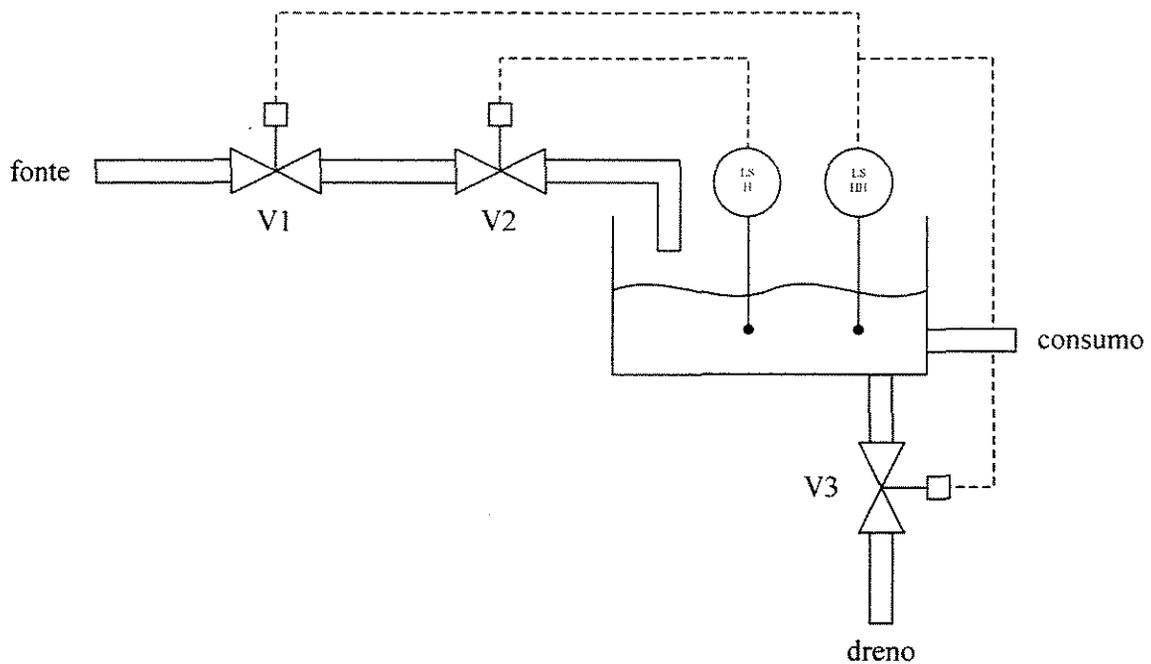


Figura 3.4: Funcionamento de um tanque de estocagem

Fonte: AVEN (1992)

O consumo do fluido no processo não é constante, e o nível do líquido no tanque irá variar. Quando o nível de líquido alcança uma certa altura “normal”, então a chave de nível alto (*Level Switch High* - LSH) será ativada e enviará um sinal para o fechamento da válvula V1. O suprimento do fluido no tanque, então, encerra. Se esse mecanismo não funcionar e o nível do líquido continuar a subir a um “nível anormal”, então a chave de nível alto alto (*Level Switch High High* – LSHH) será ativada e enviará um sinal de fechamento para a válvula V2. O suprimento do fluido para o tanque será interrompido. Ao mesmo tempo, a LSHH enviará sinal de abertura da válvula V3, pela qual o fluido será drenado. A tubulação de drenagem tem uma capacidade mais alta que a tubulação de suprimento.

O método FMEA para esse exemplo pode ser resumido na tabela 3.5.

Ident.	Função	Modo de falha	Efeito em outras unidades do sistema	Efeito no sistema	Cor.	Freq. da falha	Grau de efeito de falha	Obs.
LSH	Chave que envia sinal de fechamento para V1 se o nível está alto	Não envia sinal quando nível está alto	V1 não fecha	O nível do líquido deve aumentar irregularmente	—	1% do n° total de demanda	3	—
		Envia sinal quando nível está alto	V1 fecha sem necessidade	Interrompe o suprimento	—	Em média, uma vez por ano	1	—
LSHH	Chave que envia sinal de fechamento para V2 e de abertura para V3	Não envia sinal quando nível está alto	V2 não fecha V3 não abre	O tanque transborda se V1 não fecha	—	1% do n° total de demanda	4	—
		Envia sinal quando nível está alto	V2 fecha sem necessidade V3 abre sem necessidade	O tanque é esvaziado	—	Em média uma vez a cada 2 anos	2	—

Tabela 3.5: Exemplo de FMEA
Fonte: AVEN (1992), adaptado

3.3.4 Análise de Operabilidade e Perigos

A Análise de Operabilidade e Perigos – *Hazard and Operability Studies* (HAZOP) foi inicialmente desenvolvida para aplicação na indústria química e petrolífera, mas hoje é aplicada a outras atividades (AVEN, 1992). Trata-se de um dos métodos mais eficientes para identificar perigos potenciais nos estágios iniciais dos projetos. O método HAZOP, por detalhar cada etapa do projeto, analisa como os desvios, ou falhas dos projetos, podem alcançar o sistema. É baseado num guia de palavras que identifica cenários que resultam em perigos ou problemas operacionais. O guia está relacionado com as condições do processo, atividades, materiais, tempo e lugar. A partir do estudo HAZOP, análises de risco podem ser geradas em função dos aspectos críticos identificados nas etapas do processo.

De acordo com SOUZA (1995), três fatores são determinantes para a aplicação adequada do método: experiência técnica do grupo (bem como o grau de especificidade alcançado); integridade e precisão dos dados utilizados; e habilidade da equipe em utilizar o método, visualizando os desvios, causas e conseqüências dos perigos identificados.

TAYLOR (1994) sugere um guia de palavras para orientação do método HAZOP, apresentado na tabela 3.6.

Palavra- guia	Significado	Comentário
Não	Completa negação de finalidade	Nenhuma parte do plano foi atingida
Mais, Menos	Incremento quantitativo	Refere-se a quantidades e propriedades, como medida de escoamento e temperatura, calor e reação
Tanto quanto	Incremento qualitativo	Todas as intenções de projeto foram atingidas, junto com alguma atividade adicional
Parte de	Decréscimo qualitativo	Apenas algumas intenções foram atingidas
Reverso	Oposto lógico de	Na maioria das vezes aplicável a atividades, por exemplo escoamento inverso ou reação química. Pode ser aplicado a substâncias, por exemplo “veneno” ao invés de “antídoto”
Outro	Substituição completa	Nenhuma parte do plano original foi alcançada, algo diferente aconteceu
Mais cedo, Mais tarde	—	—
Outro lugar	—	—

Tabela 3.6: Guia de palavras para HAZOP

Fonte: TAYLOR (1994)

SOUZA (1995) sugere que o desenvolvimento do HAZOP seja feito em cinco etapas:

- Definição do escopo do estudo: essa etapa é a responsável pela verificação dos itens de segurança de um projeto, dos procedimentos de operação e de uma planta existente. Também se verifica o funcionamento da instrumentação de segurança e se decide o local onde pode ser construída uma unidade industrial;

- Seleção do grupo de estudo: são selecionados o líder da equipe, chefe do projeto, engenheiro de processos, engenheiro de automação e engenheiro eletricitista. Para cada grupo, faz-se a atribuição de responsabilidades;
- Preparo do material necessário ao estudo: são obtidos os dados necessários, convertidos para uma forma adequada ao estudo e planeja-se a seqüência de estudos e reuniões;
- Execução do estudo: análise do processo, com o auxílio das palavras-guia;
- Registro dos resultados: registra-se, adequadamente, todos os resultados obtidos no decorrer do estudo HAZOP.

O autor salienta que o método HAZOP é semelhante ao FMEA, na sua execução, exceto pelo uso das palavras-guia. Ele dá um exemplo simples de aplicação do método em um processo contínuo de produção de fosfato diamônio (DPA), pela mistura de ácido fosfórico e amônia. A adição de pouco ácido fosfórico ao reator resulta numa reação incompleta com sobra de amônia. Se pouca amônia for adicionada ao reator, o produto resultante é seguro mas com características indesejáveis -o DAP é um produto perigoso caso a reação não seja completa.

Decide-se aplicar o HAZOP para identificar os perigos da reação com relação aos funcionários. O estudo é iniciado aplicando-se as palavras-guia aos parâmetros do processo. Considerando apenas o parâmetro fluxo, o resultado do estudo está resumido na tabela 3.7.

Parâmetro: Fluxo		
Palavra-guia	Causas	Conseqüências
Nenhum	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula não abre; • Suprimento de ácido fosfórico esgotado; • Entupimento ou ruptura da linha de ácido fosfórico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de amônia no reator e liberação para área de trabalho
Menos	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula parcialmente fechada; • Entupimento ou vazamento na tubulação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de amônia no reator e liberação para área de trabalho.
Mais	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula aberta além do parâmetro; • Elevação do nível do ácido fosfórico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de ácido fosfórico degrada o produto mas não apresenta perigo ao local de trabalho.

Tabela 3.7: Exemplo do método HAZOP

Fonte: SOUZA (1995)

3.4 Avaliação de Riscos

Depois dos perigos identificados, os riscos são avaliados. É uma etapa mais detalhada que a anterior, onde os riscos poderão ser quantificados por meio da probabilidade de ocorrência do evento, assim como suas possíveis conseqüências. Nesta etapa são também propostas as medidas de eliminação ou diminuição do risco.

As perguntas que se tenta responder nessa fase são:

- Qual é a probabilidade do evento acontecer?
- O que fazer para eliminar ou diminuir esse risco?

O uso de dados estatísticos contribui de uma forma quantitativa para a avaliação de riscos.

Segundo AVEN (1992), o uso da estatística de acidentes auxilia a análise da causa de acidentes e o monitoramento do nível de segurança. Ao analisar diferentes categorias de conseqüências (perda de vidas, pessoas feridas, perda material etc.) com as estatísticas de acidentes, é possível medir a extensão do problema e identificar as tendências com a época dos acontecimentos. É interessante detalhar as informações obtidas dentro de subgrupos, relacionados com ocupação, sexo, idade, função, tipo de ferimento etc.

O autor ainda comenta que, para melhorar a segurança eficientemente, um quadro do risco relacionado à atividade deve mostrar os tipos de acidentes que podem ocorrer, suas freqüências e possíveis épocas. Além disso, é preciso ter cuidado ao elaborar as conclusões sobre os dados estatísticos e analisar os seguintes aspectos:

- A situação futura pode ser totalmente diferente daquela em que se baseia a estatística; assim, pode ser que ela direcione algo sobre um nível de risco hoje ou leve a conclusões erradas no futuro;
- É preciso estabelecer uma escala comum de medida para interpretar comparações reais de nível de risco em grupos diferentes;

- Pode ser muito difícil fazer comparações da frequência de ferimentos entre atividades diferentes que não usem a mesma rotina para informação de acidentes;
- Em situações com poucos dados, variações médias devem dar resultados extremamente diferentes;
- Estatística de acidentes pode, em alguns casos, ser usada para analisar causas de acidentes de tipos específicos. A estatística propriamente dita não prevê nenhuma conexão causal.

Um evento indesejável pode ocorrer como resultado da falha de um subsistema, e/ou componente, e levar à perda de uma vida humana, ferimento pessoal, danos ao meio ambiente e perda de valores econômicos. Quando possível, é interessante que essas conseqüências sejam convertidas em perdas numéricas (monetárias, por exemplo), por meio de uma mesma escala de medidas.

Para AVEN (1992), o risco é expresso por um espectro de conseqüência (K_1, F_1), (K_2, F_2),..., (K_n, F_n), onde F_i representa a frequência do evento indesejável gerar a conseqüência K_i , ou a probabilidade de que um evento indesejável irá ocorrer e gerar a conseqüência K_i .

Se for possível obter a conversão da conseqüência em valores numéricos, então, tem-se as perdas C_1, C_2, \dots, C_n . A partir daí, calcula-se a perda total esperada como sendo uma medida de risco. Esse valor é o somatório do produto da perda pela probabilidade.

$$\text{Perda esperada} = C_1 \times F_1 + C_2 \times F_2 + \dots + C_n \times F_n$$

O autor propõe um modelo geral de risco, apresentado na figura 3.5, para mostrar a posição de cada uma dessas variáveis (conseqüências, perdas).

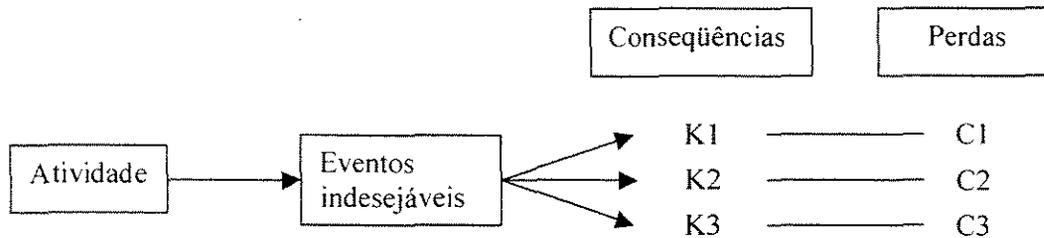


Figura 3.5: Modelo geral de risco

Fonte: AVEN (1992)

A seguir serão apresentados alguns métodos desenvolvidos para a avaliação de riscos.

3.4.1 Análise da Árvore de Falhas

De acordo com TEIXEIRA JÚNIOR (1998), esse método foi elaborado nos laboratórios da empresa *Bell Telephone* com o objetivo de identificar todas as causas ou eventos que poderiam ocasionar uma falha no lançamento do míssil *Minuteman*. Depois de 1975, foi empregado na área nuclear e hoje é bastante usado nas indústrias do setor químico.

É um método que utiliza uma linguagem gráfica, permitindo a visualização das possíveis falhas, que podem resultar na ocorrência de um evento indesejado, e determina a frequência com que esse evento ocorre. Esse evento, que é o ponto de partida para a elaboração da árvore, recebe o nome de “evento-topo”.

A aplicação compreende cinco etapas:

- 1) descrição do sistema: por meio do conhecimento do sistema, é possível levantar as causas dos eventos indesejáveis;
- 2) seleção do evento- topo;
- 3) construção da árvore de falhas: além do evento-topo, são necessários outros elementos para a construção da árvore, a saber:

- álgebra booleana: ramo da matemática que descreve o comportamento de variáveis binárias, por exemplo: verdadeiro/falso, sim/não, ocorre/não ocorre etc.;
 - comporta de inibição: estipula uma restrição;
 - cortes mínimos: menor combinação, simultânea, de eventos que provocarão a ocorrência do evento-topo;
 - evento básico: é aquele que não necessita de nenhum desenvolvimento adicional;
 - evento-casa: evento normalmente esperado;
 - evento intermediário: evento que propaga, ou mitiga, um evento básico;
 - evento não desenvolvido: evento que não será desenvolvido devido à falta de informações, conseqüências desprezíveis ou ao atendimento da delimitação imposta;
 - evento-topo: evento indesejado que ocupa o topo da árvore e é desenvolvido por meio do uso de portões lógicos, até que seja possível identificar as falhas básicas do sistema;
 - portões lógicos: forma de se relacionar logicamente com os eventos, podendo ser do tipo “E” (somente ocorre o evento de saída se todos os eventos de entrada ocorrem simultaneamente), “OU” (ocorre o evento de saída se apenas um dos eventos de entrada ocorrer);
 - probabilidade: medida da ocorrência de um evento esperado; e
 - freqüência: número de eventos por unidade de tempo;
- 4) avaliação qualitativa da estrutura; e
- 5) avaliação quantitativa da árvore : uma vez obtida a estrutura final da árvore e as probabilidades para os eventos básicos, calcula-se a probabilidade para o evento-topo.

Os diversos elementos, definidos na etapa 3, têm uma simbologia própria, apresentada na tabela 3.8.

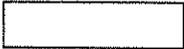
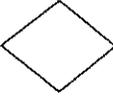
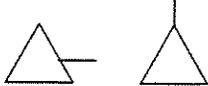
Símbolo	Significado
	Comporta de inibição
	Evento básico
	Evento casa
	Evento intermediário
	Evento não
	Portão "E"
	Portão "OU"
	Transferência para outra parte da árvore

Tabela 3.8: Simbologia da análise de árvore de falhas

Fonte: TEIXEIRA JÚNIOR (1998)

Na figura 3.6 é apresentado um exemplo de árvore de falhas para o transporte de produto perigoso.

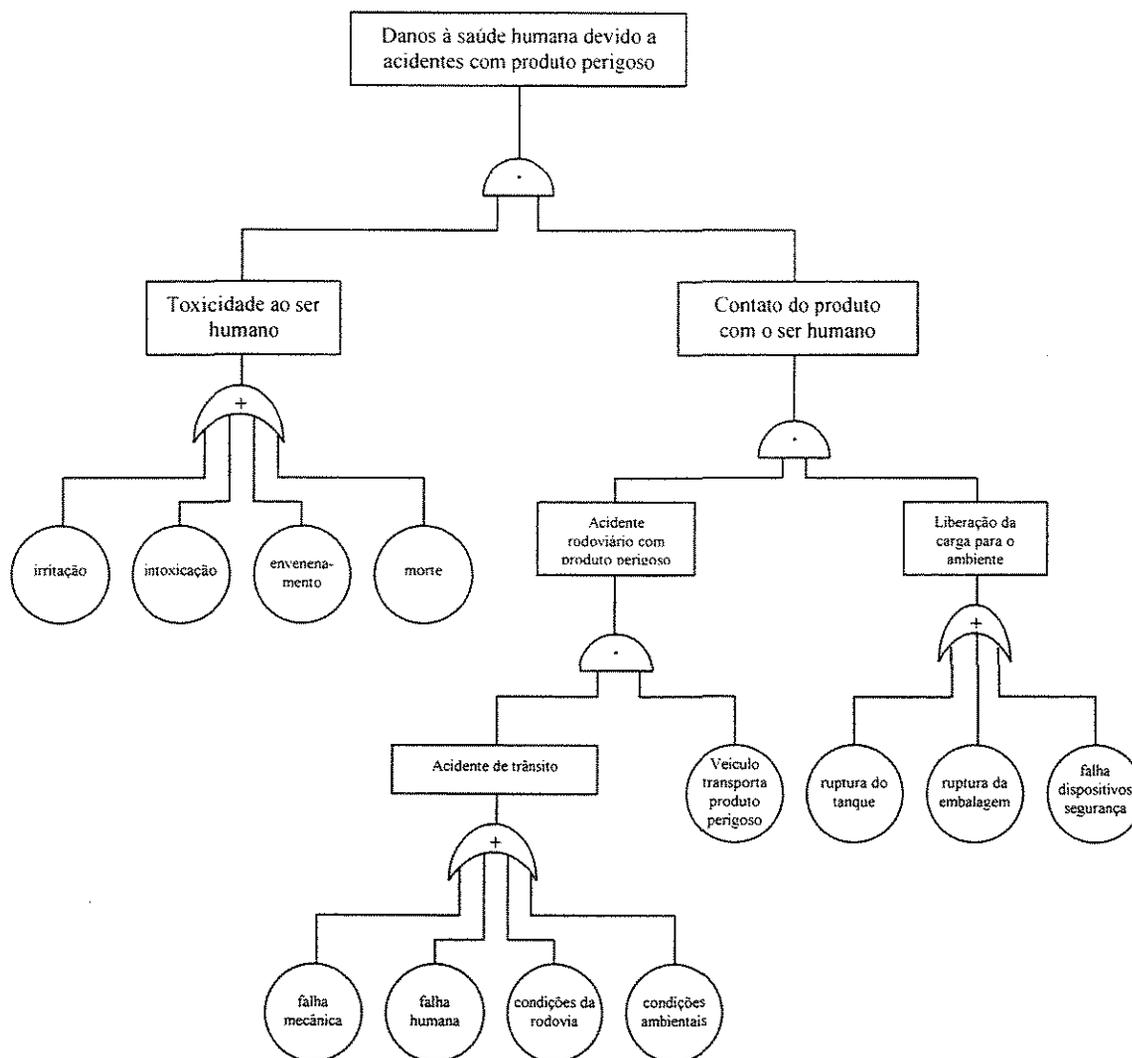


Figura 3.6: Árvore de falhas para o transporte de produtos perigosos

Fonte: TEIXEIRA JÚNIOR (1998)

3.4.2 Análise da Árvore de Eventos

Segundo CHICKEN (1986), a análise da árvore de eventos é semelhante à análise da árvore de falhas. O que as torna diferentes é o fato da árvore de eventos explorar as conseqüências dos eventos indesejáveis.

A árvore de eventos é montada com a mesma simbologia da árvore de falhas, apresentando um evento principal (topo) e as conseqüências geradas por esse evento.

REAL (2000) mostra a junção dessas duas árvores, ou seja, uma árvore de falhas e eventos, apresentando as causas e conseqüências de acidentes rodoviários com caminhões tanque. Apresenta-se, na figura 3.7, apenas o ramo da árvore relativo à árvore de eventos.

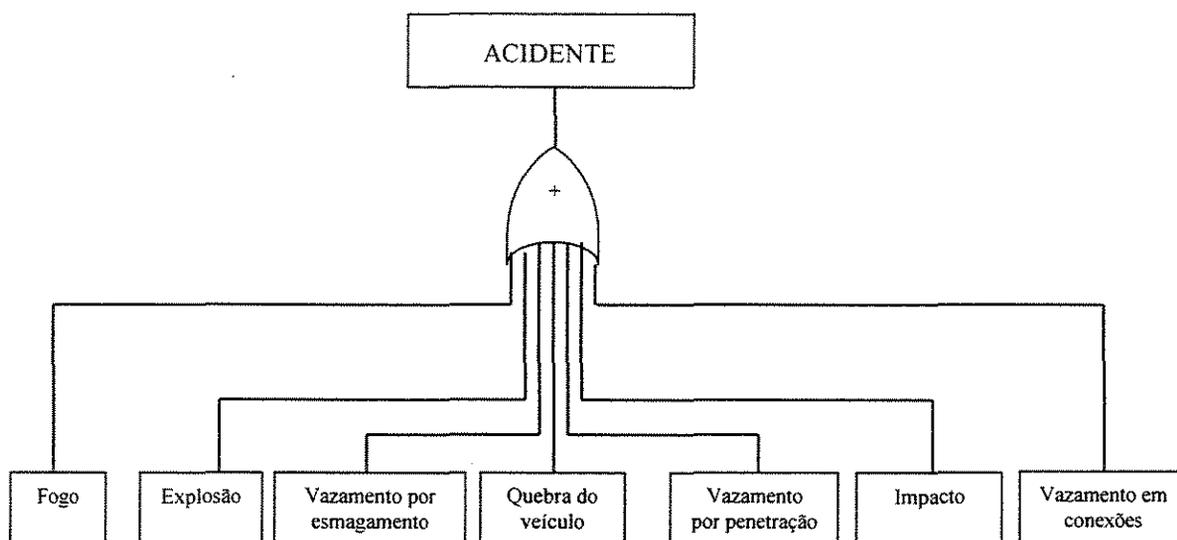


Figura 3.7: Modelo de Árvore de eventos

Fonte: REAL (2000), adaptado

De acordo com o exemplo, após ocorrer um acidente com transporte de produto perigoso, as conseqüências poderão ser explosão, ou falha mecânica, ou vazamento etc.

A junção dessas duas árvores, em Árvore de Falhas e Eventos, também é conhecida como Análise de Causa e Conseqüência.

3.5 Tomada de decisão

De posse da avaliação dos riscos, cabe ao decisor escolher o caminho a seguir.

A própria avaliação feita anteriormente poderá indicar algumas decisões a serem tomadas frente ao risco. Essas medidas poderão ser, na melhor opção, preventivas, com o intuito de evitar o acontecimento dos eventos indesejáveis, ou pelo menos reduzir ao máximo seus efeitos. E, na pior das hipóteses, as medidas serão corretivas, caso os eventos tenham ocorrido.

A escolha da medida a ser tomada não se restringe apenas às opções que foram sugeridas pela etapa de avaliação de riscos. A experiência do decisor, ou decisores, é levada em consideração juntamente com o nível de risco a ser aceito.

Em alguns casos, de acordo com a probabilidade de ocorrência do evento indesejável e/ou suas conseqüências, a melhor decisão pode ser deixar como está, também conhecida como alternativa zero.

3.6 Supervisão

Após a decisão ter sido tomada e colocada em prática, faz-se necessário rever todo o andamento do processo frente à execução da medida.

Essa etapa supervisiona a execução, controlando qualquer mudança que possa ocorrer na implantação da medida de segurança adotada. Essa revisão é contínua, até o final da operação, passando por todas as etapas anteriores de identificação e avaliação de riscos e tomada de decisão.

4 APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE RISCOS

O trabalho de aplicação da Análise de Riscos iniciou-se com a busca de uma empresa de transporte rodoviário de carga geral que autorizasse a realização do estudo. Foi escolhida, estrategicamente, a cidade de Uberlândia, no triângulo mineiro, por sua importância no setor de transferência e distribuição de cargas no Brasil, ligando as Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Além disso, Uberlândia é sede das três maiores empresas nacionais de atacadistas e distribuidores.

Destas três empresas, apenas uma autorizou o estudo. Em função de se utilizar dados, informações e procedimentos sigilosos, a identidade da empresa, a seu pedido, não será revelada. O estudo na empresa foi feito durante o período de janeiro a junho de 2003.

A aplicação da Análise de Riscos será baseada principalmente nas etapas descritas por TAYLOR (1994) e pela MARINHA BRASILEIRA (1995), ambas apresentadas no capítulo anterior.

A ordem das etapas é a seguinte:

- Definição dos limites do sistema;
- Definição dos objetivos da análise;
- Identificação de perigos;
- Avaliação de riscos.

4.1 Definição dos Limites do Sistema

O trabalho proposto abrangerá o transporte de carga geral feito por uma empresa atacadista e transportadora, tanto em operação de Transferência quanto de Distribuição.

Na operação de Transferência, com saída na sede e destino às filiais, a empresa possui alguns clientes, sendo o maior deles o próprio atacadista, ou seja, a maior parte das operações de transporte é feita para atender às vendas do próprio atacadista, sendo poucos

os clientes que contratam a empresa para transportar suas mercadorias. Esse fato contribui para que a empresa padronize seu modo de entrega, seguindo suas próprias regras e, em algumas situações especiais, siga os padrões determinados pelo cliente externo (podendo aumentar o custo da operação).

A empresa possui ao todo 23 filiais, divididas em 1 Centro de Distribuição Avançado (CDA) e 22 Centros de Distribuição Econômicos (CDE). O CDA é situado na cidade de São Paulo e se encarrega de receber as mercadorias e armazená-las para serem distribuídas posteriormente nas cidades vizinhas. O CDE é apenas um posto de atendimento que recebe o veículo de transferência e distribui sua carga de imediato nos veículos menores para efetuarem a distribuição. Os CDEs podem atender a cidades que estejam em um raio de até 600 km e são os seguintes:

- Rio de Janeiro;
- Contagem;
- Ribeirão Preto;
- Brasília;
- Goiânia;
- Londrina;
- Limeira;
- Curitiba;
- São José do Rio Preto;
- Itapetininga;
- Marília;
- São José dos Campos;
- Porto Alegre;
- Três Corações;
- Feira de Santana;
- Santa Inês;
- Vitória da Conquista;
- Barreiras;

- Araguaína;
- Vitória;
- Niterói;
- São Vicente.

A frota da empresa é composta de 373 veículos, sendo 117 para a operação de Transferência (com 2 modelos de veículos do tipo carreta) e 256 para a operação de Distribuição (com 16 modelos de veículos dos tipos caminhão baú, caminhão $\frac{3}{4}$ e van, variando na capacidade de carregamento).

As cargas transportadas pela empresa são dos seguintes tipos:

- Alimentos não perecíveis manufaturados;
- Materiais de higiene e limpeza;
- Produtos extra-farmácia (produtos vendidos em farmácia mas não são remédios, exemplo: água oxigenada, preservativos etc.);
- Lâmpadas;
- Materiais de construção.

De acordo com o histórico do ano de 2002, o volume médio transportado por mês é de 6000 toneladas.

A área do armazém na sede da empresa é de 28.000 m², possuindo 7 docas para o recebimento e 28 docas para a expedição de veículos. Por essas características, é considerada como uma grande empresa tanto atacadista quanto distribuidora em âmbito nacional.

As atividades escolhidas para serem abordadas na aplicação de Análise de Riscos, a princípio, foram as seguintes:

1. Definição de rotas e horários de viagem;
2. Escolha e preparação de veículos e motoristas;
3. Monitoramento do veículo; e

4. Deslocamento do veículo.

A escolha dessas atividades foi baseada nos fatores que influenciam o TRC apresentados no Capítulo 2. Não seria possível abordar todas as atividades que compõem o TRC por falta de tempo para realização da pesquisa na empresa. Optou-se então, por escolher as atividades que estivessem mais diretamente envolvidas com a operação do transporte propriamente dito, dando-se preferência para as que tivessem um tempo menor de execução e envolvessem uma quantidade menor de funcionários.

Após uma avaliação do modo de execução dessas atividades pela empresa, de acordo com cada departamento, foi possível perceber que elas serão melhor avaliadas se forem divididas da seguinte forma:

1. Definição de rotas e horários de viagem (roteirização);
2. Escalas de veículos, motoristas e cargas;
3. Preparação de veículos;
4. Escolha e preparação de motoristas;
5. Monitoramento de frota ou acompanhamento de viagem.

As atividades de números 1, 2 e 5 são realizadas pela área de Planejamento e Controle de Produção (PCP) da empresa constituindo o planejamento do transporte. A atividade de número 3 está ligada ao departamento de Manutenção e a de número 4 ao departamento de Recursos Humanos.

Essas atividades serão contempladas para a sede em Uberlândia, pois no CDA e nos CDEs não é realizada a atividade de monitoramento de frota. As atividades estão descritas no item 4.3.

4.2 Definição dos Objetivos

O objetivo principal do trabalho é desenvolver uma aplicação da Análise de Riscos que identifique perigos e avalie os riscos que possam comprometer a carga, o

veículo e o motorista, em uma empresa transportadora de carga geral. Espera-se que o resultado colabore para que os responsáveis pelas decisões possam implantar medidas a favor da segurança nesse tipo de transporte.

A seguir são apresentadas as etapas a serem cumpridas para o desenvolvimento da aplicação:

1. Descrição das atividades envolvidas diretamente na preparação e execução do transporte propriamente dito;
2. Aplicação de métodos de identificação de perigos nas atividades selecionadas, conforme explicado no item 4.1;
3. Levantamento das ocorrências de eventos indesejáveis na empresa (relacionados com interrupção indesejável de viagem e insatisfação do cliente quanto ao serviço prestado);
4. Aplicação de métodos de avaliação de riscos, que incluem a estimativa de probabilidades e a análise das conseqüências geradas pelos eventos indesejáveis.

Além dessas etapas, serão também apresentadas algumas sugestões para a eliminação ou redução dos riscos.

4.3 Descrição das Atividades

Para obter as informações relativas às atividades estudadas, foram feitas entrevistas com os funcionários responsáveis por cada uma delas. No início, questionou-se a respeito da execução detalhada de cada atividade, indicando sua realização passo-a-passo. Em seguida, foram feitos acompanhamentos diários para observar o funcionamento de todas as atividades na prática para, a seguir descrevê-las.

4.3.1 Roteirização

As operações de transferência realizadas pela empresa são originadas na sede com os seguintes destinos: um centro de distribuição avançado (CDA) e 22 centros de

distribuição econômicos (CDE). No primeiro destino, o veículo de transferência leva a carga até um centro de armazenagem e, a partir daí, é distribuída em veículos menores para serem entregues nas localidades próximas. No segundo caso, a carga é levada até um CDE e já é distribuída nos veículos menores para as cidades próximas (não é armazenada).

Como a transferência é feita a poucas cidades (apenas 23), a rota já é previamente estabelecida. Apenas para a distribuição no resto do país é que as rotas são variadas e determinadas periodicamente.

Depois de estabelecidas as cargas a serem entregues, com especificação de quantidades, localidades e prazos, a etapa seguinte é a de definição de rotas, ou roteirização como também é conhecida.

Para a escolha da rota, utiliza-se um *software*, cujos resultados são avaliados e ajustados por um analista. Em seguida são escolhidos os veículos e motoristas a serem utilizados no transporte. A roteirização compreende então duas fases: sugestão de rotas pelo *software* e ajuste final pelo analista. Com esse resultado final, é feito o romaneio de cargas por outro *software*, ou seja, a ordem em que as cargas deverão entrar no veículo em função da entrega, além disso é observada a posição dessas cargas em relação aos eixos do veículos, para não ultrapassar o peso permitido por eixo.

O *software* utilizado pela empresa, para a definição de rotas, gera um grupo eficiente de rotas e programações dentro de um grupo de restrições ou parâmetros. O *software* possui um roteirizador automático que cria rotas e programações baseadas em duas características comuns de entrada: ambiente e requisições de embarque.

O ambiente é uma coleção de informações que representam a operação de transporte, e possui as seguintes características:

- Lista e parâmetros do sistema: características como a capacidade de carroceria da frota e o número máximo de paradas que pode ser feito em uma rota;
- Rede de estradas: rede viária, ruas e estradas disponíveis para tráfego de caminhões;
- Localidades de serviços: pontos designados de onde a mercadoria deve ser retirada e onde ela deve ser entregue.

As requisições de embarque são feitas a partir de pedidos individuais, que representam a necessidade de mover uma certa quantidade de mercadorias de uma localidade de serviço para outra. Esses pedidos são compostos de destinos da carga, carregamentos e descargas intermediárias ou carregamentos posteriores.

As rotas geradas no *software* são compostas de uma seqüência de paradas e uma lista de pedidos relativa a cada parada. Também incluem:

- Um programa detalhado de informações, incluindo despacho, retorno, tempo livre e períodos de espera (descanso e entregas);
- Horários de chegada em cada parada; e
- Distâncias planejadas de viagem entre paradas.

Com todas essas informações fornecidas pelo *software*, faz-se necessário reajustar os resultados sugeridos em função da capacidade de atendimento de cada CDE, do valor de carga por veículo e da quantidade de entrega por filial. O programa não possui um dispositivo capaz de ajustar a quantidade de carga nos veículos em função do valor. Também podem aparecer sugestões de carregamento que vão lotar um veículo enquanto outro veículo sairá com grande capacidade ociosa (ao invés de saírem dois veículos com metade da carga cada um). É preciso verificar a compatibilidade entre quantidade de pedidos a ser entregue e prazo de entrega combinado.

Passa-se, então, para a segunda fase da roteirização, onde um analista reavalia as rotas que podem estar cruzadas (quando um veículo precisa fazer duas entregas em um

mesmo caminho e, ao invés de aparecer uma rota com duas entregas, aparece a rota duas vezes com duas entregas); os tempos sugeridos pelo programa; a distribuição da carga por veículo (analisando valor e peso), reorganizando as rotas e o carregamento que forem necessários, utilizando, para isso, a experiência e o conhecimento das rotas em questão. As rotas resultantes dessa escolha referem-se apenas aos trechos rodoviários; fica então a cargo do motorista definir qual caminho seguir assim que ele entrar no perímetro urbano, por meio de conhecimento que possui da região, das condições ambientais e de tráfego no momento da entrega.

A definição de horário de saída dos veículos já é pré-determinada nas operações de transferência em função do atendimento das filiais. A filial transmite para a matriz o horário de entrega da carga combinado com o cliente e o processo é feito ao inverso. A partir desse horário de atendimento, a matriz calcula o tempo necessário para que o veículo seja carregado, o tempo gasto na viagem, no descarregamento, carregamento e liberação do veículo de distribuição. Portanto, o horário de saída de viagem do veículo de distribuição fica determinado em função da chegada do veículo de transferência na filial. Assim, quem acaba definindo o horário de partida do veículo inicial na matriz é o cliente, em função do seu horário de funcionamento, disponibilidade de funcionários para efetuar o descarregamento e armazenagem das cargas etc.

Para a aplicação da Análise de Riscos, foi considerado, previamente, que a atividade de definição de rotas seria tratada em conjunto com a atividade de definição de horário de viagem. De acordo com o apresentado acima, foi possível perceber que ambas atividades são abordadas, pela empresa, de forma separada, mas não independente. Para se efetuar a roteirização, é preciso saber com antecedência o horário no qual o veículo de transferência deverá sair da matriz (em função do horário combinado para chegada ao cliente). A partir daí, os horários e dias de roteirização são pré-determinados para cada filial. O atraso de uma atividade implica o atraso da outra. Como a definição do horário de viagem não está a cargo da empresa, então essa atividade não será abordada neste estudo. Apenas serão abordadas as implicações do atraso na saída de viagem.

4.3.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas

A etapa seguinte à Roteirização é a de Escalas de Veículos, Motoristas e Cargas. Com as rotas e a quantidade de entregas (separadas por peso, volume e valor) em mãos, a equipe de escala de veículos passa a definir quantos e qual o tipo de veículo a ser utilizado para atender a essa demanda. Para esse trabalho utiliza-se outro *software*, que possui uma base de dados contendo todos os veículos da empresa separados por modelos e capacidade de carga e mostra a situação atual do veículo, se está em manutenção na oficina interna, em viagem ou retorno e se está abastecido ou não.

Com os veículos escolhidos, agrupam-se as cargas em blocos, de acordo com a densidade permitida por eixo de veículo e também de acordo com a ordem em que a carga deve entrar no veículo. Esse agrupamento de cargas não é feito pelo mesmo *software* utilizado para escala de veículos e motoristas. É uma operação que utiliza os recursos de uma planilha eletrônica onde se registram os pesos e volumes das cargas para cálculo de densidade e ajustam-se manualmente as cargas em blocos. Essa última operação é conhecida como romaneio de cargas: o último pedido a ser entregue é o primeiro a ser carregado.

Para cada veículo já existe um motorista associado; portanto, ao escalar o veículo, já se sabe qual motorista fará o trajeto. Esse procedimento adotado pela empresa visa avaliar o desempenho do motorista quanto à utilização e cuidado com o veículo e os equipamentos da empresa.

Em seguida, esses resultados são enviados para a expedição, que se encarrega de escalar o box de estacionamento dos veículos para que eles sejam carregados (em função da posição da carga no armazém) e indicar como será feito o acondicionamento da carga. Durante o carregamento, é utilizado um coletor de dados que faz a leitura dos pedidos e indica qual é a posição das cargas no armazém, separadas por setores.

4.3.3 Preparação de veículos

O mesmo *software* utilizado para escala de veículos e motoristas indica o retorno de viagem do veículo assim que ele passa pela portaria da matriz. Dada essa entrada, o motorista entrega ao responsável uma ordem de serviço (OS), que é uma lista preenchida por ele para registrar alguma disfunção observada durante a viagem (barulho estranho nos componentes do veículo, pneus etc.). Daí o veículo vai para o posto de abastecimento e oficina.

Inicialmente, é feita uma vistoria que indica a situação do veículo quanto à documentação, equipamentos obrigatórios e confirmação da OS: para isso, é utilizada uma lista de verificação. O veículo é abastecido e é feito um controle de quilometragem e abastecimento. Um *software* controla essa base de dados por veículo. É aberta uma OS oficial que, além das inspeções requeridas pelo motorista, contém uma inspeção mais detalhada pelo mecânico do posto de abastecimento; a partir desse ponto é autorizado o serviço de reparos e manutenção.

Ao armazenar os dados de quilometragem, o *software* indica se o veículo deve passar pelas manutenções preventivas do tipo A/B ou C. A manutenção do tipo A/B, que inclui troca de óleo, filtro etc., é para veículos que percorreram 15.000 quilômetros. A manutenção do tipo C, mais detalhada, é para veículos com 60.000 quilômetros percorridos.

As manutenções são efetuadas tanto na matriz quanto nas filiais. Assim que o sistema recebe a informação de quilometragem e abastecimento, o veículo é verificado. Para a execução dessas tarefas nas filiais, a empresa conta com convênio de postos de combustíveis para abastecimento e lavagem, e com a terceirização dos serviços de mecânica.

A primeira lista de verificação a que o veículo se submete trata de uma inspeção inicial que avalia a condição do veículo quanto ao estado de conservação, situação dos equipamentos, cabine, baú, pneus, se houve necessidade de manutenção durante a viagem,

violação de lacres. Em seguida, o veículo é inspecionado quanto à manutenção preventiva do tipo A/B e do tipo C, se houver necessidade, submetendo-se a uma lista de verificação que avaliará os componentes do motor, transmissão, eixos dianteiro e traseiro, suspensão, chassi, sistema de freios, elétrico, direção, cabine, borracha e baú.

4.3.4 Escolha e preparação de motoristas

O processo de seleção de motoristas se inicia com a solicitação de abertura de vaga por algum supervisor de motorista, seja da sede ou de qualquer filial. Quando a vaga é aprovada pelo gerente, o departamento de recursos humanos se encarrega de verificar o banco de talentos ou se há alguma indicação que possibilite remanejamento ou preenchimento da vaga internamente; caso isso não aconteça, então se faz a divulgação externa por meio de informativos locais.

Faz-se primeiramente uma análise curricular do candidato, verificando sua experiência na atividade, estabilidade em outros empregos e, caso se trate de algum ex-funcionário, é analisado também como foi sua atuação na empresa e qual foi o motivo do desligamento.

Os aprovados passam por testes psicológicos, testes básicos de matemática e alguns testes situacionais que verificam as exigências do cargo. Nessa fase também é aplicado o teste P.I. (*Prindex Index*), que analisa todo o perfil comportamental do candidato e o compara com o perfil procurado pela empresa. Em seguida, são encaminhados para entrevista com o responsável do setor de recursos humanos e também uma entrevista mais rigorosa com o supervisor de motoristas, que avaliará mais detalhadamente o seu desempenho, quantidade que já transportou e responsabilidades no trabalho.

Se o candidato passar por essa fase, a empresa encaminha seus resultados para a seguradora que tem um departamento de multi-cadastro onde se verificam antecedentes criminais, quantidade de cheques que já voltaram de suas contas, sindicância em empregos anteriores e situação na Centralização de Serviços dos Bancos S/A (Serasa).

Se nada constar do multi-cadastro, o motorista é contratado. Depois de contratado, o motorista passa por um treinamento de integração para conhecer o funcionamento da empresa. Esse treinamento de integração é feito pelo próprio supervisor do C.D. responsável pela contratação e contém três tipos de informações: administrativas, comportamentais e operacionais.

A primeira parte apresenta a empresa, sua história, sua atividade, valores, missão, estrutura organizacional. Nesse momento também se explica o funcionamento da empresa quanto aos departamentos jurídico, financeiro, recursos humanos e segurança do trabalho. A segunda parte trata do comportamento que o motorista deve ter, quais atitudes tomar diante do cliente, orientando-o quanto à aparência, postura, higiene pessoal, humor, atenção ao cliente. A última etapa do treinamento informa ao motorista como ele deve efetuar a entrega, quais cuidados deve ter com a mercadoria, como receber o pagamento pelo transporte, o transbordo, como carregar o caminhão, enfim, todas as informações relacionadas à operação.

4.3.5 Monitoramento de frota

O monitoramento é o acompanhamento do veículo durante a viagem, por meio de um equipamento instalado no caminhão que permite uma comunicação móvel de dados, podendo ser via rádio ou via satélite.

Para as operações de transferência, todos os veículos são monitorados via satélite, utilizando-se para isso recursos de comunicação do satélite BrasilSAT (com cobertura em toda América Latina) e de posicionamento de uma constelação de satélites GPS (Sistema de Posicionamento Global), permitindo a troca instantânea de mensagens entre os veículos e sua base de operação, que se encontra na sede da empresa

O equipamento de monitoramento via satélite é composto de duas partes:

- *Hardware*: Terminal de comunicação móvel (MCT- *Mobile Communication Terminal*) e *GPS Receiver* (GPS Receptor);
- *Software*: QTRACS-BR instalado na base de operações na sede da empresa.

A seqüência de informações é a seguinte: o GPS informa ao veículo dados sobre sua localização; o MCT instalado no caminhão repassa para o satélite BrasilSAT essas informações, acrescentando informações sobre as condições de segurança da rodovia. O satélite retransmite à central de monitoramento e esta, para o cliente, por meio de sua base de operações na empresa. Essa operação dura até 2 minutos. A central de monitoramento na empresa consegue monitorar até 30 veículos ao mesmo tempo.

O equipamento instalado no veículo possui alguns dispositivos que auxiliam na segurança da operação e, quando há necessidade, são acionados por comandos (sinais via satélite) enviados pela base de monitoramento. São eles:

- Botão de pânico: utilizado em caso de emergências, comunica imediatamente o monitor de plantão sobre a ocorrência de roubo ou situações suspeitas. A mensagem não precisa ser digitada, bastando apenas um toque no botão para que a empresa seja notificada de que algo errado está acontecendo, podendo assim tomar as devidas providências. Tais mensagens são transmitidas na frente de qualquer outra, o que permite que a emergência seja comunicada em tempo real;
- Bloqueio do motor: em situações de emergência, como a perda prolongada de sinal ou uma tentativa de roubo, o monitor envia um comando de bloqueio de combustível para o veículo, imobilizando-o, travando todas as portas e impedindo que qualquer pessoa consiga entrar ou sair do cavalo;
- Travamento das portas do baú: o acesso de pessoas à carga do baú também pode ser restrito. Em situações de emergência, o baú pode ser travado, abrindo apenas com a autorização do operador ou após um determinado período de tempo;
- Sensor de carona: dispositivo que envia um sinal assim que a porta do lado do passageiro é aberta. Como os motoristas não podem oferecer transporte gratuito, fica

claro que a porta foi aberta sem motivo justificável, podendo ser um indício de que alguém abriu a porta sem autorização do motorista; e

- Desengate da carreta: dispositivo que identifica se a carreta foi desengatada. Em alguns roubos, os ladrões já chegam com outro cavalo e apenas retiram a carreta e engatam-na em seu veículo. Com essa informação de desengate da carreta, os monitores podem acionar imediatamente a polícia rodoviária local e a seguradora.

Para as operações de distribuição na região da Grande São Paulo, os veículos são monitorados via rádio. A base de operação não é na própria empresa, mas terceirizada: uma operadora de rádio acompanha a operação de transporte e efetua toda a comunicação via rádio.

Dentro do veículo há um rádio que o motorista utiliza para comunicar à base de operação comandos de saída e chegada do veículo. Em uma situação suspeita, o único dispositivo que pode ser acionado é um bloqueio de abertura do baú enviado pelo monitor na base, via rádio.

Para os dois tipos de monitoramento (via rádio ou satélite), os monitores de plantão nas bases esperam as seguintes informações dos motoristas (conhecidas tecnicamente como macros):

- Início de viagem;
- Parada para abastecimento;
- Parada para refeição;
- Parada para dormir (quando for o caso);
- Parada para entrega de carga.

Além dessas informações, os monitores acompanham a operação de transporte verificando os seguintes itens:

- Posição do veículo: verificada constantemente, de acordo com o valor da carga, ou da rota seguida (para cargas com valores mais altos, ou para rotas mais perigosas, a frequência de verificação da posição é maior);

- Chave de ignição: verifica se o veículo está desligado e o motorista não informou parada prevista;
- Desvio de rota: verifica se o motorista está cumprindo a rota pré-estabelecida;
- Eventos inesperados: verifica a ocorrência de eventos não previstos na viagem.

Para cada um dos itens acima existe um procedimento a ser seguido pelo monitor de plantão, por meio do *software* de operação do sistema.

4.4 Identificação de Perigos

Os métodos de identificação de perigos escolhidos foram: FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) e a Lista de Verificação (*Check-list*). O primeiro método abordará as atividades de números 1, 2, 4 e parte da atividade 5 (inicialmente as atividades 4 e 5 seriam abordadas apenas pela Lista de Verificação). A atividade 3 e parte da atividade 5 serão abordadas pelo segundo método. Depois de analisar a definição de cada atividade e suas execuções fez-se a escolha dos métodos. Apesar de todos serem aplicados anteriormente em áreas de produção foi possível perceber que tanto o FMEA quanto o *Check-list* podem ser aplicados em atividades que possuem etapas bem definidas de execução. Não se utilizou o *what-if* pela grande variedade de situações que o método pode gerar e também não se optou pelo HAZOP por ser um método que utiliza um guia de palavras que envolveria um julgamento prévio da situação estudada.

Nas atividades onde se utilizou o método FMEA, foi feita uma adaptação da tabela de FMEA apresentada no Capítulo 3, eliminando-se as colunas relativas à correção, frequência de falha, grau ou efeito de falha e observações (colunas 6, 7, 8 e 9 respectivamente). Isso devido à falta de informações para preenchimento de algumas delas, nas diferentes atividades.

Tentou-se responder às perguntas propostas pelo método para cada coluna da seguinte forma:

- Identificação: quais os componentes da atividade, se ela está dividida por etapas ou não;
- Função: qual é a função de cada etapa da atividade;
- Modos de falha: como essa etapa pode falhar, se existia um ou mais modos de falha;
- Efeito em outras unidades do sistema: diante da falha mencionada anteriormente, como isso influencia o funcionamento de outras atividades, principalmente as atividades subseqüentes;
- Efeito no sistema: como essa falha influencia o resultado da operação completa de transporte.

As duas primeiras colunas foram facilmente preenchidas pela própria descrição da atividade feita anteriormente. As colunas seguintes foram respondidas pelos funcionários em entrevistas e, em alguns casos, foi possível observar a falha durante a operação.

4.4.1 Roteirização

O procedimento para realização da atividade é obedecido por dois funcionários responsáveis, seguindo o mesmo roteiro apresentado na sua descrição. Os funcionários executam a mesma quantidade de roteirizações por semana e para os mesmos lugares, quando se trata do CDA e CDEs, e alguns clientes também já possuem datas de entregas pré-estabelecidas. Apesar das rotas serem definidas em dias da semana e horários previamente determinados, os dois funcionários conhecem todos os destinos a serem seguidos por trabalharem em turnos diferentes que se alternam semanalmente.

Para a identificação de perigos nessa atividade, os dois funcionários foram entrevistados separadamente e responderam da mesma forma às perguntas relativas aos possíveis modos de falha e efeitos em outros sistemas, indicando os mesmos resultados.

As etapas consideradas na atividade são: geração de rotas e balanceamento de rotas.

Na tabela 4.1, apresenta-se a aplicação de FMEA a essas duas etapas.

Ident.	Função	Modos de falha	Efeito em outras unidades do sistema	Efeito no sistema
Geração de rotas	Gerar rotas de distribuição que atendam a uma ordem de pedidos, por meio de um <i>software</i> .	Sistema de operação do <i>software</i> não funciona, ou aplicativo com defeito	Definição de rotas será feita manualmente, atrasando as operações seguintes	- Atraso na entrega da carga - Devolução de mercadorias, gerando gastos desnecessários em viagens incorretas
		Entrada incorreta de dados no sistema	Definição de rotas e/ou carregamentos incorretos.	
Balanceamento de rotas	Selecionar ou reorganizar as rotas geradas na etapa anterior, em função do número de entregas, capacidade de operação do CDE, valor da carga.	Erro na operação do sistema. Exemplos: cruzar rotas, exceder a quantidade de cidades a serem atendidas por rota (ultrapassando o limite de atendimento do CDE)	Definição de rotas e/ou carregamentos, incorretos.	- Sobrecarga de veículos - Definição de rotas ineficientes (maior custo e tempo de entrega)

Tabela 4.1: Aplicação de FMEA à atividade de roteirização

4.4.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas

De modo semelhante à atividade anterior, essa atividade também é executada por dois funcionários que obedecem ao procedimento apresentado na descrição da atividade. Apesar da atividade ser executada em duas etapas independentes, a primeira por meio da utilização do software para escalar os veículos e motoristas, e a segunda para agrupar as cargas por meio da planilha eletrônica, decidiu-se tratá-la na identificação de perigos como sendo uma única etapa, por serem operações bem mais simples e rápidas que as da atividade anterior. A tabela 4.2 apresenta a aplicação do FMEA para essa etapa única.

Identificação	Função	Modos de falha	Efeito em outras unidades do sistema	Efeito no sistema
Escalas de veículos, motoristas e cargas	Definição da quantidade e do tipo de veículo a ser utilizado, definição do motorista (utiliza-se um <i>software</i> para isso) e escala de cargas para o faturamento (ajuste manual)	Sistema de operação do <i>software</i> não funciona ou aplicativo com defeito	A escala é feita manualmente, conseqüentemente o veículo é escalado com atraso, gerando atraso na operação de faturamento	Atraso nas operações seguintes (carregamento, saída de viagem), gerando atraso na entrega e insatisfação do cliente
		Erro ao transmitir alguma escala de carga para o faturamento (por se tratar de uma operação manual)	Faturamento não emite a nota fiscal da mercadoria	Gerar multas em postos fiscais por falta de notas;

Tabela 4.2 : Aplicação de FMEA à atividade de escalas de veículos, motoristas e cargas.

4.4.3 Preparação de veículos

Para a identificação de perigos na preparação de veículos, foi escolhido o método das listas de verificação (*check-list*). Essa atividade é executada por um grande número de funcionários, passando por várias etapas, como foi apresentado na sua descrição. A escolha da lista de verificação foi devido ao fato do motorista já chegar com uma lista preenchida durante a viagem, apresentando uma ordem de serviços que precisam ser executados para preparar o veículo para a próxima viagem, e também por essa atividade apresentar várias etapas, desde os reparos solicitados na ordem de serviços, passando pela verificação de manutenções preventivas, até o abastecimento final. Ao entrevistar os funcionários que exercem a atividade, foi possível identificar inúmeros modos de falhas que são contemplados pelas próprias listas de verificações utilizadas pela empresa, tanto para abertura de ordem de serviço, quanto para as manutenções preventivas. Isso implica que qualquer apontamento negativo em alguma lista de verificação pode ser a indicação de um modo de falha. Se o FMEA fosse utilizado para identificação de perigos nessa atividade, a resposta à pergunta relativa aos possíveis modos de falha seria uma lista de possíveis

defeitos apresentados pelo veículo, onde qualquer um dos componentes poderia resultar em uma outra lista de efeitos em outras unidades do sistema e no próprio sistema.

As listas de verificação foram elaboradas pela empresa para averiguar as condições do veículo assim que ele retorna de viagem e para sua manutenção após atingir uma certa quilometragem. São utilizadas em todos os veículos, tanto de distribuição quanto de transferência. As verificações abrangem as seguintes etapas: condição do veículo ao retornar de viagem, limpeza do veículo, execução da ordem de serviço de reparos, manutenção preventiva do tipo A/B (após 15.000 quilômetros percorridos), manutenção preventiva do tipo C (após 60.000 quilômetros percorridos) e abastecimento.

As listas de verificação adotadas neste trabalho foram exatamente as mesmas já utilizadas pela empresa, pois foram desenvolvidas com a intenção de atender às necessidades de manutenção dos veículos, obedecendo às normas técnicas e de segurança.

A primeira lista de verificação utilizada pode caracterizar alguns sintomas ou defeitos indesejáveis do veículo e já apresenta possíveis falhas mecânicas encontradas. A segunda lista verifica todos os passos a serem executados para a prevenção de situações indesejáveis.

A seguir são apresentadas as listas utilizadas pela empresa para a verificação da situação de retorno do veículo (Tabela 4.3), para a manutenção preventiva do tipo A/B (Tabela 4.4) e do tipo C (Tabela 4.5).

Componente a ser verificado	Sim	Não
Veículo acidentado		
Cabine amassada		
Cabine arranhada		
Cabine suja internamente		
Baú amassado		
Baú arranhado		
Baú furado		
Baú travado		
Baú sujo internamente		
Placa dianteira / traseira em mau estado		
Pára-choque em más condições		
Lameiros em más condições		
Pneus com corte nos talões		
Pneus com corte na banda de rodagem		
Pneus com corte nos flancos		
Pneus com baixa pressão		
Estepes em más condições		
Estepe sem cadeado		
Lacre de placa violado		
Lacre de tacógrafo violado		
Identificação (pintura) do veículo em bom estado		
Instalações elétricas em bom estado		
Ordem de serviço preenchida corretamente		
Despesas de manutenção na estrada / peças trocadas		
Consta cinto de segurança		
Consta extintor de incêndio		
Consta triângulo		
Caixa de ferramentas contém macaco		
Caixa de ferramentas contém chave de roda		
Caixa de ferramentas contém cabo de força		
Antena do <i>autotrack</i> em funcionamento		
Cabo de ligação da carreta em funcionamento		
Sensor de corte de combustível em funcionamento		

Tabela 4.3: Lista de verificação das condições do veículo ao retornar de viagem

Componente a ser verificado	✓
Motor	
Trocar óleo do motor	
Trocar filtro de óleo do motor	
Trocar filtro de diesel	
Trocar filtros d'água de arrefecimento	
Trocar elemento de filtro racor	
Soprar elemento de filtro de ar	
Examinar tubulações filtro de ar	
Nível do líquido do radiador	
Reservatório de expansão e tampas	
Fixação do radiador e calços	
Flexibilidade e trincas nas mangueiras	
Condições do radiador, abraçadeiras / tampa	
Folga da bomba d'água e hélice	
Coxins e travessas de fixação do motor	
Vazamento e fixação das tubulações diesel	
Regular cabo acelerador	
Examinar correias em geral	
Condições e fixação do escapamento	
Examinar cabo de parada do motor	
Transmissão	
Nível do fluido da embreagem	
Vazamento câmbio e limpar respiro	
Nível de óleo do câmbio	
Folga nos coxins, alavanca das marchas	
Cardans, rolam, cruzetas e fixação e cintas	
Eixo dianteiro	
Folga nos rolamentos dianteiros	
Folga embuchamento eixo dianteiro	
Eixo traseiro	
Retentor e luva do pinhão	
Verificar existência de vazamentos nos retentores traseiros	
Vazamento diferencial / limpar respiro	
Completar óleo diferencial	
Suspensão	
Condições sistema molas e suporte	
Reapertar grampos das molas	
Fixação dos lameiros	
Fixação da caixa de ferramentas	
Fixação suporte bateria / balão de ar	
Lubrificação geral dos pontos (graxa)	

Tabela 4.4: Lista de verificação para manutenção preventiva do tipo A/B

Sistema de freios	
Drenar balões de ar	
Fixação do compressor de ar	
Vazamentos de ar no sistema	
Desgastes das lonas e pastilhas de freio	
Regular freio com veículo suspenso	
Completar fluido freio hidráulico	
Regulagem de freio no estacionamento	
Cuicas, catracas e flexíveis de freio	
Sistema de direção	
Terminais e barras	
Completar fluido da direção hidráulica	
Sistema elétrico	
Conferir carga do alternador	
Limpar bateria, pólos, terminais e completar água	
Medir densidade e carga da bateria	
Funcionamento do pára-brisa	
Fusíveis, sensores e relés do painel	
Condições dos faróis	
Funcionamento dos instrumentos do painel	
Sistema de iluminação geral	
Cabine	
Calços de cabine e pontas do chassi	
Painéis e suporte traseiro da tranca da cabine	
Regular tranca do capô	
Suporte do extintor	
Borracharia	
Examinar pneus e calibrar	
Baú	
Reaperto geral dos grampos	

Tabela 4.4: Lista de verificação para manutenção preventiva do tipo A/B

Inspeção (Motor)	Ação	✓
Tubulações do filtro de ar	Verificar abraçadeiras, furos e rachaduras nas mangueiras e correta fixação das tubulações	
Reservatórios de expansão e tampas	Verificar estado e vedação das tampas e o reservatório quanto a rachaduras e trincas	
Fixação do radiador e calços	Verificar suporte de sustentação	
Flexibilidade / trincas nas mangueiras	Verificar ressecamento das mangueiras e abraçadeiras	
Condições radiador / abraçadeiras / tampa	Verificar limpeza interna e externa, furos no radiador, estado e vedação das tampas, e condições das abraçadeiras	
Folga bomba d'água e hélice	Verificar vazamentos de água e ruídos na bomba d'água e alinhamento das paletas da hélice	
Coxins e travessas de fixação do motor	Verificar coxins quanto a rompimento, verificar parafuso de fixação das travessas "espanados"	
Vedação válvula alívio do diesel	Testar fluxo de retorno do óleo diesel	
Vazamento e fixação da tubulação diesel	Verificar arruelas e furos nas mangueiras	
Folga e funcionamento da turbina	Verificar desgaste no eixo central e fixação das mangueiras de ar e juntas danificadas	
Mangueiras da turbina	Verificar furos e rachaduras nas mangueiras	
Rolamento do esticador de correias	Verificar desgastes e ruídos	
Correias geral	Verificar ressecamentos e trincas	
Condições e fixação do escapamento	Verificar suportes, coxins, rachaduras e trincas	
Cabo parada motor	Verificar rompimento e fixação	
Drenar o filtro separador de água diesel	Verificar condições e fixação do filtro	
Inspeção (freios)	Ação	
Funcionamento do compressor	Verificar barulho, vazamentos, vedação das lâminas, fixação, mangueiras quanto a rachaduras e trincas e condições das abraçadeiras	
Vazamento de ar no sistema	Verificar mangueiras quanto a rachaduras, trincas e fixação	
Funcionamento das válvulas	Verificar reparos danificados quanto a vazamentos e fixação	
Desgaste de lonas e pastilhas freio	Verificar desgastes irregular e impurezas (óleos, graxas, terra)	
Regulagem pressão de ar (painel)	Verificar pressão correta de funcionamento	
Cuícas / catracas e flexível de freio	Verificar vazamentos de ar, rompimentos de mangueiras, folga nas catracas	
Drenar balões de ar	Executar limpeza no sistema de ar comprimido	

Tabela 4.5: Lista de verificação para manutenção preventiva do tipo C

Inspeção (sistema direção)	Ação
Terminais e barras	Verificar folga e possível empeno
Cruzetas da coluna de direção	Verificar folga, desgaste e lubrificação
Setor de direção	Verificar folga, vazamentos sem fim
Bomba hidráulica	Verificar folga vazamentos
Inspeção (baú)	Ação
Baú	Verificar ripas, assoalho, travessas, sarrafos, lameiros e caixa de ferramentas
Inspeção (lubrificação)	Ação
Óleo do motor	Trocar óleo e verificar bujão magnético
Óleo diferencial	Verificar nível e completar se necessário
Óleo hidráulico	Verificar nível e completar se necessário
Óleo da embreagem	Verificar nível e completar se necessário
Óleo do câmbio	Verificar nível e completar se necessário
Filtro do óleo do motor	Trocar a cada 15000 km
Filtro diesel	Trocar a cada 15000 km
Filtro d'água arrefecimento	Trocar a cada 15000 km
Elemento do filtro racor	Trocar a cada 15000 km
Filtro de ar	Verificar a indicação e a necessidade de trocar
Lubrificação geral	Lubrificar cardans, rolamento central, algemas, embuchamento
Inspeção (eixo)	Ação
Dianteiro	Verificar folgas, embuchamento mangas de eixo
Traseiro	Verificar possível trinca na carcaça
Inspeção (suspensão)	Ação
Feixe mola dianteiro	Verificar suportes, batentes, molas, pino de centro, algemas, parafusos e grampos
Feixe mola traseiro	Verificar suportes, batentes, molas, pino de centro, algemas, parafusos, grampos, tirantes e balanças
Barra estabilizadora	Verificar bucha, tirantes e braçadeiras
Inspeção (transmissão)	Ação
Diferencial	Verificar vazamento retentor do diferencial, luva do pinhão e limpar respiro
Cardam	Verificar alinhamento, folga, no rolamento central
Alavanca de marcha	Verificar regulagem, folga das articulações e terminais
Inspeção (chassis)	Ação
Chassis	Verificar travessas, rebites, trincas, lubrificação, peças soltas, suporte bateria, balão de ar, suporte sustentação do tanque, fixação e pintura do pára-choque, pintura e lacre de placa

Tabela 4.5: Lista de verificação para manutenção preventiva do tipo C

Inspeção (elétrica)	Ação	
Geral	Verificar funcionamento do limpador de pára-brisa, instrumento de painel, fuzíveis, sensores, relês, faróis, lâmpadas, chicotes, lanternas, interruptores, limpar pólos da bateria, completar água, verificar fixação do motor de partida e alternador	
Inspeção (cabine)	Ação	
Cabine	Verificar calços, ponta do chassis, fechaduras, portas, canaletas, vidros, guarnições, painel, suporte tranca traseira e suporte do extintor	
Inspeção (rodas)	Ação	
Retirar rodas, verificar e montar	Verificar rolamentos, lonas, folga no freio “s” e tambor de freio	

Tabela 4.5: Lista de verificação para manutenção preventiva do tipo C

4.4.4 Escolha e preparação de motoristas

A atividade de escolha e preparação de motoristas é executada pelo departamento de recursos humanos da empresa junto com os gerentes de motoristas. As entrevistas foram feitas com os funcionários responsáveis pela seleção de currículos e entrevistas.

Serão consideradas 4 etapas nesta atividade: pré-seleção curricular, análise psicológica e entrevista, análise de antecedentes e treinamento de integração. O resultado da aplicação do FMEA é apresentado na tabela 4.6.

Identificação	Função	Modos de falha	Efeito em outras unidades do sistema	Efeito no sistema
Pré – seleção	Análise curricular verificando a experiência na atividade, estabilidade em outros empregos	Análise incorreta (quando o currículo do candidato contém informações incorretas) ou incompleta e pouco exigente	Pode permitir a aprovação de candidatos incapacitados para o cargo	A empresa pode estar admitindo um funcionário não idôneo que terá informações importantes a respeito de rotas e valores de cargas, comprometendo assim a segurança da operação de transporte
Análise psicológica e entrevista	Testes psicológicos e situacionais, análise do perfil comportamental e análise de desempenho	Análise incorreta (quando o candidato simula um comportamento a fim de garantir a vaga)	Pode permitir a aprovação de candidatos que não se enquadram no perfil da empresa	
Análise de antecedentes	Verificação, pela seguradora, de antecedentes criminais, situação financeira, situação no Serasa, sindicância em empregos anteriores	Verificação incorreta ou incompleta	Não detectar situações financeiras ou antecedentes comprometedores	
Treinamento de integração	Treinar o motorista quanto a informações administrativas, comportamentais e operacionais.	Treinamento incompleto ou mal feito	Falta de integração do motorista com os objetivos da empresa	

Tabela 4.6: Aplicação de FMEA à atividade de escolha e preparação de motoristas

Ao se perguntar a respeito de possíveis modos de falha na admissão e preparação de um motorista, foi possível perceber que os efeitos no transporte como um todo estavam bastante relacionados com a ocorrência de roubos e acidentes envolvendo veículos da empresa. Isso pode ocorrer por se tratar da atividade onde existe a maior exigência da atuação de pessoas, pois não depende de nenhum equipamento ou software para ser executada. Em função disso, procurou-se entrevistar também o departamento

jurídico que cuida das causas relacionadas aos acidentes e roubos, para auxiliar na identificação de perigos. A junta de advogados da empresa faz apuração de todos os processos, avaliando os fatos, o boletim de ocorrência, as testemunhas, fotos tiradas do local, enfim, tudo o que se relaciona ao evento e venha a trazer esclarecimentos. Foi possível obter os registros dos acidentes, com as indicações de causas, ocorridos durante o período de janeiro a dezembro de 2002 (tabela 4.7), imediatamente após a implantação dos equipamentos de Autotrak nos veículos (em dezembro de 2001). Quanto aos roubos, foi possível apenas obter o registro de algumas ocorrências, indicando valores de prejuízos, mas sem informações sobre a conclusão dos casos, não indicando assim as causas (tabela 4.8). Esses registros são analisados no item 4.5.1.

Data	Tipo de acidente	Causa	Prejuízo (RS)
03/01/02	Colisão frontal	Imprudência	3.950,00
08/01/02	Colisão frontal	Imprudência	Não informado
11/01/02	Colisão traseira em veículo de terceiro	Imprudência	1.150,00
12/01/02	Colisão frontal	Imprudência	1.200,00
15/01/02	Colisão lateral	Imprudência	Não informado
22/01/02	Colisão traseira em veículo de terceiro	Imprudência	1.100,00
24/01/02	Colisão traseira em veículo de terceiro	Imprudência	Não informado
16/02/02	Colisão traseira em veículo de terceiro	Problema mecânico (falta de freio)	2.000,00
06/03/02	Colisão contra objeto parado	Imprudência	Não informado
27/03/02	Colisão lateral	Imprudência	Não informado
27/03/02	Colisão traseira em veículo de terceiro	Imprudência	Não informado
18/04/02	Colisão contra carro parado	Imprudência	250,00
18/04/02	Colisão contra carro parado	Imprudência	Não informado
19/04/02	Colisão lateral	Imprudência de terceiro	Não informado
30/04/02	Colisão frontal	Imprudência de terceiro	Não informado
30/04/02	Colisão lateral	Problema mecânico (problemas de direção)	Não informado
13/05/02	Colisão frontal	Problema mecânico (falta freio)	750,00
22/05/02	Colisão frontal	Imprudência de terceiro	Não informado
24/05/02	Abalroamento	Imprudência	590,00
05/06/02	Abalroamento	Imprudência	260,00
07/06/02	Colisão contra objeto parado	Imprudência	1.934,00
14/06/02	Colisão lateral	Imprudência	Não informado
05/07/02	Colisão lateral	Imprudência	Não informado
08/08/02	Colisão lateral	Imprudência	747,00
09/09/02	Colisão traseira em veículo de terceiro	Imprudência	600,00
17/09/02	Colisão ao efetuar marcha ré	Imprudência	100,00
09/10/02	Colisão traseira em veículo de terceiro	Imprudência	897,30
12/10/02	Abalroamento	Imprudência de terceiro	Não informado
22/10/02	Colisão ao efetuar marcha ré	Imprudência	198,00
28/10/02	Abalroamento	Imprudência	220,00
01/11/02	Colisão frontal	Problema mecânico (falta freio)	2.500,00
13/11/02	Colisão lateral	Imprudência	3.000,00
05/12/02	Colisão lateral	Imprudência	13.845,30
23/12/02	Colisão traseira em veículo de terceiro	Imprudência	1.350,00

Tabela 4.7: Registro dos acidentes ocorridos de janeiro a dezembro de 2002

Data	Local	Valor (R\$)
04/01/02	São Paulo/SP	5.705,74
09/01/02	São Paulo/SP	78,23
25/01/02	São Paulo/SP	702,50
26/02/02	Porto Alegre/RS	13.475,99
01/03/02	São Paulo/ SP	63.453,66
08/03/02	São Paulo/SP	9.259,52
27/03/02	Rio de Janeiro/RJ	4.022,41
03/04/02	São Paulo/ SP	12.690,80
06/04/02	Porto Alegre/RS	124,65
10/04/02	Rio de Janeiro/RJ	10.340,31
18/04/02	São Paulo/SP	1.853,95
26/04/02	São Paulo/SP	2.757,43
29/04/02	Rio de Janeiro/RJ	2.304,64
10/05/02	Rio de Janeiro/RJ	12.748,00
10/05/02	São Paulo/SP	7.694,48
24/05/02	Rio de Janeiro/RJ	1.362,64
24/05/02	São Paulo/SP	18.937,79
29/05/02	Rio de Janeiro/RJ	1.189,45
28/06/02	São Paulo/SP	6.947,57
29/06/02	Feira de Santana/BA	9.757,66
23/08/02	São Paulo/SP	13.266,34
30/08/02	São Paulo/SP	12.907,04
03/09/02	São Paulo/ SP	75.969,75
16/09/02	Rio de Janeiro/RJ	16.870,56
17/09/02	São Paulo/SP	10.102,06
19/09/02	Niterói/RJ	2.143,92
22/09/02	Rio de Janeiro/RJ	15.788,10
23/09/02	São Paulo/ SP	54.634,76
24/10/02	São Paulo/SP	15.833,64
07/11/02	São Paulo/SP	4.936,14
27/11/02	Rio de Janeiro/RJ	11.596,03
13/01/03	Rio de Janeiro/RJ	31.113,45
18/01/03	Feira de Santana/BA	18.817,62
06/02/03	São Paulo/SP	15.113,57
05/03/03	São Paulo/SP	4.000,00
11/03/03	São Paulo/SP	16.822,95
14/03/03	São Paulo/SP	21.346,83
14/03/03	São Paulo/SP	47,47
21/03/03	Porto Alegre/RS	9.488,47
26/03/03	Rio de Janeiro/RJ	14.880,63

Tabela 4.8: Registro dos roubos ocorridos de janeiro de 2002 a março de 2003.

4.4.5 Monitoramento de frota

A atividade de monitoramento de frota é executada por quatro funcionários em turnos de seis horas. Para a obtenção das informações, foi possível entrevistar todos os monitores, pois eles alteram os turnos após algumas semanas. Para identificar perigos na operação e funcionamento do sistema de monitoramento, ou seja, do equipamento, preferiu-se utilizar a lista de verificação, pelo mesmo motivo adotado na atividade de preparação dos veículos. Qualquer apontamento na lista de verificação já pode indicar um possível modo de falha do equipamento. Já para a comunicação entre monitores e motoristas, preferiu-se adotar o método FMEA.

A lista de verificação apresentada na tabela 4.9 visa conferir o perfeito funcionamento dos componentes do sistema de monitoramento antes de o veículo sair de viagem. Essa lista ainda não é adotada pela empresa, mas uma sugestão decorrente do desenvolvimento deste trabalho.

Componente a ser verificado	✓
Antena de recebimento de sinais	
GPS receptor	
Terminal de comunicação móvel (teclado)	
<i>Software</i> instalado na base de operação	
Botão de alerta	
Sensor de carona	
Sensor de travamento do baú	
Sensor de desengate de carreta	

Tabela 4.9: Lista de verificação dos componentes do sistema de monitoramento

A tabela 4.10 contém o resultado da aplicação do FMEA.

Identificação	Função	Modos de falha	Efeito em outras unidades do sistema	Efeito no sistema
Envio das macros por parte do motorista	Informar o monitor de plantão: início de viagem e paradas previstas (abastecimento, alimentação, descanso, entrega de mercadoria)	O motorista pode deixar de enviar alguma macro	- Se for macro de início de viagem, a operação pode não ser monitorada - Se for macro de parada, pode indicar a ocorrência de algum evento indesejado como roubo ou acidente	Cargas de valores altos podem estar sujeitas a roubo e/ou acidentes
Verificação das informações fornecidas pela comunicação (via rádio ou satélite)	O monitor de plantão verifica periodicamente a posição do veículo, sensor de ignição, cumprimento de rota pré-estabelecida e surgimento de eventos inesperados	A posição ou os sensores de segurança podem deixar de ser verificados	O transporte da mercadoria não é devidamente monitorado	

Tabela 4.10: Aplicação de FMEA à atividade de monitoramento

4.5 Avaliação de Riscos

Na etapa de avaliação de riscos dentro da aplicação da Análise de Riscos, são considerados os perigos identificados e analisadas suas conseqüências, além de se estimar a probabilidade de ocorrência desses eventos indesejáveis. Estes podem ser apresentados sob forma de árvore de falhas ou eventos.

Dessa maneira, a avaliação de riscos será apresentada em três etapas. A primeira contemplará a análise das conseqüências dos perigos identificados em cada atividade. Na segunda etapa, serão explicados os procedimentos utilizados e as dificuldades encontradas para se estimar as probabilidades de ocorrência dos eventos. E a última etapa da avaliação apresentará as árvores de falhas, relacionando os eventos indesejáveis.

4.5.1 Análise das conseqüências

A análise das conseqüências foi baseada nos resultados obtidos com a aplicação dos métodos de identificação de perigos em cada atividade. Nos casos onde foi aplicado o FMEA, utilizou-se as colunas relativas aos efeitos em outras unidades do sistema e efeitos no sistema.

4.5.1.1 Roteirização

Depois da aplicação de FMEA para a identificação de perigos relacionados a essa atividade, verificaram-se os seguintes modos de falhas ou perigos:

- a) Aplicativo (*software*) com defeito;
- b) Entrada incorreta de dados no sistema; e
- c) Erro na operação do *software*

Esse tipo de atividade é uma parte importante do transporte como um todo, e seus modos de falha podem comprometer a operação, pela definição de rotas ou de carregamentos incorretos. A conseqüência mais imediata de qualquer um desses modos de falha é o atraso no andamento da operação seguinte, que pode ser compensado.

4.5.1.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas

Depois da aplicação do FMEA, verificaram-se os seguintes modos de falha:

- a) aplicativo com defeito; e

- b) erro ao transmitir para a atividade seguinte os resultados obtidos com a utilização do *software*.

Da mesma forma que a atividade anterior, esta também pode comprometer a operação de transporte como um todo. As conseqüências são semelhantes às anteriores, no que diz respeito a atraso da atividade subsequente.

4.5.1.3 Preparação de veículos e Escolha e preparação de motoristas

Ao analisar os registros de roubos e acidentes fornecidos pelo departamento jurídico, foi possível perceber que esses eventos estão relacionados com a atividade de escolha e preparação de motoristas e com a atividade de preparação de veículos. Para a análise das conseqüências dos perigos identificados, essas duas atividades estão agrupadas neste item.

A atividade de preparação de veículos está diretamente ligada a acidentes quando alguma verificação indicada nas listas não é feita podendo provocar futuros problemas mecânicos no veículo. A atividade de escolha e preparação de motoristas também contribui para a ocorrência de acidentes e roubos quando os motoristas não são devidamente preparados para executar o transporte. Os registros de roubos e acidentes, apresentados no item 4.4.4, estão resumidos nas tabelas 4.11 a 4.14.

Mês	Nº de Acidentes
Janeiro/02	07
Fevereiro/02	01
Março/02	03
Abril/02	05
Maió/02	03
Junho/02	03
Julho/02	01
Agosto/02	01
Setembro/02	02
Outubro/02	04
Novembro/02	02
Dezembro /02	02
Total	34

Tabela 4.11: Número de acidentes por mês

Tipo	Nº de Acidentes
Colisão lateral	09
Colisão traseira em veículo de terceiro	08
Colisão frontal	07
Abalroamento	04
Colisão contra objeto parado (poste, portão)	02
Colisão contra carro parado	02
Colisão ao efetuar marcha ré	02

Tabela 4.12: Número de acidentes por tipo

Causa	Nº de Acidentes
Imprudência do motorista da empresa	26
Imprudência de terceiros	04
Problema mecânico (falta de freio)	03
Problema mecânico (perda da direção)	01

Tabela 4.13: Número de acidentes por causa

Mês	Nº de Roubos	Valor (R\$)
Janeiro/02	03	6.486,47
Fevereiro/02	01	13.475,99
Março/02	03	76.735,59
Abril/02	06	30.071,78
Maior/02	05	41.932,36
Junho/02	02	16.705,23
Agosto/02	02	26.173,38
Setembro/02	06	175.509,15
Outubro/02	01	15.833,64
Novembro/02	02	16.532,17
Janeiro/03	02	49.931,07
Fevereiro/03	01	15.113,57
Março/03	06	66.586,35

Tabela 4.14: Número e valor de roubos por mês

Esses registros permitem verificar o seguinte:

- Os meses com maior número de acidentes foram: janeiro, abril e outubro de 2003;
- 26,5% dos acidentes são colisões laterais causadas por ultrapassagens indevidas;
- 23,5% dos acidentes são colisões traseiras em veículos de terceiros cometidas por desrespeito à distância mínima necessária entre veículos;
- 20,6% dos acidentes são colisões frontais que estão relacionadas à imprudência dos outros motoristas e a problemas mecânicos;
- Os meses com maior número de roubos foram: abril/02, setembro/02 e março/03;
- Os meses com roubos de maior valor foram março/02, setembro/02 e março/03;
- Os locais com maior número de roubos são São Paulo e Rio de Janeiro.

4.5.1.4 Monitoramento de frota

O método FMEA foi aplicado para a comunicação entre os monitores e motoristas, apresentando os seguintes modos de falha:

- Falta de envio de alguma mensagem por parte do motorista, o que detecta falha única e exclusiva do motorista;
- Falta de verificação dos sensores de segurança e das posições dos veículos, detectando falha do monitor de plantão.

Os veículos receberam equipamento de monitoramento via satélite a partir de dezembro de 2001. Apenas as ocorrências de interrupção de viagem por motivo de roubo ou acidentes foram registradas no escopo dessa atividade. São conseqüências indesejáveis detectadas pelo sistema de monitoramento, mas isto não significa necessariamente que tenham sido provocadas por falha na atividade. As falhas por falta de envio de macro ou por falta de verificação dos sensores e das posições não foram registradas pela empresa.

4.5.2 Estimativa de Probabilidades

As probabilidades a serem obtidas são as de ocorrência dos eventos indesejáveis, podendo ser estimadas sob o enfoque objetivista ou sob o enfoque subjetivista, como explicado no capítulo anterior. Para utilizar o enfoque objetivista (freqüencialista) em qualquer das atividades estudadas, seria necessário consultar o registro de ocorrência dos eventos indesejáveis para cada uma delas. Nas atividades que envolviam o uso de algum *software* (roteirização, escalas de veículos motoristas e cargas e monitoramento), procurou-se o registro das ocorrências de falhas desses aplicativos. A partir desse registro seria possível estimar a freqüência dos modos de falhas relativos a falhas mecânicas, por exemplo. Mas, infelizmente, na empresa não havia nenhum registro do tipo, até mesmo porque este estudo foi o primeiro a tentar obter essas freqüências. Da mesma forma, não havia nenhum registro de freqüência dos modos de falha relativos às falhas humanas (as falhas identificadas como erro de transmissão de informação de uma etapa para outra, ou falha de comunicação etc.).

Na tentativa de se estimar valores de probabilidades subjetivas de haver algum dano no *software*, ou na sua operação, elaborou-se, a princípio, um questionário que pudesse abordar a experiência dos responsáveis na execução das atividades. Ao elaborar o questionário, pretendia-se responder à simples pergunta: Em uma determinada quantidade de operações efetuadas (seja ela diária ou semanal) quantas vezes você acredita que haverá alguma falha na sua execução, seja de ordem mecânica ou humana? Mas depois da aplicação dos questionários para cada uma dessas atividades, que envolviam o uso de aplicativos e sua operação, foi possível perceber que as respostas mostraram um certo grau de otimismo por parte dos funcionários, ou um certo receio de apresentar as falhas cometidas durante seus trabalhos. A conclusão a que se chega é de que as respostas aos questionários, embora baseadas na experiência dos funcionários em executar as atividades, não poderiam ser utilizadas para uma estimativa de probabilidades. Os questionários se encontram no Anexo A.

As atividades que tiveram como método de identificação de perigos a lista de verificação (preparação de veículos e parte do monitoramento) poderiam apresentar, com a própria indicação na lista, a frequência de falhas ocorridas. Cada ordem de serviço aberta pelo departamento de manutenção para reparos no veículo é um modo de falha identificado. Mas, em função da grande quantidade de veículos e reparos feitos diariamente pela empresa, e da grande quantidade de funcionários envolvidos nesse setor, não foi permitido o acesso a essas informações.

Visto que não foi possível estimar as probabilidades de ocorrência dos eventos, este item apresentará as observações feitas a partir das respostas aos questionários elaborados. As atividades são: roteirização, escalas de veículos motoristas e cargas, e monitoramento de frota. Para a atividade de preparação dos veículos não foi aplicado questionário por falta de autorização do departamento responsável. No caso da escolha e preparação de motoristas, não se aplicou questionário por ser uma atividade exercida por uma equipe de funcionários que permanecem pouco tempo nesse cargo (são remanejados várias vezes para outros departamentos), possuindo, assim, experiência menor em relação aos funcionários das outras atividades.

4.5.2.1 Roteirização

As perguntas do questionário foram elaboradas abrangendo a etapa de geração e balanceamento de rotas, tendo sido respondidas pelos dois funcionários da empresa responsáveis pela atividade desde sua implantação, em janeiro de 2000.

A partir das respostas, podem ser feitas as seguintes observações:

- Com relação à segunda questão, considerando que são feitas 37 roteirizações por semana para todos os centros de distribuição que a empresa atende e que em aproximadamente uma em cada 1000 roteirizações haveria uma falha no *software*, seriam necessárias pelo menos 27 semanas para aparecer outra falha;

- O mesmo pode ser admitido para as questões 3 e 4, no que diz respeito à entrada de dados no sistema e reorganização de rotas, respectivamente;
- Com relação à questão 5, levando-se em conta as mesmas quantidades de rotas feitas por semana, seriam necessários 3 meses e meio para que a atividade de roteirização provocasse atraso na operação de escala.

Cabe também observar que o *software* utilizado para a execução desta atividade é um sistema complexo que executa uma multiplicidade de tarefas. Durante sua utilização, é possível perceber a variedade de aplicações que ele possui e sua importância dentro do planejamento do transporte. A sua implantação demandou um grande investimento por parte da empresa, mas também representou um ganho expressivo de tempo na determinação das rotas. Esse é um dos motivos pelos quais não se observaram defeitos durante sua utilização, ao longo do estudo. É um aplicativo que fica sob observação durante grande parte do dia, pois muitas outras atividades dependem do seu funcionamento.

4.5.2.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas

O *software* e o método utilizado para a execução da atividade têm o mesmo tempo de operação da atividade anterior. Esta atividade conta com a mesma equipe de operação desde sua implantação, em janeiro de 2000, e foi ela que respondeu ao questionário.

Analisando as respostas obtidas, podem ser feitas as seguintes observações:

- A quantidade de escalas feita é exatamente a mesma de roteirizações, o que supõe uma seqüência quase imediata de atividades;
- Com relação à segunda questão, percebe-se que existe uma falha maior nesse aplicativo em relação ao da atividade anterior: para cada 100 escalas ocorreria uma falha, ou, aproximadamente, uma falha a cada três semanas;
- Na terceira questão, percebe-se a falha humana de operação do aplicativo ao repassar os resultados para o faturamento, na mesma proporção da falha anterior;

- Na questão seguinte, observa-se como essa falha influencia o andamento da atividade seguinte, provocando seu atraso em aproximadamente uma vez por semana;
- A quinta questão sugere que essa falha de repasse de carga na escala não tem grande influência ao longo da seqüência de atividades, sendo responsável por apenas um atraso de entrega ao cliente a cada 9,5 semanas, aproximadamente. Isto poderia ser devido a uma recuperação desse atraso dentro do próprio faturamento ou em outra atividade seguinte;
- A última questão sugere que não haveria nenhuma ligação entre o repasse errado de carga pela escala com a parada em postos fiscais por falta de notas.

Diferentemente da roteirização, o *software* utilizado nesta atividade não possui as mesmas complexidades apresentadas pelo anterior. É um aplicativo mais simples, que compreende um banco de dados do quadro de motoristas e frota, e uma planilha eletrônica para a distribuição das cargas. O suporte técnico para esse aplicativo é fornecido pelo próprio departamento de informática da empresa. Nesta atividade foi observada uma freqüência maior de falhas durante a utilização do *software*, mas as conseqüências não comprometem o andamento do processo, pois basta comunicar o departamento de informática e resolver o problema. Esse fato foi observado com alguma freqüência no decorrer do estudo.

4.5.2.3 Monitoramento de frota

O questionário de auxílio foi respondido em equipe pelos 4 monitores responsáveis pela atividade.

Os resultados do questionário sugerem que:

- A cada 2 dias um motorista deixa de informar o início da viagem;
- A cada 4 dias um motorista deixa de informar uma parada prevista (seja para refeição, descarga, pernoite);

- Os veículos são monitorados independentemente dos envios de mensagens pelos motoristas;
- A cada 2 dias ocorre uma parada imprevista, geralmente por falha mecânica;
- As posições e os sensores de segurança são verificados freqüentemente.

Quando um equipamento de monitoramento é instalado no veículo, é preciso que o motorista faça um curso para aprender a utilizar o computador de bordo, o botão de pânico etc. A grande maioria dos motoristas não teve acesso a estudos de informática, o que significa que muitos deles entrarão em contato com um computador pela primeira vez, utilizando o equipamento de monitoramento. É uma adaptação difícil, pois, durante todo seu período de trabalho, ele será observado e terá que operar uma máquina com a qual nunca teve contato antes. É visível a dificuldade dos motoristas em se acostumarem a esse novo modo de trabalho e alta a quantidade de erros cometidos durante a comunicação entre eles e os monitores.

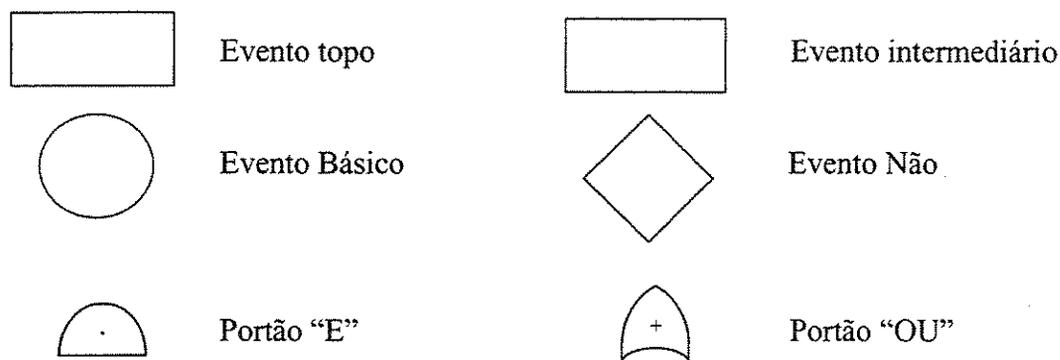
4.5.3 Árvores de Falha

A construção das árvores de falhas pode ser feita a partir da escolha do evento-topo, que representa a falha maior do sistema estudado, para, em seguida, serem determinados os eventos intermediários (que são fatores que contribuíram para a falha maior) e seus eventos básicos. Neste caso, trata-se de um modo decrescente de construção.

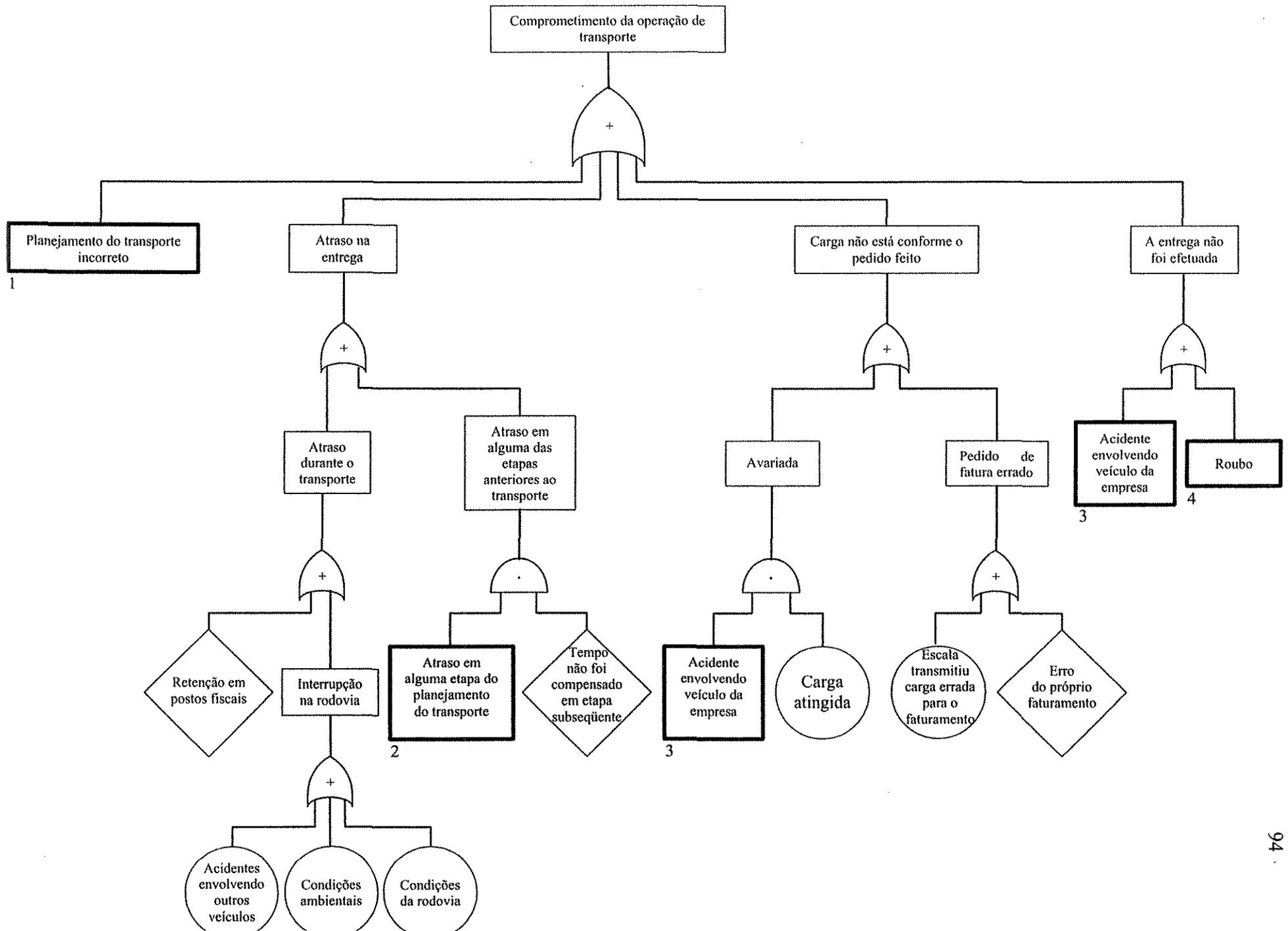
Outra maneira é começar a construção de baixo para cima, verificando-se inicialmente as causas de falha nas unidades menores do sistema, para, em seguida, relacionar as causas nos eventos intermediários até se chegar ao topo. Trata-se de um modo crescente de construção.

Cabe esclarecer que o evento intermediário representa a causa para o evento-topo e, para o evento básico, a sua conseqüência. Isso significa que o evento intermediário representa ao mesmo tempo causa e conseqüência, dependendo de como é observado. Os eventos básicos se situam na extremidade inferior dos ramos da árvore. A partir deles não

há necessidade de nenhuma explicação de causa. Outros eventos que podem ficar na extremidade são os do tipo “não”. São eventos intermediários que possuem eventos básicos, mas, por falta de dados, ou outros motivos, não serão desenvolvidos. Embora a simbologia da árvore de falha tenha sido apresentada na tabela 3.8, os símbolos mais utilizados são reproduzidos a seguir:



Neste trabalho, as árvores foram construídas a partir dos resultados obtidos com a aplicação dos métodos de identificação de perigos. Os modos de falha identificados em cada atividade foram relacionados nas árvores aos respectivos efeitos em outras unidades do sistema e com os efeitos no sistema, representando os eventos básicos, eventos intermediários e eventos-topo, respectivamente. Apenas para a elaboração de uma árvore geral foi utilizado o modo decrescente. Essa árvore, apresentada na figura 4.1, mostra os eventos relacionados à operação de transporte considerada como o sistema maior. Serão indicados alguns eventos intermediários que não foram abordados pelo estudo, mas que foram observados na empresa durante a pesquisa. Por exemplo, retenção do veículo em postos fiscais, erro da atividade de faturamento, acúmulo de serviço na manutenção. Eles são importantes para mostrar onde se encaixam as atividades que foram estudadas, e serão tratados como eventos do tipo não desenvolvidos. Optou-se também por elaborar árvores separadas para alguns eventos que são considerados como intermediários na árvore geral e que foram estudados (figuras 4.2 a 4.5). Eles estão destacados por um índice numérico na figura 4.1, e são: planejamento incorreto do transporte, atraso em alguma etapa do planejamento, roubo e acidentes. Isso foi feito para facilitar o entendimento e não sobrecarregar a árvore geral. Essas árvores foram elaboradas de forma crescente.



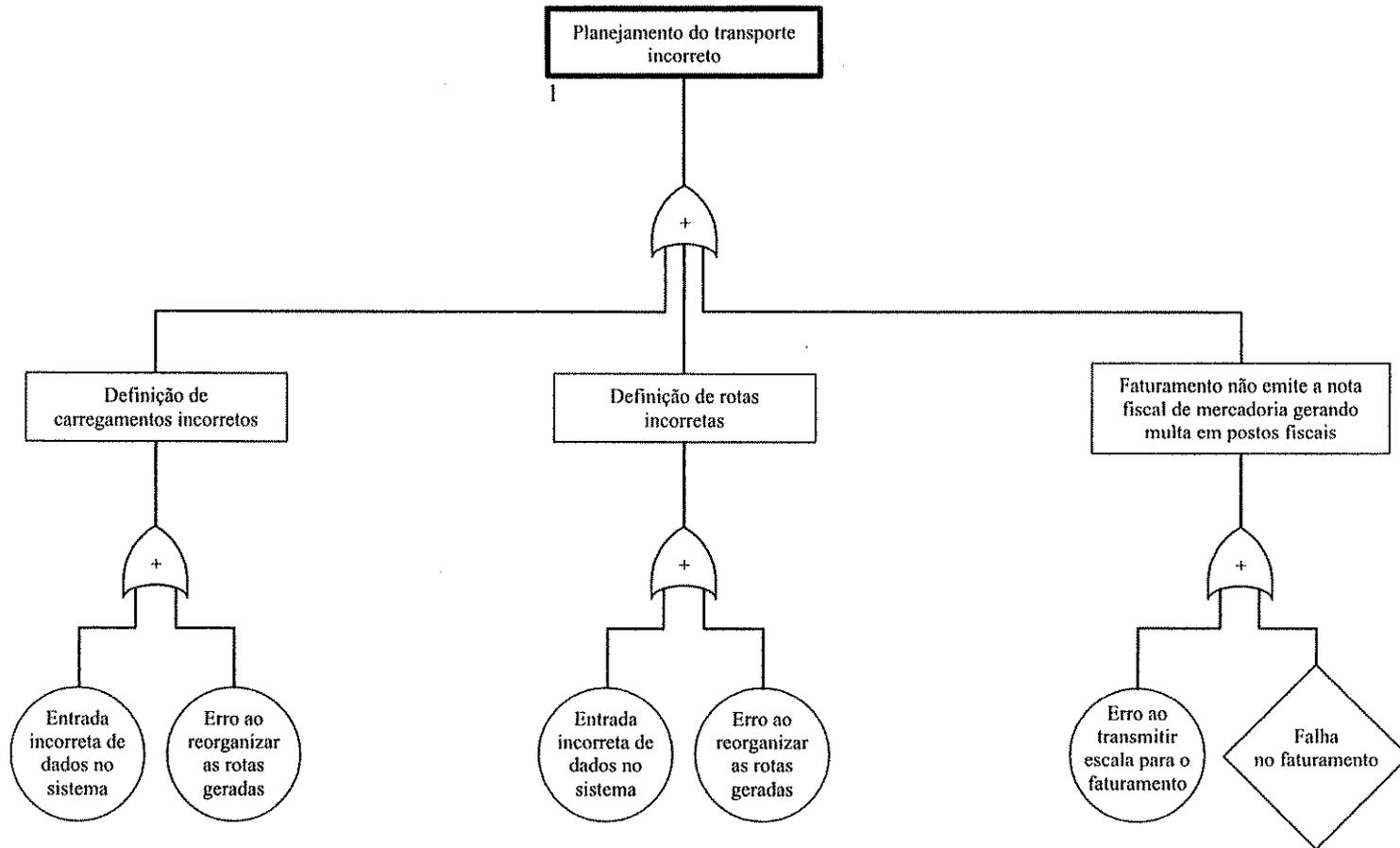
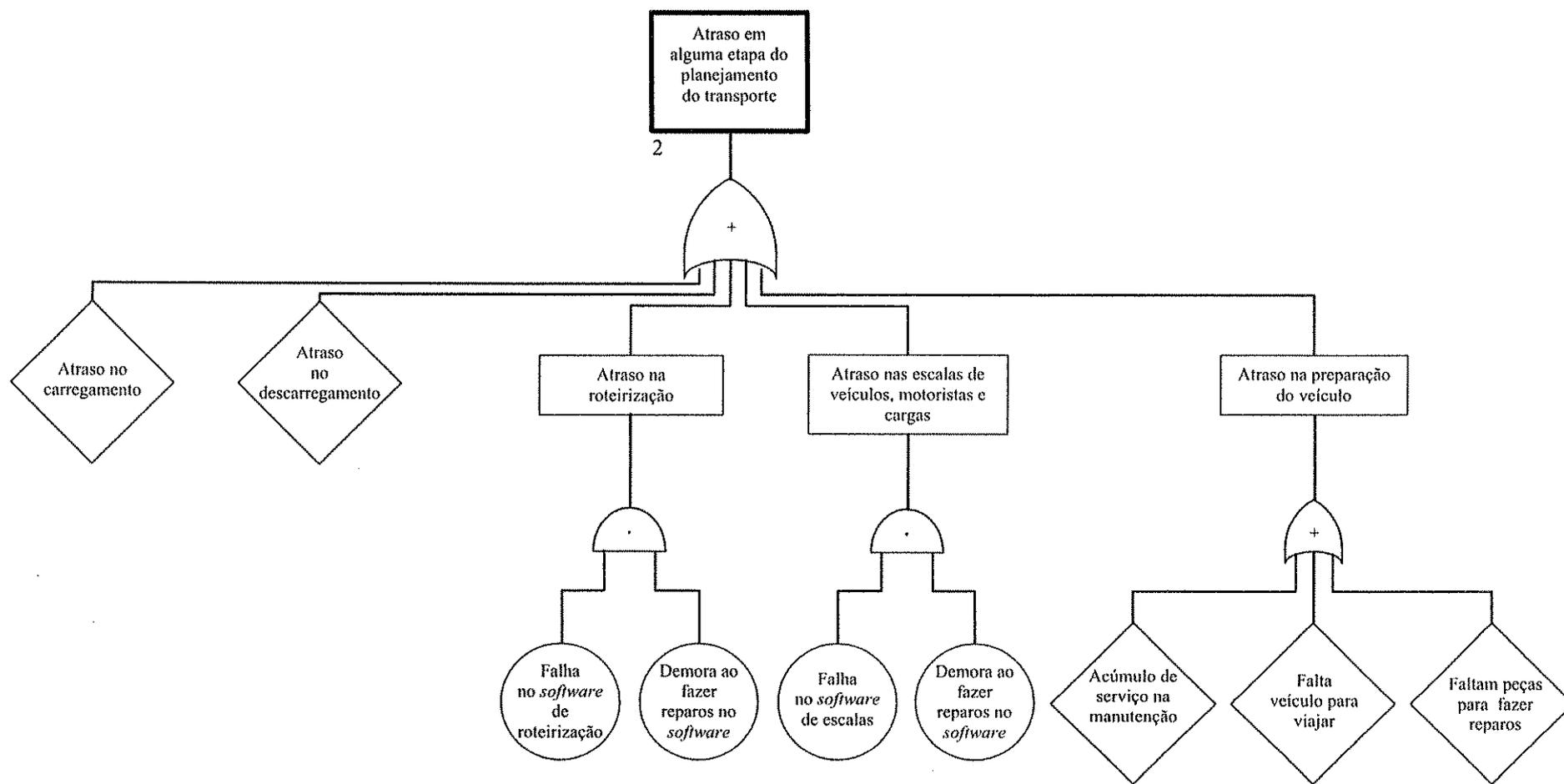


Figura 4.2: Árvore de falhas para planejamento do transporte.



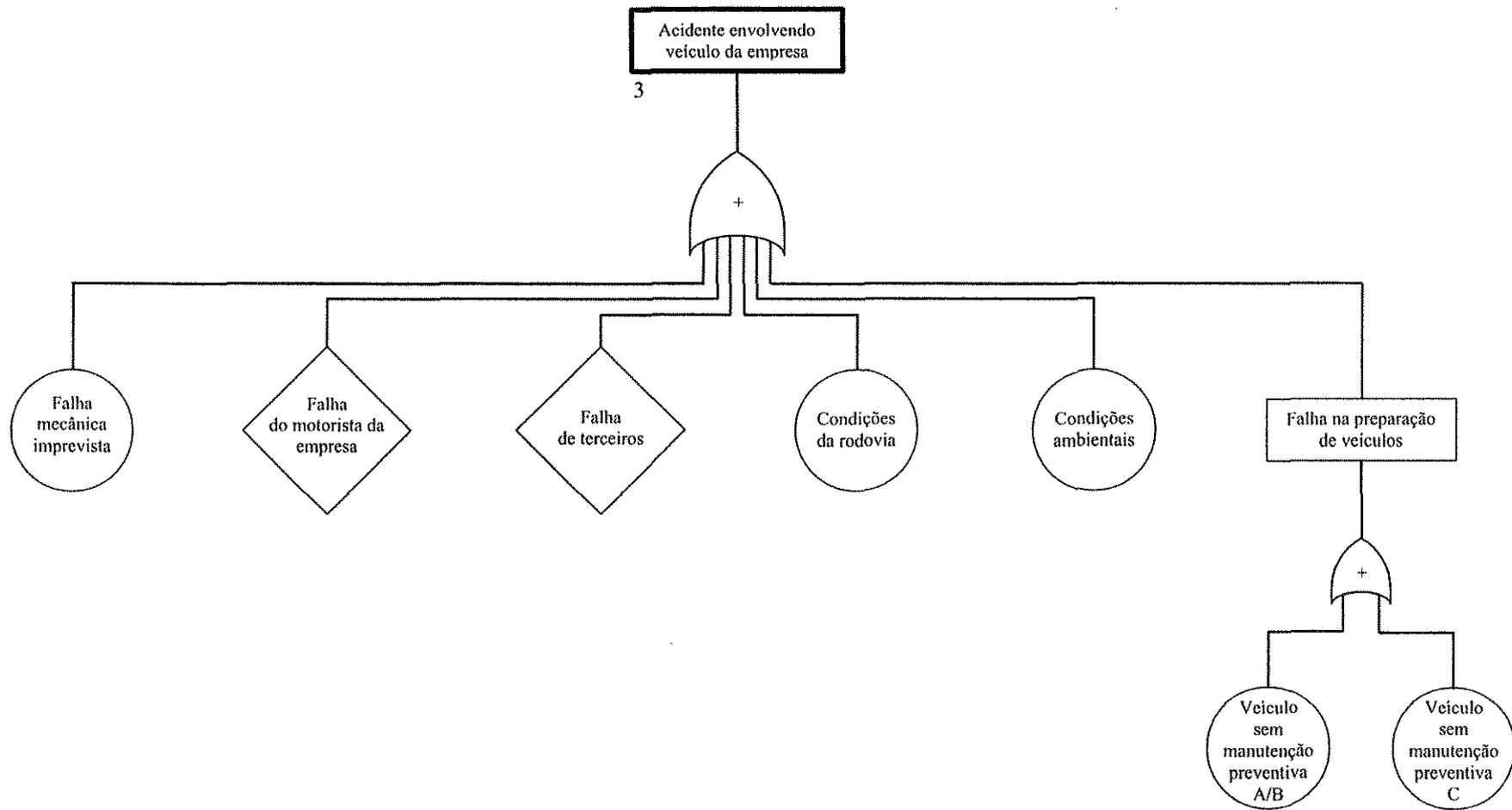
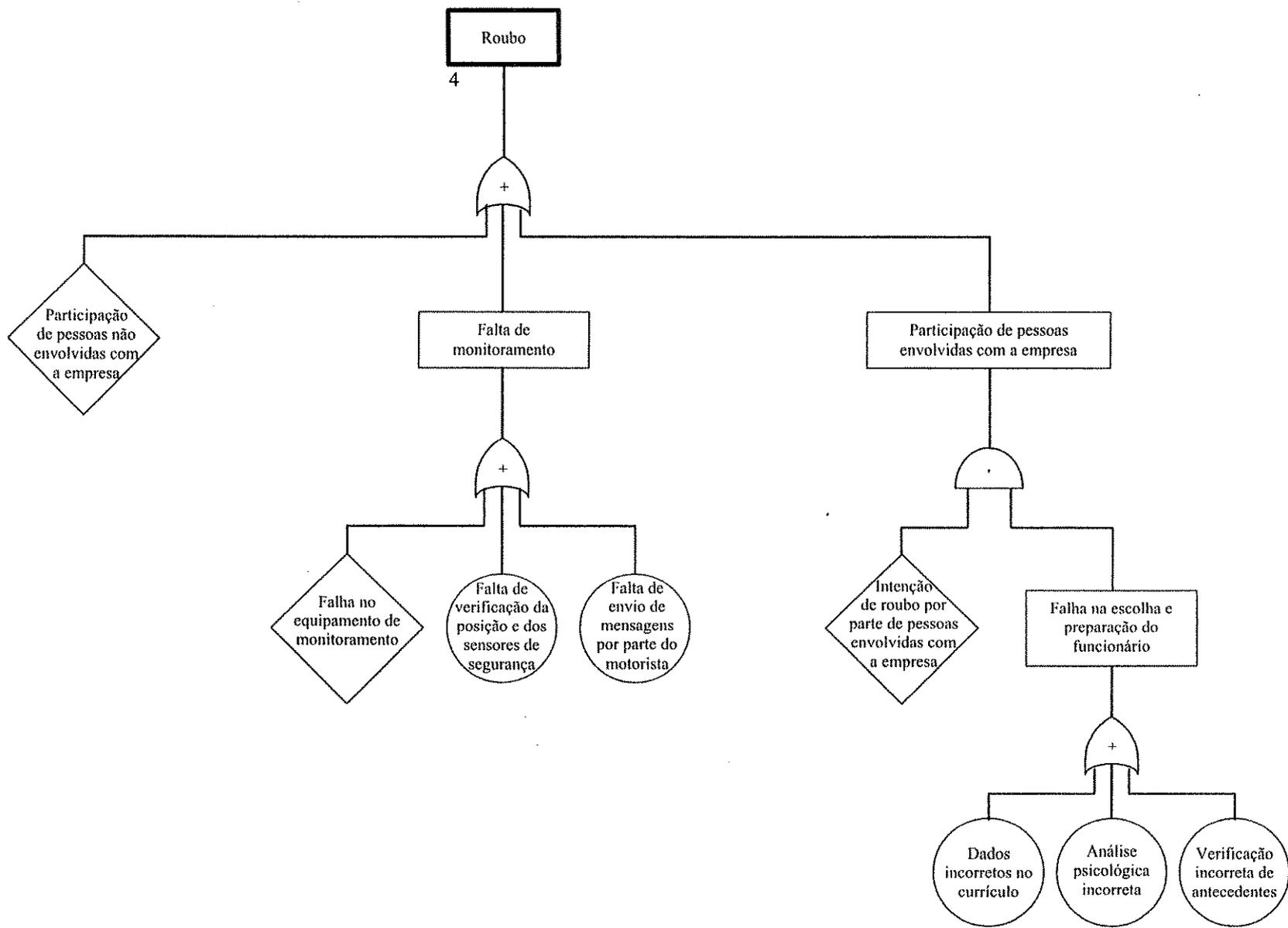


Figura 4.4 Árvore de falhas para acidente de trânsito.



4.5.4 Comentários sobre as árvores de falhas

A árvore geral de falhas (figura 4.1) apresenta os 4 eventos que podem ser responsáveis pelo comprometimento da operação de transporte: planejamento do transporte incorreto, atraso na entrega, a carga não está conforme o pedido feito ou a entrega não foi efetuada. O primeiro fator se desdobra na árvore de falhas da figura 4.2. O segundo evento trata do atraso na entrega provocado durante o transporte propriamente dito (abrangendo situações imprevistas ou fora da capacidade de atuação da empresa, como por exemplo, a retenção em postos fiscais e interrupção da rodovia por condições ambientais adversas) ou em alguma das etapas estudadas. A figura 4.3 detalha as falhas para atraso em alguma etapa. O terceiro evento que compromete a operação é a não-conformidade de carga que pode ser devida a avarias provocadas em acidentes ou pedido de fatura errado. O último evento apresentado trata da falta de entrega da carga, que se desdobra em outras duas árvores (figuras 4.4 e 4.5), que tratam de acidentes de trânsito e roubos, respectivamente.

A figura 4.2 apresenta três eventos independentes entre si, que podem causar falhas no planejamento do transporte. O primeiro e o segundo eventos (definição de carregamentos incorretos e definição de rotas incorretas) referem-se a falhas na atividade de roteirização, relacionadas à entrada de dados no sistema ou à reorganização das rotas. O terceiro evento, geração de multa em postos fiscais por falta de emissão da nota fiscal, está relacionado com falhas na escala, ao transmiti-la para o faturamento, e no faturamento de notas fiscais.

A figura 4.3 apresenta os atrasos possíveis nas etapas anteriores ao transporte propriamente dito: carregamento, descarregamento, roteirização, escalas e preparação do veículo. Tanto o carregamento quanto o descarregamento não foram estudados no trabalho. Os atrasos apresentados nas atividades de roteirização e escalas de veículos, motoristas e cargas são provocados pela combinação de falha no *software* de operação dos sistemas e atraso no reparo dessa falha. Na preparação do veículo os atrasos são por acúmulo de serviços na manutenção ou por falta de veículo ou equipamento para reposição.

A figura 4.4 apresenta a árvore de falhas para o evento acidente envolvendo o veículo da empresa. As causas estão relacionadas a situações imprevistas, como falha mecânica, condições inadequadas da rodovia, falha de terceiros ou condições ambientais, mas também a falhas mecânicas por falta da manutenção preventiva do tipo A/B ou C.

Por último, a árvore de falhas 4.5 apresenta as causas relacionadas a roubo. Como a árvore anterior, essa também possui eventos que não estão vinculados à atuação da empresa, como a participação de pessoas não envolvidas com a empresa. Aqui são apresentadas as falhas identificadas durante o monitoramento por falta de comunicação entre monitor e motorista, por falha mecânica do equipamento de GPS e por falta de verificação da posição e dos sensores de segurança. Também encontra-se como modo de falha a escolha incorreta do funcionário que, combinada com uma intenção de roubo, pode gerar o evento.

4.6 Sugestões para a Redução de Perigos

Depois de analisar alguns perigos identificados, foi possível perceber que algumas pequenas mudanças podem colaborar para a diminuição do acontecimento de eventos indesejáveis, como roubos ou acidentes.

As sugestões são as seguintes:

- Aumentar o revezamento de motoristas: se possível, não escalar os mesmos motoristas para as mesmas rotas;
- Fornecer informações, tais como valores de cargas, rotas e horários de desembarque, apenas com o mínimo de antecedência (se for necessário fornecê-las) ao motorista;
- Criar um programa de direção defensiva, treinamento periódico e avaliação contínua de desempenho de motoristas;
- Utilizar um banco de dados para o registro de todos os eventos indesejáveis ocorridos durante a viagem. Isso facilitará a análise da evolução da implantação das medidas sugeridas;

- Oferecer um *check-list* mais detalhado para ser utilizado como diário de bordo, que facilite a identificação de defeitos no veículo ao retornar de viagem. Uma proposta para essa lista, apresentada na tabela 4.15, foi elaborada com a ajuda dos motoristas, utilizando alguns termos de uso comum entre motoristas e mecânicos. Essa proposta representa uma lista que complementa a ordem de serviço utilizada pela empresa (tabela 4.3).

Motor	✓
Difícil de pegar	
Rateando / falhando	
Motor sem potência	
Alto consumo de combustível	
Esquentando muito	
Problemas no cabo de parada	
Vazamento de óleo	
Pressão do óleo baixa	
Batendo válvula	
Turbina com barulho anormal	
Problemas no pedal do acelerador	
Radiador consumindo água	
Vazamento de água no radiador	
Nível de óleo baixo	
Esfumaçando muito	
Acessórios	✓
Falta chave de rodas	
Falta triângulo	
Falta extintor / extintor descarregado	
Falta macaco / sem condições de usar	
Falta cinto segurança / com defeito	
Sistema Elétrico	✓
Alternador não carrega bateria	
Motor de partida patinando	
Limpador de pára-brisa com defeito	
Tacógrafo não funciona	
Chicote com defeito	
Engate elétrico com defeito	
Chave de ignição com defeito	
Pisca alerta não funciona	
Faróis com defeito	
Defeito nas lanternas	
Lâmpadas queimadas	
Bateria não segura carga	
Marcador de combustível não funciona	
Marcador de temperatura não funciona	
Marcador de ar com defeito	
Luz salva-vidas desligada	

Tabela 4.15: Sugestão de lista de verificação para identificação de defeitos mecânicos

Cabine	✓
Porta desregulada	
Fechadura com defeito	
Problema na manivela do vidro	
Vazamento de água na cabine	
Trava da cabine com defeito	
Calço da cabine batendo	
Pára-choque com defeito	
Lameiro com defeito	
Quinta roda com folga	
Engate traseiro com folga	
Mão-de-amigo com vazamento / defeito	
Limpeza / higiene da cabine ruim	
Bancos em condições ruins	
Direção	✓
Vazando óleo	
Direção dura / não retorna	
Oscila / trepada / treme	
Barulho anormal	
Puxando para o lado	
Direção desalinhada	
Falta de estabilidade	
Sistema com folgas	
Batendo embuchamento	
Câmbio	✓
Roncando	
Escapando marcha	
Difícil de engatar	
Vazando óleo	
Engripa (marcha não entra)	
Sistema de freios	✓
Pedal baixo	
Puxando para o lado quando freia	
Barulho quando freia	
Vazamento de fluido de freio	
Não freia	
Freio trepidando	
Freio prendendo	
Vazamento de pressão	
Compressor não carrega	

Tabela 4.15: Sugestão de lista de verificação para identificação de defeitos mecânicos

Sistema de freios	✓
Freio de estacionamento com problemas	
Lonas de freio desgastadas	
Água no reservatório de ar (drenos)	
Árvore de transmissão diferencial	✓
Barulho anormal no cardam	
Vibrando / roncando	
Embreagem	✓
Trépida	
Patina	
Pedal alto / baixo	
Pedal sem ação	
Embreagem dura	
Cilindro com vazamento	
Barulho anormal	
Suspensão	✓
Molas quebradas / arriadas	
Pinos de centro quebrados / tortos	
Amortecedor quebrado / torto	
Feixe de molas desalinhado	
Batendo a frente	
Pontos de lubrificação sem graxa	

Tabela 4.15: Sugestão de lista de verificação para identificação de defeitos mecânicos

5 CONCLUSÕES

Os métodos de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos apresentados neste trabalho são utilizados em processos industriais há mais de quatro décadas. Vêm auxiliando a identificação e o tratamento de fatores que têm causado danos ao desenvolvimento desses processos ou que têm trazido algum tipo de risco à produção, seja na área química, petroquímica etc.

O trabalho desenvolvido mostrou a possibilidade de aplicação desses métodos à área de transporte rodoviário de carga geral, dividindo-o em atividades e tratando-as como processos separados. Foi possível utilizar métodos, antes desenvolvidos para setores mais técnicos e de produção, para um setor de prestação de serviço.

Para facilitar a analogia entre os setores industriais e o transporte rodoviário de cargas, imaginou-se o transporte como sendo uma linha de produção composta por vários equipamentos, cada um com sua importância, funções e peculiaridades.

Observou-se que a identificação de perigos nas atividades estudadas depende mais da experiência dos funcionários responsáveis por elas do que de qualquer equipamento utilizado. O que implica uma necessidade maior de comprometimento por parte dos funcionários com a execução da atividade, para, conseqüentemente, haver diminuição dos modos de falha relativos ao fator humano.

Na análise das conseqüências dos perigos identificados, foi possível observar que pode haver comprometimento da operação de transporte por completo, mas que alguns deles talvez tragam conseqüências indesejáveis apenas para a atividade subsequente, como no caso da roteirização e das escalas de veículos, carga e motoristas.

Por outro lado, os perigos identificados na preparação de veículos e na escolha e preparação de motoristas acarretam conseqüências como acidentes de trânsito e roubo, que podem colocar em risco a vida do motorista e provocar perda da carga ou do veículo.

A estimativa de probabilidades ficou prejudicada por se tratar de uma etapa que depende, em grande parte, dos registros de ocorrência das falhas identificadas. Talvez isso se deva ao fato de a empresa estudada dar maior atenção ao transporte propriamente dito do que às etapas que o antecedem. De fato, só há registros, ainda que recentes, de roubos e acidentes que ocorreram durante a operação de transporte. Cabe ainda ressaltar que esse dois eventos são os mais indesejáveis pela empresa em função dos danos e conseqüências que eles geram, em torno de 70% dos prejuízos com eventos indesejáveis têm relação com roubos e acidentes. Quanto à aplicação dos questionários, é interessante observar a reação dos funcionários depois da apresentação das respostas: eles não imaginavam como uma falha cometida durante a execução da atividade poderia influenciar a atividade subsequente e o transporte como um todo.

Analisando as dificuldades no levantamento de dados durante a pesquisa na empresa, sugere-se que sejam feitos registros contínuos das atividades que compõem o planejamento do transporte. Outra sugestão é que se elabore inicialmente a árvore geral de falhas antes de se obter as probabilidades, pois isso facilita o entendimento do processo como um todo e dos eventos que o compõem.

Durante a elaboração das árvores de falhas, foi possível observar a quantidade de fatores internos e externos à empresa que influenciam a operação do transporte e como eles se relacionam. Para a aplicação completa da Análise de Riscos, é importante que as falhas apresentadas nas árvores sejam consideradas inicialmente com o mesmo nível de importância, para, em seguida, ser obtidos os valores de probabilidades e definidos os níveis de gravidade das conseqüências.

Acredita-se que o objetivo inicial do trabalho, de desenvolver uma aplicação da Análise de Riscos para o transporte rodoviário de carga geral realizado por empresas de transporte, foi atingido. Depois da aplicação dos métodos de identificação de perigos, avaliação de riscos e construção das árvores de falhas, foi possível perceber a importância da Análise de Riscos para a tomada de decisões na empresa.

A aplicação apresentada neste trabalho representa uma contribuição relevante não só para o entendimento das atividades estudadas, mas também para o desenvolvimento de um futuro programa de gerenciamento de riscos da operação de transporte da empresa.

ANEXO A: Questionários sobre a execução das atividades

A.1 Roteirização

1- Qual é a quantidade de roteirizações feitas por semana para cada C.D.?

- Rio de Janeiro: 4
- Contagem: 2
- Ribeirão Preto: 2
- Brasília : 4
- Goiânia: 3
- Londrina: 2
- Limeira: 4
- Curitiba: 2
- São José do Rio Preto: 2
- Itapetininga: 2
- Marília: 2
- São José dos Campos: 4
- Porto Alegre: 2
- Três Corações: 2

Total: 37 roteirizações

2- Quantas vezes você acredita que acontece, ou já aconteceu, falha no *software*, ou no sistema de operação do *software*, durante a roteirização?

nunca houve

1 vez a cada 50 roteirizações,

se for mais de 1 vez, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

mais de 20 vezes

1 a cada 100 roteirizações

- 1 a cada 200 roteirizações
- 1 a cada 350 roteirizações
- 1 a cada 500 roteirizações
- 1 a cada 1000 roteirizações

3- Quantas vezes você acredita que acontece, ou já aconteceu, falha ao entrar com os dados no sistema?

- nunca houve
- 1 vez a cada 50 roteirizações,
se for mais de 1, quantas vezes?
 - 2 a 5 vezes
 - 6 a 10 vezes
 - 11 a 20 vezes
 - mais de 20 vezes

- 1 a cada 100 roteirizações
- 1 a cada 200 roteirizações
- 1 a cada 350 roteirizações
- 1 a cada 500 roteirizações
- 1 a cada 1000 roteirizações

4- Quantas vezes você acredita que acontece, ou já aconteceu, falha ao reorganizar as rotas (depois de geradas pelo *software*)?

- nunca houve
- 1 vez a cada 50 roteirizações,
se for mais de 1, quantas vezes?
 - 2 a 5 vezes
 - 6 a 10 vezes
 - 11 a 20 vezes
 - mais de 20 vezes

- 1 a cada 100 roteirizações
- 1 a cada 200 roteirizações

- 1 a cada 350 roteirizações
- 1 a cada 500 roteirizações
- 1 a cada 1000 roteirizações

5- Quantas vezes você acredita que alguma falha durante o processo de roteirização provoca, ou já provocou atraso na operação de escala?

- nunca houve
- 1 vez a cada 50 roteirizações,
se for mais de 1, quantas vezes?
 - 2 a 5 vezes
 - 6 a 10 vezes
 - 11 a 20 vezes
 - mais de 20 vezes

- 1 a cada 100 roteirizações
- 1 a cada 200 roteirizações
- 1 a cada 350 roteirizações
- 1 a cada 500 roteirizações
- 1 a cada 1000 roteirizações

A.2 Escalas de veículos, motoristas e cargas

1) Qual é a quantidade de escalas feitas por semana para cada C.D. ?

- Rio de Janeiro: 4
- Contagem: 2
- Ribeirão Preto: 2
- Brasília: 4
- Goiânia: 3
- Londrina: 2
- Limeira: 4
- Curitiba: 2
- São José do Rio Preto: 2

- Itapetininga: 2
- Marília: 2
- São José dos Campos: 4
- Porto Alegre: 2
- Três Corações: 2

Total: 37 escalas

2) Quantas vezes você acredita que acontece, ou já aconteceu, falha no *software*, ou no seu sistema de operação durante a escala?

nunca houve

1 vez a cada 50 escalas,

se for mais de 1, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

mais de 20 vezes

1 a cada 100 escalas

1 a cada 200 escalas

1 a cada 350 escalas

1 a cada 500 escalas

1 a cada 1000 escalas

3) Quantas vezes você acredita que acontece, ou já aconteceu, repasse de carga errada para o faturamento?

nunca houve

1 vez a cada 50 escalas,

se for mais de 1, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

mais de 20 vezes

1 a cada 100 escalas

1 a cada 200 escalas

1 a cada 350 escalas

1 a cada 500 escalas

1 a cada 1000 escalas

4) Se a resposta da questão anterior for positiva, quantas vezes você acredita que essa falha provocou atraso na operação de faturamento?

nunca provocou

1 vez a cada 50 escalas

se for mais de 1, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

mais de 20 vezes

1 a cada 100 escalas

1 a cada 200 escalas

1 a cada 350 escalas

1 a cada 500 escalas

1 a cada 1000 escalas

5) Quantas vezes você acredita que essa falha na atividade de escalas provoca, ou já provocou, atraso na entrega da mercadoria ao cliente?

nunca houve

1 vez a cada 50 escalas

se for mais de 1, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

- mais de 20 vezes
- 1 a cada 100 escalas
- 1 a cada 200 escalas
- 1 a cada 350 escalas
- 1 a cada 500 escalas
- 1 a cada 1000 escalas

6) Quantas vezes você acredita que essa mesma falha na atividade de escalas provoca, ou já provocou, multas em postos fiscais por falta de emissão de notas?

nunca houve

1 vez a cada 50 escalas

se for mais de 1 vez, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

mais de 20 vezes

- 1 a cada 100 escalas
- 1 a cada 200 escalas
- 1 a cada 350 escalas
- 1 a cada 500 escalas
- 1 a cada 1000 escalas

A.3 Monitoramento de Frota

1) Quantos veículos são monitorados em média por dia? E ao mesmo tempo qual é a quantidade máxima monitorada?

25 veículos monitorados por dia e 25 veículos, no máximo, monitorados ao mesmo tempo.

2) Quantas vezes você acredita que o motorista não informa, ou não informou o monitor de plantão, as macros de viagem?

- nunca houve
 1 vez a cada 50 viagens,
se for mais de 1, quantas vezes?

- 2 a 5 vezes
 6 a 10 vezes
 11 a 20 vezes
 mais de 20 vezes
- 1 a cada 100 viagens
 1 a cada 200 viagens
 1 a cada 350 viagens
 1 a cada 500 viagens
 1 a cada 1000 viagens

3) quantas vezes você acredita que o motorista não informa, ou não informou o monitor de plantão as macros de paradas previstas?

- nunca houve
 1 vez a cada 50 viagens
se for mais de 1, quantas vezes?

- 2 a 5 vezes
 6 a 10 vezes
 11 a 20 vezes
 mais de 20 vezes
- 1 a cada 100 viagens
 1 a cada 200 viagens
 1 a cada 350 viagens
 1 a cada 500 viagens
 1 a cada 1000 viagens

4) quantas vezes você acredita que o veículo deixa, ou deixou de ser monitorado por falta de envio de macros por parte do motorista?

- nunca houve

1 vez a cada 50 viagens

se for mais de 1, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

mais de 20 vezes

1 a cada 100 viagens

1 a cada 200 viagens

1 a cada 350 viagens

1 a cada 500 viagens

1 a cada 1000 viagens

5) Quantas vezes você acredita que o veículo faz, ou já fez alguma parada imprevista de viagem?

nunca houve

1 vez a cada 50 viagens

se for mais de 1, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

mais de 20 vezes

1 a cada 100 viagens

1 a cada 200 viagens

1 a cada 350 viagens

1 a cada 500 viagens

1 a cada 1000 viagens

6) Quando há alguma parada imprevista de viagem quais são os motivos mais comuns?

- Quebra do veículo (falha mecânica).

7) Quantas vezes você acredita que a posição do veículo deixa, ou já deixou de ser verificada?

nunca houve

1 vez a cada 50 viagens

se for mais de 1, quantas vezes?

2 a 5 vezes

6 a 10 vezes

11 a 20 vezes

mais de 20 vezes

1 a cada 100 viagens

1 a cada 200 viagens

1 a cada 350 viagens

1 a cada 500 viagens

1 a cada 1000 viagens

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABTC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS TRANSPORTES DE CARGA. **Revista Transporte Moderno**, São Paulo: OTM Editora Ltda., ano 36, nº 393, maio 2000.
- ALBERTON, A. **Uma metodologia para auxiliar no gerenciamento de riscos e na seleção de alternativas de investimentos em segurança**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- ALVARENGA, A. C. ; NOVAES, A. G. N. **Logística Aplicada – Suprimento e Distribuição Física**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1994.
- AVEN, T. **Reliability and Risk Analysis**. Oxford: Elsevier Applied Science, 1992.
- BERNSTEIN, P. L. **Desafio aos deuses: a fascinante história do risco**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- CETREM – SUL – Núcleo de Treinamento para Prevenção de Emergências da Região Sul. **Programa regional para Gestão de Emergências no Transporte de Produtos Perigosos**, Florianópolis, 2002. Disponível em: [http:// pages.udesc.br/ ~dcb2adj/homepage / cetrem](http://pages.udesc.br/~dcb2adj/homepage/cetrem) Acesso em: outubro 2002.
- CHICKEN, J. C. **Risk Assessment for Hazardous Installations**. Oxford: Pergamon Press, 1986.
- CLARKE, A. B.; DISNEY, R. L. **Probabilidade e processos estocásticos**. Tradução de Gildásio Amado Filho. Rio de Janeiro: LTC, 1979.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTES – Transdados – Indicadores de Transportes, Outubro 2000 / 2001 / 2002. Disponível em: <http://www.cnt.org.br>
Acesso em: junho/2002

DE CICCO, F. M. G. A. F.; FANTAZZINI, M. L. **Introdução a Engenharia de Segurança de Sistemas**. São Paulo: Fundacentro, 1985.

FIGUEIREDO, R. P. **Gestão de riscos operacionais em Instituições Financeiras – uma abordagem qualitativa**. Dissertação (Mestrado em Administração), UNAMA Universidade da Amazônia, Belém, 2001.

FREITAS, C. M. **Riscos e processos decisórios – implicações para a vigilância sanitária**. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/index_2001
Acesso em: julho 2002.

GEIPOT - EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES
Anuário Estatístico dos Transportes, 2000. Disponível em:
<http://www.geipot.gov.br/novaweb/indexanu.htm> . Acesso em: julho 2002.

GUILAM, M. C. **O conceito de riscos - sua utilização pela Epidemiologia, Engenharia e Ciências Sociais**. Escola Nacional de Saúde Pública, Unidade Técnica da Fundação Oswaldo Cruz – RJ, 1996. Disponível em: www.ensp.fiocruz.br . Acesso em: agosto 2002.

HOUAISS, A. **Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Pesquisa Anual de Serviços, 1997**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> . Acesso em: julho 2002.

- INST - INSTITUTO NACIONAL DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO, **Revista Usuário Entrevias**. São Paulo: Concessionária de Rodovias do Interior Paulista, Agosto 2001.
- MARINHA BRASILEIRA, **Introdução ao gerenciamento de risco operacional, 1995**. Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Marinha-SIPPAerM. Disponível em: www.daerm.mar.mil.br/sipaerm. Acesso em: julho 2002.
- NOVAES, A. G. N. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- OBONI, F. **Geo – Environmental Risk: Assessment, Analysis, Management and Planning**. State of the art Report, IUGS Conference Vancouver, 1998.
- PIJAWKA, K. D.; FOOTE, S.; SOESILO, A. **Risk Assessment of Transporting Hazardous Material: Route Analysis and Hazard Management**. Transportation Research Record 1020, TRB, Washington: National Research Council, 1980.
- RAIFFA, H. **Teoria da decisão: aulas introdutórias sobre escolhas em condições de incerteza**. Tradução de Sérgio Ellery Girao Barroso. Petrópolis: Vozes, 1977.
- REAL, M. V. **A informação como fator de controle de riscos no transporte rodoviário de produtos perigosos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- RSPA - RESEARCH AND SPECIAL PROGRAMS ADMINISTRATION , USDOT, July 1998. **Risk Based Decision Making in the Hazardous Materials Safety Program**. Disponível em: <http://hazmat.dot.gov/risk>. Acesso em: Julho 2002.

SACCOMANNO, F.F.; SHORTREED, J. H.; AERDE, M.V.; HIGGS, J. Comparison of Risk Measures for the Transport of dangerous Commodities by Truck and Rail. **Transportation Research Record**, 1245, TRB, Washington: National Research Council, 1988.

SOUZA, E. A. **O Treinamento Industrial e a Gerência de Riscos – uma proposta de instrução programada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 1995.

TAYLOR, J. R. **Risk Analysis for Process Plant, Pipelines and Transport**. Londres: Chapman Hall, 1994.

TEIXEIRA JÚNIOR, A. A. **Avaliação do risco potencial de danos à saúde pública devido a acidentes envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos no Estado de São Paulo, através do emprego da Árvore de Falhas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.