



METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA DE ÓLEO
DIESEL A NA PRESENÇA DE INCERTEZAS NO *LEAD TIME*

Rubens Cerqueira Freitas

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Transportes.

Orientador: Márcio de Almeida D'Agosto

Rio de Janeiro

Julho de 2013

METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA DE
ÓLEO DIESEL A NA PRESENÇA DE INCERTEZAS NO *LEAD TIME*

Rubens Cerqueira Freitas

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

Prof. Márcio de Almeida D'Agosto, D.Sc.

Orientador

Prof. Floriano Carlos Martins Pires Junior, D.Sc.

Prof. Luís Alberto Duncan Rangel, D.Sc.

Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo, Ph.D.

Prof. Raul de Bonis Almeida Simões, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JULHO DE 2013

Freitas, Rubens Cerqueira

Metodologia para Cálculo do Estoque de Segurança de Óleo Diesel A na Presença de Incertezas no *Lead Time*/ Rubens Cerqueira Freitas. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XVII, 203 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Márcio de Almeida D'Agosto.

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 163-168.

1. Estoque de Segurança de Combustível. 2. Incerteza no *Lead Time*. 3. Mapeamento de Fluxo Logístico. 4. Risco Percebido. I. D'Agosto, Márcio de Almeida. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico essa pesquisa a

Marília e Sebastião, pelo apoio incondicional, pela superação e pela paciência,
Auxiliador, pela visão de futuro,
Oswaldo, pelo DNA no segmento de energia,
Antônia, pela organização,
Lucinda, pela disciplina,
Marcos, pela volta por cima,
Eduardo, pela conciliação,
Ana, pela arte,
Lurdes, pela fuga do lugar do comum,
Floriano, Luiz Alberto, Luiz Felipe e Raul pelo compartilhamento,
Maria Lívia pelo espírito investigativo,
Magda, por acreditar,
Márcio, por iluminar.

Por meio deles se formou o todo, o qual deixo de legado ao Rubens, meu filho.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA DE ÓLEO DIESEL A NA PRESENÇA DE INCERTEZAS NO *LEAD TIME*

Rubens Cerqueira Freitas

Julho/2013

Orientador: Márcio de Almeida D'Agosto

Programa: Engenharia de Transportes

Esta tese apresenta metodologia, em complemento à abordagem clássica de gestão de estoques, para o cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A na presença de incertezas no *lead time* derivadas de fatores de risco relacionados aos fluxos logísticos. A metodologia engloba coleta prévia de dados, mapeamento dos fluxos logísticos, identificação e decomposição dos fatores de risco, medição dos fatores de risco e cálculo e recálculo dos estoques de segurança. Um estudo de caso, com foco no óleo diesel A armazenado em bases de distribuidores na região norte do Brasil, é apresentado como aplicação da metodologia proposta, o qual desvendou estoques de segurança sobrecarregados, formados para compensar os fatores de risco derivados das incertezas no *lead time*. A partir do estudo de caso, foi construído um plano de mitigação de riscos com o objetivo de reduzir as incertezas no *lead time* relacionadas aos fluxos logísticos de óleo diesel A.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.).

METHODOLOGY FOR CALCULATING DIESEL OIL SAFETY STOCK IN THE
PRESENCE OF UNCERTAINTIES ON LEAD TIME

Rubens Cerqueira Freitas

July/2013

Advisor: Márcio de Almeida D'Agosto

Department: Transportation Engineering

The thesis presents a methodology, as a complement of classical approach to safety stock management, for calculating diesel oil safety stock in the presence of uncertainties on lead time caused by risk factors related to logistic flows. The methodology encompasses previous data collection, logistic flows mapping, identification and decomposition of risk factors, measurement of risk factors, safety stock calculation and safety stock revaluation. A case study, focused on diesel oil stored in distributors terminals in northern Brazil, is presented as an application of proposed methodology, which unveiled overloaded safety stocks, set up to compensate risk factors derived from uncertainties on lead time. From the case study, a risk mitigation plan was drawn up with the aim to reduce uncertainties on lead time related to diesel oil logistic flows.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA	1
1.2. RELEVÂNCIA	2
1.3. OBJETIVO	4
1.4. HIPÓTESE A SER TESTADA	5
1.5. PREMISSAS CONSIDERADAS NA PROPOSIÇÃO DA METODOLOGIA	6
1.6. SÍNTESE DA METODOLOGIA	7
1.7. DESCRIÇÃO DO CONTEÚDO DAS DEMAIS SEÇÕES	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. <i>LEAD TIME</i> , NÍVEL DE SERVIÇO E FLUXOS LOGÍSTICOS	18
2.2. RISCOS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS	31
3. MAPEAMENTO DOS FLUXOS LOGÍSTICOS DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DE ÓLEO DIESEL A	50
3.1. SISTEMA NACIONAL DE ABASTECIMENTO DE ÓLEO DIESEL	50
3.2. MAPEAMENTO DOS FLUXOS LOGÍSTICOS DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DE ÓLEO DIESEL A NO BRASIL	57
3.3. FLUXOS LOGÍSTICOS: PONTO DE PARTIDA PARA O CÁLCULO DE ESTOQUES DE SEGURANÇA	69
4. PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA DE ÓLEO DIESEL A NA PRESENÇA DE INCERTEZAS NO <i>LEAD TIME</i>	71
5. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA EM BASES DE DISTRIBUIDORES EM PORTO VELHO/RO	83
5.1. COLETA PRÉVIA DE DADOS JUNTO À AGENCIA REGULADORA E AOS AGENTES ECONÔMICOS (PASSO 1) E MAPEAMENTO DOS FLUXOS LOGÍSTICOS (PASSO 2)	84

5.2. IDENTIFICAÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DOS FATORES DE RISCO EM FAMÍLIAS, GÊNEROS E ESPÉCIES (PASSO 3)	91
5.3. APLICAÇÃO DOS TRÊS QUESTIONÁRIOS PARA OS AGENTES ECONÔMICOS PARA QUANTIFICAR A RELEVÂNCIA, O IMPACTO E A SAZONALIDADE DOS FATORES DE RISCO (PASSOS 4, 5 E 6)	98
5.4. CÁLCULO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA, APLICANDO A ABORDAGEM CLÁSSICA (PASSO 7)	137
5.5. RECÁLCULO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA, APLICANDO A METODOLOGIA PROPOSTA (PASSO 8)	138
5.6. MEDIÇÃO DO SUPERDIMENSIONAMENTO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA (PASSO 9)	141
6. ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO	144
6.1. RELEVÂNCIA DOS FATORES DE RISCO (R)	144
6.2. IMPACTO DOS FATORES DE RISCO SOBRE O ESTOQUE DE SEGURANÇA (EPR)	147
6.3. SAZONALIDADE DA <i>EPR</i>	151
6.4. CUSTO ADICIONAL COM MANUTENÇÃO DE ESTOQUE	153
6.5. RECOMENDAÇÕES DE MITIGAÇÃO DOS RISCOS INCIDENTES NOS FLUXOS LOGÍSTICOS DE ÓLEO DIESEL A NAS BASES DE PORTO VELHO/RO	154
7. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES	160
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (LEGISLAÇÃO)	168
ANEXO A. PREVISÃO E TESTE DE NORMALIDADE DA DEMANDA DE ÓLEO DIESEL B	169
ANEXO B. PESQUISAS PRÉVIAS	189
ANEXO C. RESPOSTAS REFERENTES ÀS PESQUISAS PRÉVIAS	191
ANEXO D. PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	196

ANEXO E. 1º QUESTIONÁRIO DA PESQUISA	197
ANEXO F. 2º QUESTIONÁRIO DA PESQUISA	201
ANEXO G. 3º QUESTIONÁRIO DA PESQUISA	203

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema nacional de abastecimento de óleo diesel (A e B).	52
Figura 2: Fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A no Brasil.	57
Figura 3: Fontes de suprimento: refinarias da PETROBRAS.	58
Figura 4: Internalização da importação de óleo diesel A.	59
Figura 5: Terminais (aquaviários e terrestres) e dutos de longo percurso operados pela TRANSPETRO.	62
Figura 6: Terminais aquaviários e terrestres operados por agentes econômicos privados.	64
Figura 7: Fluxos logísticos de integração refinarias-terminais no estado de São Paulo.	64
Figura 8: Capacidade total de armazenagem de bases primárias e secundárias por unidade federada.	66
Figura 9: Classificação dos estados entre superavitários e deficitários em relação aos fluxos logísticos de óleo diesel A.	68
Figura 10: Fontes de suprimento de óleo diesel A na região norte.	85
Figura 11: Principais portos para transbordo da produção nacional de combustíveis fósseis para a REMAN.	86
Figura 12: Vista aérea do Porto de Itaqui em São Luís/MA.	86
Figura 13: Vista aérea do terminal da REMAN em Manaus/AM.	87
Figura 14: Transferências de óleo diesel A de bases primárias em Manaus/AM para bases secundárias localizadas em estados da região amazônica.	89
Figura 15: Fluxos logísticos de transporte e armazenagem na região norte.	89
Figura 16: Fluxos logísticos de transporte e armazenagem em Porto Velho/RO.	91
Figura 17: Relevância das três famílias de fatores de risco.	100
Figura 18: Relevância dos gêneros de risco associados à família "fontes de suprimento".	100
Figura 19: Relevância das espécies de risco associados ao gênero "produção própria da REMAN".	101
Figura 20: Relevância das espécies de risco associados ao gênero	

"transbordo da produção nacional".	101
Figura 21: Relevância das espécies de risco associados ao gênero "transbordo da importação".	102
Figura 22: Relevância dos gêneros de risco associados à família "modos de transporte".	102
Figura 23: Relevância dos fatores de risco associados ao gênero "transporte fluvial por meio de balsas".	103
Figura 24: Relevância dos fatores de risco associados ao gênero "transporte rodoviário".	103
Figura 25: Relevância dos gêneros de risco associados à família "bases de armazenagem".	104
Figura 26: Relevância das espécies de risco associadas ao gênero "capacidade de armazenagem".	104
Figura 27: Relevância das espécies de risco associadas ao gênero "infraestrutura de descarregamento".	105
Figura 28: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho – resumo.	109
Figura 29: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 1.	111
Figura 30: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 2.	112
Figura 31: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 3.	113
Figura 32: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 4.	114
Figura 33: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 5.	115
Figura 34: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 6.	116
Figura 35: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 7.	118
Figura 36: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 8.	119

Figura 37: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 9.	120
Figura 38: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 10.	121
Figura 39: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 11.	122
Figura 40: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 12.	123
Figura 41: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 13.	125
Figura 42: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 14.	126
Figura 43: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 15.	127
Figura 44: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 16.	128
Figura 45: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 17.	129
Figura 46: Comparativo entre $EPR_{1->17}$ dos agentes econômicos.	131
Figura 47: Comparativo entre EPR_n dos agentes econômicos por fator de risco.	134
Figura 48: Sazonalidade da EPR ao longo do ano (gráfico de barras).	135
Figura 49: Sazonalidade da EPR ao longo do ano (gráfico de linhas).	136
Figura 50: Profundidade do Rio Madeira ao longo do ano.	136
Figura 51: Influência de σ_L e σ_{Lot} sobre E_s e E_{SR} para nível de serviço de 95%.	151
Figura A1: Demanda trimestral recalculada para o óleo diesel em função do PIB.	179
Figura A2: Resultados da regressão da curva de demanda.	185
Figura A3: ln da demanda (consumo) de óleo diesel B - Efetivo x Estimado.	185
Figura A4: Evolução dos resíduos versus ln PIB.	186
Figura A5: Projeção do consumo de óleo diesel B até 2014.	186
Figura A6: Consumo de óleo diesel B (efetivo de 2000 a 2011 e estimado até 2014).	187
Figura A7: Histograma dos resíduos da regressão das séries temporais	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo da revisão bibliográfica.	10
Tabela 2: Conceitos relevantes que nortearam a metodologia proposta.	11
Tabela 3: Produção nacional de óleo diesel A por refinaria.	58
Tabela 4: Terminais aquaviários e terrestres operados pela TRANSPETRO.	61
Tabela 5: Terminais aquaviários e terrestres operados por agentes econômicos privados.	63
Tabela 6: Classificação das bases de armazenagem e distribuição de combustíveis.	65
Tabela 7: Perfil das bases de armazenagem e distribuição.	66
Tabela 8: Consumo de óleo diesel B nas unidades federadas.	67
Tabela 9: Modos de transporte utilizados nos fluxos logísticos do óleo diesel A e B.	69
Tabela 10: Bases de armazenagem e distribuição em Manaus/AM.	88
Tabela 11: Bases de armazenagem e distribuição em Porto Velho/RO.	90
Tabela 12: Identificação e decomposição dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A em Porto Velho.	97
Tabela 13: Perfil dos 16 entrevistados que responderam aos três questionários.	98
Tabela 14: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho - ótica agregada (D + T + P).	106
Tabela 15: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho - ótica dos distribuidores.	106
Tabela 16: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho - ótica dos transportadores.	107
Tabela 17: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho - ótica do produtor.	108
Tabela 18: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho - resumo.	108

Tabela 19: Cálculo da EPR_1 (para $R_1 = 1,79\%$).	110
Tabela 20: Cálculo da EPR_2 (para $R_2 = 3,47\%$).	111
Tabela 21: Cálculo da EPR_3 (para $R_3 = 5,01\%$).	112
Tabela 22: Cálculo da EPR_4 (para $R_4 = 4,74\%$).	113
Tabela 23: Cálculo da EPR_5 (para $R_5 = 8,69\%$).	114
Tabela 24: Cálculo da EPR_6 (para $R_6 = 8,69\%$).	116
Tabela 25: Cálculo da EPR_7 (para $R_7 = 4,85\%$).	117
Tabela 26: Cálculo da EPR_8 (para $R_8 = 2,12\%$).	118
Tabela 27: Cálculo da EPR_9 (para $R_9 = 8,81\%$).	119
Tabela 28: Cálculo da EPR_{10} (para $R_{10} = 17,29\%$).	120
Tabela 29: Cálculo da EPR_{11} (para $R_{11} = 1,70\%$).	121
Tabela 30: Cálculo da EPR_{12} (para $R_{12} = 1,54\%$).	123
Tabela 31: Cálculo da EPR_{13} (para $R_{13} = 1,96\%$).	124
Tabela 32: Cálculo da EPR_{14} (para $R_{14} = 10,95\%$).	125
Tabela 33: Cálculo da EPR_{15} (para $R_{15} = 8,33\%$).	126
Tabela 34: Cálculo da EPR_{16} (para $R_{16} = 4,94\%$).	127
Tabela 35: Cálculo da EPR_{17} (para $R_{17} = 5,19\%$).	128
Tabela 36: Cálculo da $EPR_{I \rightarrow 17:D+T+P}$.	130
Tabela 37: Cálculo da $EPR_{I \rightarrow 17:Distribuidor}$.	131
Tabela 38: Cálculo da $EPR_{I \rightarrow 17:Transportador}$.	132
Tabela 39: Cálculo da $EPR_{I \rightarrow 17:Produtor}$.	132
Tabela 40: Comparativo entre $EPR_{I \rightarrow 17}$ dos agentes econômicos.	133
Tabela 41: Sazonalidade da EPR ao longo do ano.	134
Tabela 42: Cálculo do estoque de segurança (E_S) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, utilizando a abordagem clássica	137
Tabela 43: Fator de desconto ($1 + EPR$) de ineficiências no <i>lead time</i> .	138
Tabela 44: Recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, expurgando as incertezas no <i>lead time</i> - resultados agregados (EPR_{D+T+P}).	139
Tabela 45: Recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, expurgando as incertezas no <i>lead time</i> - ótica dos distribuidores ($EPR_{Distribuidor}$).	139
Tabela 46: Recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, expurgando as incertezas no <i>lead time</i>	

- ótica dos transportadores ($EPR_{Transportador}$).	140
Tabela 47: Recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, expurgando as incertezas no <i>lead time</i> - ótica do produtor ($EPR_{Produtor}$).	140
Tabela 48: Redução mensal no E_S em face do desconto do fator $1 + EPR_{D+T+P}$.	141
Tabela 49: Redução no estoque de segurança ($E_S - E_{SR}$) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, por agente, expurgando-se as ineficiências no <i>lead time</i> , para nível de serviço de 90,0 %.	142
Tabela 50: Redução no estoque de segurança ($E_S - E_{SR}$) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, por agente, expurgando-se as ineficiências no <i>lead time</i> , para nível de serviço de 95,0 %.	142
Tabela 51: Redução no estoque de segurança ($E_S - E_{SR}$) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, por agente, expurgando-se as ineficiências no <i>lead time</i> , para nível de serviço de 99,0 %.	143
Tabela 52: Mitigação dos fatores de risco - ações e responsáveis.	155
Tabela A1: Participação (%) dos componentes do PIB.	174
Tabela A2: Séries históricas trimestrais de comercialização de óleo diesel e PIB.	175
Tabela A3: Relações estatísticas entre PIB e consumo de óleo diesel.	176
Tabela A4: Comparativo entre a demanda real de óleo diesel e a estimada em relação aos diversos componentes do PIB.	178
Tabela A5: Momentos de transporte de passageiro e carga.	180
Tabela A6: Projeção do consumo de óleo diesel B até 2014.	187

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: $E_S = k [L (\sigma_D)^2 + (\sigma_L)^2 D^2]^{1/2}$	31 e 71
Equação 2: $EPR_n = R_n \sum_i (I_i F_i)$	78
Equação 3: $E_{SR} = k \{ [L/(1 + EPR)] (\sigma_D)^2 + [\sigma_L/(1 + EPR)]^2 D^2 \}^{1/2}$	81
Equação A1: $Y = 3.179,0 + 0,034.x$	182
Equação A2: $\ln D_t = 8,20599 + 1,60533 \ln Y_t + 0,0279969 d_t$	184
Equação A3: $JB = n[(S^2/6) + (C-3)^2/24]$	188

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa

O abastecimento nacional de combustíveis é considerado de utilidade pública, nos termos da Lei 9.847 de 27/10/1999. Sob a ótica legal-regulatória, isto implica que o princípio constitucional do interesse público se sobrepõe aos princípios constitucionais da livre iniciativa e da livre concorrência. Os agentes econômicos que operacionalizam o abastecimento nacional - produtores, transportadores, distribuidores e revendedores de combustíveis - têm, dessa forma, suas atividades limitadas pelo interesse público brasileiro, isto é, são livres para empreenderem e competirem no mercado, desde que não extrapolem o regramento da lei.

As fronteiras do abastecimento nacional de combustíveis, que separam o interesse público do privado, estão demarcadas pela Lei do Petróleo (Lei 9.478 de 07/08/1997). O interesse público se materializa na proteção ao consumidor quanto a preço, qualidade e garantia da oferta de combustíveis em todo o território nacional, respeitado o direito econômico quanto aos aspectos da concorrência leal e justa e preservado o meio ambiente para futuras gerações.

O Brasil, pela sua dimensão geográfica continental e diversidade socioeconômica regional, requer desafios e criatividade das esferas pública e privada voltados para a não interrupção do abastecimento nacional, ou seja, os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de combustíveis devem ser contínuos, sempre, garantindo a oferta em qualquer município do país.

O óleo diesel é o combustível mais representativo em termos volumétricos na matriz energética automotiva no Brasil, de acordo com dados da ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. O óleo diesel no Brasil é segmentado em dois tipos: A ou B. O óleo diesel A é aquele produzido nas refinarias e não pode ser comercializado com o consumidor final. O óleo diesel B, disponível para consumo, é a mistura de óleo diesel A com biodiesel. De acordo com a Lei nº 11.097, de 14/01/2005, a mistura mínima obrigatória para uso rodoviário é de 95,0% de óleo diesel A com 5,0% de biodiesel.

Além da liderança no consumo automotivo, o óleo diesel, também é estratégico para o transporte ferroviário, aquaviário e para a geração de energia elétrica em usinas térmicas (ANP, 2012). Dessa forma, a não interrupção nos fluxos logísticos de óleo diesel é condição básica para o desenvolvimento econômico nacional e regional. Os estoques de segurança de óleo diesel são formados e geridos com base nesse papel estratégico do combustível.

A região norte brasileira apresenta um conjunto de peculiaridades que trazem desafios para o abastecimento de combustíveis. Seus fluxos logísticos de transporte e armazenagem envolvem um único produtor, cuja capacidade de produção está aquém da demanda, requerendo complemento na oferta de combustíveis oriundo não apenas de outras regiões do país, como também de outros países produtores.

Os fluxos logísticos na região norte dependem do modo de transporte aquaviário, o qual está sujeito às intempéries das secas dos rios amazônicos e ao planejamento logístico eficiente de transbordos nacionais e da importação. A capacidade de armazenagem de combustíveis nas bases de distribuidores se apresenta como a garantidora de eventuais discontinuidades nos fluxos, requerendo políticas de gestão de estoques de segurança condizentes com esse conjunto de peculiaridades regionais. A região norte, assim, desponta como aquela que traria os maiores desafios ao gestor logístico na garantia do abastecimento de combustíveis.

A tese a ser apresentada volta-se para a proposição de metodologia para o cálculo de estoque de segurança de óleo diesel A (sem biodiesel), considerando os riscos potenciais que podem incidir sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem, que trazem ineficiências e incertezas ao *lead time* que integra esses fluxos, sobrecarregando os estoques de segurança. A metodologia proposta, genérica, será aplicada nos peculiares fluxos logísticos de óleo diesel A na região norte.

1.2. Relevância

A gestão de estoques de segurança, dado o nível de serviço proposto ao cliente, está diretamente relacionada às variações na demanda e no *lead time*. A revisão bibliográfica

sinalizou que as pesquisas sobre modelos de gestão de estoques se concentram na variável “demanda”, com pouca atenção dispensada à variável “*lead time*”.

Talvez, como consequência dessa tendência, os combustíveis automotivos, cuja demanda tende a aderir curvas de distribuição normal, tenham ficado ao limbo de pesquisas focadas em modelos de estoque de segurança submetidos a incertezas no *lead time*.

O Brasil ao atingir o crescimento anual do PIB acima de 7,0% (IBGE), em 2010, desvendou gargalos logísticos que permearam por diversos segmentos econômicos e regiões. A combinação desses gargalos com as peculiaridades do vasto território nacional criaram o alerta para o mercado de combustíveis, sujeito aos potenciais riscos advindos da oferta, que podem restringir ou interromper os fluxos logísticos de transporte e armazenagem.

Não se observou, na revisão bibliográfica, pesquisas voltadas para a gestão de estoques de segurança de combustíveis, quando o *lead time* se torna variável aleatória devido à presença de fatores de risco sobre os fluxos logísticos.

Especificamente em relação ao Brasil, que tem a peculiaridade da atuação do monopólio de fato, exercido por empresa pública, na produção e transporte de óleo diesel A por meio de dutos ou por cabotagem, pouco se aprofundou no estudo de modelos de gestão de estoques de segurança.

Resta lembrar que contribuiu para essa lacuna de pesquisa o noviciado da agência reguladora ANP, criada em 1998, cujo quadro de servidores efetivos e concursados formou-se apenas a partir de 2005. O Ministério de Minas e Energia – MME, por sua vez, concentrou-se tão somente em seu papel de formulador de diretrizes, sem trabalhos voltados para o aprofundamento da compreensão dos fluxos logísticos e dos estoques de segurança de combustíveis.

Esse quadro resultou no acúmulo de dados e informações, referente a movimentações e capacidade de armazenagem de combustíveis, em diversos bancos de dados

independentes dentro da agência reguladora, utilizados apenas para análises setoriais específicas.

A superficialidade na compreensão dos fluxos logísticos de combustíveis se deve, também, à falta de dados na agência reguladora sobre o *lead time* das operações dos agentes econômicos. Esses dados, indispensáveis para a avaliação de modelos de gestão de estoques de segurança, estão dispersos entre os agentes econômicos que operam os fluxos logísticos.

Desenvolveu-se nesta tese estudo inovador que preencheu lacuna no campo da pesquisa relacionada aos impactos das incertezas do *lead time* sobre os estoques de segurança de combustíveis. A tese se mostra inovadora ao complementar a abordagem clássica de gestão de estoques, se apoiando em metodologia desenvolvida para o cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em bases de distribuidores, considerando os fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos, que trazem ineficiências ao *lead time* associado a esses fluxos. A tese inova ao oferecer ferramenta que permite a formulação de planos de mitigação para esses fatores de risco, que podem reduzir estoques sem comprometer o nível de serviço oferecido pelos distribuidores aos revendedores e ao consumidor final.

1.3. Objetivo

Esta pesquisa tem como objetivo a proposição de metodologia, em complemento à abordagem clássica de gestão de estoques, para cálculo de estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem de distribuidores, considerando os impactos sobre os fluxos logísticos devidos a incertezas no *lead time*, que sobrecarregam esses estoques quando se busca a garantia do abastecimento ao consumidor.

Tendo como ponto de partida a abordagem clássica (tradicional) de gestão de estoques, pretende-se identificar e mensurar os potenciais fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A, causadores de distorções no *lead time*, que sobrecarregam os estoques de segurança de distribuidores. Conhecidos e quantificados os fatores de risco, pode-se determinar seu impacto sobre os

estoques. Expurgando-se os fatores de risco, chega-se ao estoque adequado para o nível de serviço proposto ao consumidor.

O escopo legal-regulatório dos agentes econômicos que integram o sistema nacional de abastecimento de combustíveis, em conjunto com dados e informações obtidos junto à agência reguladora e aos agentes econômicos, serão utilizados para o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem do óleo diesel A.

A metodologia proposta será aplicada para o cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A nas bases de distribuidores, expurgando-se as ineficiências associadas ao *lead time* devidas aos potenciais fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos.

Em complemento ao objetivo, essa pesquisa proporrá, a partir da realização de estudo de caso, recomendações de ações de mitigação dos riscos incidentes nos fluxos logísticos de óleo diesel A na região norte do país. Acredita-se que, a partir da proposição de ações efetivas e factíveis que atenuem ou tornem improváveis a ocorrência dos potenciais riscos que possam restringir ou interromper os fluxos logísticos, essa tese crie uma vinculação prática entre a pesquisa do mundo acadêmico e o bem estar da sociedade em geral.

1.4. Hipótese a ser testada

Os distribuidores traçam sua política de gestão de estoques com o objetivo de garantir o abastecimento de combustíveis para o consumidor final, pois estão, em tese, inseridos em atividade considerada de interesse público. Essa pesquisa testará a hipótese de os estoques de segurança de óleo diesel A nas bases de distribuidores estarem superdimensionados em função dos esforços para se assegurar a garantia do abastecimento.

A hipótese será testada por meio da formulação de equação complementar àquela da gestão clássica de estoques, aplicando-se um fator de desconto nas estatísticas (média e desvio-padrão) da variável “*lead time*”, que representaria os riscos percebidos pelos agentes econômicos de restrições ou interrupções no abastecimento ao consumidor final.

A comprovação de que os níveis de estoque de segurança estão superdimensionados, testada a hipótese, tende a ser um forte indicador de que os distribuidores incorporam nos estoques as ineficiências do *lead time* oriundas dos potenciais fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A.

1.5. Premissas consideradas na proposição da metodologia

A metodologia proposta para cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem, na presença de incertezas no *lead time*, parte de quatro premissas principais.

Primeiro, a demanda de óleo diesel B (já adicionado com biodiesel) no Brasil é probabilística, aderindo a uma curva de distribuição normal. Essa premissa permite a utilização da teoria clássica (tradicional) de gestão de estoques de segurança, evitando-se os complexos cálculos associados a demandas randômicas, onde se desconhece, a princípio, a função distribuição de probabilidade. No Anexo A, é apresentado modelo de previsão de demanda de óleo diesel B com a análise da normalidade da curva de demanda.

Segundo, considera-se que todos agentes econômicos que operam os fluxos logísticos, em especial os distribuidores, têm com objetivo garantir o abastecimento de óleo diesel B aos consumidores. Essa garantia estaria vinculada à obrigação legal-regulatória que recai sobre os agentes econômicos, que operam em atividade considerada de utilidade pública. Contudo, como a garantia de níveis de serviço extremamente elevados onera em demasia os custos logísticos, o cálculo do estoque de segurança contemplará, a título comparativo, três níveis de serviço ao cliente (90%, 95% e 99%).

Terceiro, a metodologia proposta nesta pesquisa partirá do princípio de que os fluxos logísticos na região norte são os que se caracterizam pelo maior grau de incerteza em comparação às outras quatro regiões brasileiras, devido à produção local não ser suficiente para atender a demanda, à distância de milhares de quilômetros das fontes complementares de suprimentos, à dependência do modo de transporte aquaviário marítimo por cabotagem que requer eficiência no planejamento logístico, à dependência

do modo de transporte aquaviário por balsas para transferência do óleo diesel A, à alternativa pouco viável (termos financeiros) do modo de transporte rodoviário, à timidez de investimentos logísticos em ampliação da capacidade de produção e armazenagem e, por fim, a eventos climáticos que restringem em determinados períodos do ano a navegabilidade nos rios amazônicos. Assim, se a metodologia puder ser aplicada na região norte, provavelmente poderá ser utilizada nas outras regiões brasileiras, cujos fatores de risco aparentam ser menos complexos.

Quarto, considera-se que a coleta de informações, que permitiu a identificação e mensuração dos fatores de risco, foi extraída de especialistas na área, que responderam aos questionamentos da pesquisa de forma independente e não tendenciosa, fornecendo *inputs* fidedignos que geraram *outputs* que expressam a confiabilidade dos resultados. Especialistas na área, imersos nos fluxos logísticos, possuem informações que muitas vezes não estão armazenadas em bancos de dados oficiais, tanto público como privado.

1.6. Síntese da metodologia

A metodologia para cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem de distribuidores, na presença de incertezas no *lead time*, será proposta de acordo com os seguintes passos:

- 1- coleta prévia de dados junto à agência reguladora e aos agentes econômicos, referente aos fluxos logísticos (fontes de suprimento, modos de transporte e bases de armazenagem);
- 2- mapeamento dos fluxos logísticos;
- 3- identificação e decomposição dos fatores de risco em famílias, gêneros e espécies;
- 4- aplicação do primeiro questionário para os agentes econômicos para quantificar a relevância dos fatores de risco;
- 5- aplicação do segundo questionário para os agentes econômicos para quantificar o impacto dos fatores de risco sobre o estoque de segurança;
- 6- aplicação do terceiro questionário para os agentes econômicos para determinar, ao longo dos meses, o quão crítico são os fatores de risco;
- 7- cálculo do estoque de segurança, aplicando a abordagem clássica;
- 8- recálculo do estoque de segurança, expurgando as incertezas no *lead time*;
- 9- medição do superdimensionamento do estoque de segurança.

1.7. Descrição do conteúdo das demais seções

A seção 2 apresenta a revisão bibliográfica que amparou a tese, baseada em publicações sobre estoque de segurança relacionadas a nível de serviço, *lead time*, fluxo logístico e risco na cadeia de suprimento.

A seção 3 apresenta o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A no Brasil, combustível contemplado na metodologia proposta na tese.

A conjugação da seção 2 com a seção 3 amparou a construção da metodologia proposta de cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem de distribuidores na presença de incertezas no *lead time*.

A seção 4 apresenta a metodologia proposta na tese, cujo propósito é complementar a visão clássica na quantificação de estoques de segurança. A complementação da abordagem clássica na formação de estoques de segurança considerará a variabilidade da demanda e *lead time* para determinado nível de serviço a ser oferecido ao cliente, mas introduzirá o risco percebido pelos agentes econômicos que operam os fluxos logísticos, materializado por fatores de risco que trazem ineficiências ao *lead time*, sobrecarregando o estoque de segurança quando se busca a garantia de abastecimento de óleo diesel B ao consumidor final.

A seção 5 apresenta estudo de caso, no qual a metodologia é aplicada para cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A no polo de bases de armazenagem de distribuidores em Porto Velho/RO, inserido nos fluxos logísticos na região norte.

A seção 6 analisa os resultados do estudo de caso quanto à relevância, ao impacto e à sazonalidade dos fatores de risco sobre os estoques de segurança nas bases. Nesta seção, também são feitas recomendações de ação de mitigação dos riscos incidentes nos fluxos logísticos de óleo diesel A no polo de bases de Porto velho/RO.

A seção 7 apresenta conclusões, limitações e sugestões para a aplicação da metodologia proposta em nível global, nacional e regional para todos os combustíveis.

Nos anexos estão disponíveis a análise da demanda de óleo diesel B e as diversas pesquisas realizadas junto aos agentes econômicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção tem como objetivo apresentar a revisão bibliográfica que amparou a construção da metodologia para cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem na presença de incertezas no *lead time*.

A Tabela 1 consolida as duas vertentes da revisão bibliográfica sobre estoques de segurança: i) *lead time*, nível de serviço e fluxos logísticos; ii) riscos na cadeia de suprimentos.

Tabela 1: Resumo da revisão bibliográfica.

Temas	Autores
<i>Lead time</i> , nível de serviço e fluxos logísticos.	KELLE E SILVER (1990), ZINN E MARMORSTEIN (1990), LEE E BILLINGTON (1992), LAU E ZHAO (1993), HILL (1996), GANESHAN <i>et al.</i> (1999), SEDARAGE <i>et al.</i> (1999), CHRISTOPHER (2000), GUPTA <i>et al.</i> (2000), KORPELA <i>et al.</i> (2002), LEE (2002), KLEIJNEN E SMITS (2003), MINNER (2003), RYU E LEE (2003), DULLAERT <i>et al.</i> (2005), TANG (2006), THOMAS E TYWORTH (2006), AHMED <i>et al.</i> (2007), GALLEGO <i>et al.</i> (2007), LEMOS <i>et al.</i> (2007), CHANDRA E GRABIS (2008), CHIANG (2008), KULL E CLOSS (2008), ABGINEHCHI E FARAHANI (2009), KELLE <i>et al.</i> (2009), LIANFU <i>et al.</i> (2009), SAJADIEH E ESHGHI (2009), ARIFOGLU E OZEKICI (2011) e CAI <i>et al.</i> (2011).
Riscos na cadeia de suprimentos.	KRALJIC (1983), HANDFIELD (1993), BIGUN (1995), LEE <i>et al.</i> (1997), CLOSS <i>et al.</i> (1998), ARTZNER <i>et al.</i> (1999), GULLU <i>et al.</i> (1999), CHIANG (2001), MALHOTRA (2001), MILGATE (2001), ERDEM E OZEKICI (2002), SAHIN E ROBINSON (2002), FERMA (2003), GARDNER E COOPER (2003), HARLAND <i>et al.</i> (2003), CHOPRA E SODHI (2004), CHRISTOPHER E PECK (2004), NORRMAN E JANSSON (2004), SPEKMAN E DAVIS (2004), SVENSSON (2004), JÜTTNER (2005), KLEINDORFER E SAAD (2005), GAUDENZI E BORGHESI (2006), TOMLIN (2006), COHEN (2007), HOPP <i>et al.</i> (2008), WAGNER E BODE (2008), NARASIMHAN E TALLURI (2009) e LI <i>et al.</i> (2010).

Fonte: elaboração do autor.

A Tabela 2 apresenta a síntese dos conceitos relevantes extraídos da revisão da literatura, abrangendo a maioria dos autores inseridos na Tabela 1, que fundamentou essa pesquisa e tornou possível a criação da metodologia proposta na tese. Alguns

autores contidos na Tabela 1 não foram inseridos na Tabela 2, mas também contribuíram para o embasamento teórico da tese, embora não tenham tratado diretamente em suas pesquisas dos temas listados na Tabela 1.

Tabela 2: Conceitos relevantes que nortearam a metodologia proposta.

Referência bibliográfica	Nível de serviço	<i>Lead time</i>	Fluxos logísticos	Riscos
ZINN E MARMORSTEIN (1990)	-	Variação da demanda durante o <i>lead time</i> aumenta à medida que o <i>lead time</i> médio aumenta.	-	-
LEE E BILLINGTON (1992)	-	-	Mapeamento dos fluxos logísticos para identificação das armadilhas na cadeia de suprimentos.	-
BIGUN (1995)	-	-	-	Avaliações subjetivas de especialistas são fontes de extração de dados na gestão de riscos catastróficos.
HILL (1996)	-	Aplicação de rateio de pedido entre fornecedores como estratégia de redução do nível de estoques.	-	-
ARTZNER <i>et al.</i> (1999)	-	-	-	Risco está relacionado à incerteza quanto a eventos futuros.
GULLU <i>et al.</i> (1999)	-	-	-	A análise de inventários deve contemplar os fatores de risco que geram incertezas na oferta.
CHRISTOPHER (2000)	-	<i>Lead time</i> oferecido pelos fornecedores reflete no nível de serviço esperado pelo cliente final.	Fluxo logístico ágil e sensível antecipa as incertezas do mercado.	-

Tabela 2: Conceitos relevantes que nortearam a metodologia proposta (continuação).

Referência bibliográfica	Nível de serviço	Lead time	Fluxos logísticos	Riscos
GUPTA <i>et al.</i> (2000)	Nível de serviço até 95% aumenta os custos de forma linear; entre 95% e 97%, aumento é exponencial; acima de 97%, custos se tornam proibitivos.	-	-	-
MILGATE (2001)	Quanto maior a incerteza na cadeia, pior será o nível de serviço ao cliente e maiores serão os custos.	A incerteza na cadeia de suprimentos está associada a variações em seus fluxos logísticos e tende a aumentar à medida que a complexidade da cadeia aumenta.	-	A incerteza é vista como a relação de confiabilidade de atividades sequenciais e paralelas em todos os níveis da cadeia.
KORPELA <i>et al.</i> (2002)	-	Estoque é calculado utilizando-se a média e o desvio-padrão de dados passados (demanda e <i>lead time</i>).	-	Quantificação de riscos empresariais no cálculo de estoques.
LEE (2002)	-	A redução das incertezas na cadeia de suprimentos, quando a oferta está sujeita a incertezas no <i>lead time</i> , passa pela diluição dos riscos dentro da cadeia.	-	-
SAHIN E ROBINSON (2002)	-	-	A integração da cadeia de suprimentos envolve o equilíbrio de objetivos conflitantes de seus membros em face das incertezas nos fluxos logísticos.	-

Tabela 2: Conceitos relevantes que nortearam a metodologia proposta (continuação).

Referência bibliográfica	Nível de serviço	Lead time	Fluxos logísticos	Riscos
FERMA (2003)	-	-	-	Risco pode ser identificado e quantificado por meio de aplicação de questionários.
GARDNER E COOPER (2003)	-	-	O mapeamento da cadeia, que retrata os fluxos logísticos do produto nas direções do <i>upstream</i> e do <i>downstream</i> , interconectando os processos, deve ser de fácil construção, uso e compreensão.	-
HARLAND <i>et al.</i> (2003)	-	-	A gestão integrada do risco em cadeias de suprimentos envolve o mapeamento dos fluxos logísticos.	A avaliação de riscos foca na probabilidade de sua ocorrência e nos impactos gerados.
MINNER (2003)	-	Investir na melhoria do <i>lead time</i> é sempre uma estratégia importante para reduzir níveis de estoques de segurança.	-	-
CHOPRA E SODHI (2004)	-	-	-	Estratégias de mitigação restringem o colapso da cadeia de suprimentos na presença de eventos adversos.
CHRISTOPHER E PECK (2004)	-	-	A cadeia de suprimentos resiliente a riscos é desenhada a partir do mapeamento dos fluxos logísticos.	Os riscos de demanda e de oferta estão ligados às perturbações nos fluxos logísticos de produtos dentro da cadeia.
NORRMAN E JANSSON (2004)	-	Redução nos estoques de segurança e a dependência de <i>lead time</i> cada vez mais curto aumentam a exposição aos riscos na cadeia de suprimentos.	O mapeamento dos fluxos é importante ferramenta para a identificação, análise e avaliação das consequências dos riscos sobre a cadeia de suprimentos.	O processo de gerenciamento de riscos deve focar na compreensão do risco, em sua probabilidade de ocorrência e no impacto causado.

Tabela 2: Conceitos relevantes que nortearam a metodologia proposta (continuação).

Referência bibliográfica	Nível de serviço	Lead time	Fluxos logísticos	Riscos
SPEKMAN E DAVIS (2004)	-	-	A definição tradicional de risco na cadeia de suprimentos está relacionada à ocorrência potencial de incidentes que interferem em seus fluxos logísticos.	A avaliação dos impactos dos riscos sobre os fluxos logísticos da cadeia de suprimentos passa pela identificação e mensuração dos fatores de risco.
SVENSSON (2004)	-	-	A vulnerabilidade nos fluxos logísticos da cadeia de suprimento é gerada a partir da interdependência de seus membros.	-
DULLAERT <i>et al.</i> (2005)	-	A eficiência dos modos de transporte entre origem e destino requer melhorias no <i>lead time</i> médio (rapidez) e desvio-padrão do <i>lead time</i> (confiança).	-	-
JÜTTNER (2005)	A vulnerabilidade da cadeia de suprimento está relacionada a eventos que podem perturbar o equilíbrio dos fluxos logísticos da cadeia, com reflexos no nível de serviço oferecido ao cliente.	-	O mapeamento dos fluxos logísticos é utilizado como técnica para identificar e avaliar riscos.	As fontes de risco são as variáveis associadas ao suprimento e à demanda, que podem causar a descontinuidade nos fluxos logísticos.
KLEINDORFER E SAAD (2005)	-	-	-	O gestor logístico deve identificar e avaliar fontes e vulnerabilidades antes de propor ações de mitigação de riscos.

Tabela 2: Conceitos relevantes que nortearam a metodologia proposta (continuação).

Referência bibliográfica	Nível de serviço	Lead time	Fluxos logísticos	Riscos
GAUDENZI E BORGHESI (2006)	-	-	A identificação, avaliação e impacto dos riscos nos fluxos logísticos da cadeia de suprimentos podem ser feitos pelo <i>AHP</i> .	A avaliação dos fatores de risco na cadeia de suprimentos é subjetiva por natureza e deve estar ligada aos objetivos específicos desta cadeia.
TANG (2006)	-	Incertezas no <i>lead time</i> , mesmo com demanda probabilística normal, podem levar a desempenhos sofríveis na gestão de estoques.	-	-
THOMAS E TYWORTH (2006)	-	O rateio de pedidos entre fornecedores pode trazer melhorias no <i>lead time</i> .	-	-
LEMOS <i>et al.</i> (2007)	O objetivo principal na política de gestão de estoques é a garantia de determinado nível de serviço ao cliente.	-	-	-
GALLEGO <i>et al.</i> (2007)	-	Há um limite a partir do qual o nível do estoque de segurança se torna indiferente às variações na demanda.	-	-
CHIANG (2008)	-	Incertezas no <i>lead time</i> podem até triplicar custos totais de aquisição de produtos.	-	-
KULL E CLOSS (2008)	-	-	-	A relação entre níveis de estoque e riscos de suprimento é inversamente proporcional.

Tabela 2: Conceitos relevantes que nortearam a metodologia proposta (continuação).

Referência bibliográfica	Nível de serviço	Lead time	Fluxos logísticos	Riscos
WAGNER E BODE (2008)	-	-	-	Os riscos de interrupção na cadeia de suprimentos se originam da demanda, da oferta, da regulação, da infraestrutura e de catástrofes.
ABGINEHCHI E FARAHANI (2009)	-	Níveis de serviço mais elevados podem ser alcançados para qualquer nível de estoque de segurança, desde que se dilua a incerteza do <i>lead time</i> entre vários fornecedores.	-	-
LIANFU <i>et al.</i> (2009)	O nível de serviço ao cliente é a probabilidade de a demanda, durante o <i>lead time</i> , ser menor ou igual ao pedido de reposição de estoque.	O objetivo de se formar estoques de segurança é compensar volumes quando a demanda real excede a prevista durante o <i>lead time</i> , ou quando o <i>lead time</i> real é maior que o previsto.	-	-
NARASIMHAN E TALLURI (2009)	-	-	As avaliações das fontes e magnitudes dos riscos devem ser conduzidas também quanto à exposição a eventos adversos, que podem ocasionar rupturas na cadeia de suprimentos.	A antecipação, identificação, classificação e avaliação dos riscos na cadeia de suprimentos requerem a aplicação de metodologias efetivas, antes de se implantar estratégias de mitigação.

Tabela 2: Conceitos relevantes que nortearam a metodologia proposta (continuação).

LI <i>et al.</i> (2010)	-	-	-	Os riscos de interrupções na cadeia de suprimentos englobam interrupções na oferta ou na demanda e influências exógenas.
ARIFOGLU E OZEKICI (2011)	-	Modelos de inventários devem considerar possíveis mudanças no cenário econômico e eventos ambientais imprevisíveis sobre a demanda e a oferta.	-	As incertezas no suprimento associam-se a variações na capacidade de produção do fornecedor ou a eventos inesperados.
CAI <i>et al.</i> (2011)	Para cada nível de serviço proposto, é possível otimizar estoques de segurança por meio de melhorias no <i>lead time</i> .	$E_s = k [L (\sigma_D)^2 + (\sigma_L)^2 D^2]^{1/2}$	-	-

Fonte: elaboração do autor.

Nas duas subseções seguintes, serão apresentadas com mais detalhes as linhas de pesquisa dos autores que compuseram essa revisão. A subseção 2.1 aborda os conceitos relacionados a *lead time*, nível de serviço ao cliente e fluxos logísticos que impactam sobre o estoque de segurança. A subseção 2.2 retrata a análise de risco na gestão de estoque de segurança.

2.1. *Lead time*, nível de serviço e fluxos logísticos

KELLE E SILVER (1990) advogaram que o rateio de pedidos entre dois ou mais fornecedores otimizaria o *lead time*, reduzindo o estoque de segurança sem abrir mão do nível de serviço (ou o contrário, sem reduzir o estoque de segurança, manteria o nível de serviço ao cliente). Demonstraram que o rateio poderia trazer benefícios para a cadeia de suprimentos quando o *lead time* não apresentasse variações abruptas (certeza moderada) e o lote do pedido fosse alto em relação à demanda durante o *lead time*. Os benefícios também poderiam ser aferidos em outras situações, de acordo com modelos analíticos apropriados. Contudo, tanto a redução no nível de estoque, como o aumento no nível de serviço, deveria ser confrontada com o possível aumento de custos gerado pelo rateio de pedidos.

ZINN E MARMORSTEIN (1990) apontaram que uma importante função do gerenciamento logístico seria a manutenção de estoques de segurança em níveis adequados. Quando os estoques fossem insuficientes, a empresa não entregaria o nível de serviço prometido a seus clientes. Por outro lado, se mantivesse estoques em excesso, a empresa incorreria em custos logísticos elevados. A partir de dois métodos aplicados na determinação de estoques de segurança, realizaram simulações para identificar as variáveis de maior impacto. Um destes métodos, considerado o mais utilizado pelos gestores, leva em conta as incertezas associadas à demanda (assumida como normal) e ao *lead time*.

LEE E BILLINGTON (1992) descreveram o que denominaram as quatorze armadilhas relacionadas à gestão da cadeia de suprimentos: falta de indicadores de desempenho; definição inadequada de nível de serviço ao cliente; dados de entregas imprecisos; sistemas de informações ineficientes; desconsideração sobre os impactos das incertezas; políticas de inventários simplistas; discriminação em relação aos clientes internos; coordenação precária; métodos de análise de embarques incompletos; avaliação incorreta dos custos de inventários; entraves organizacionais; processo de produção desconectado do canal de suprimentos; separação dos processos de suprimentos das decisões operacionais; canal de suprimentos incompleto.

A constituição de grupos de ações logísticas foi recomendada por LEE E BILLINGTON (1992), tanto no ambiente interno da empresa quanto no externo relacionado ao seu papel dentro da cadeia de suprimentos, cuja implementação poderia ajudar as empresas integrantes da cadeia a escaparem destas armadilhas e a melhorarem o nível de serviço oferecido aos clientes a custos competitivos: projeto/mapeamento para entender a cadeia de suprimentos; integração do banco de dados entre os participantes da cadeia; integração dos sistemas de planejamento e controle da cadeia; incentivos para o redesenho organizacional; instituição de indicadores de desempenho; ampliação da visão da cadeia para seus integrantes.

LAU E ZHAO (1993) pesquisaram a influência do rateio de pedidos entre dois ou mais fornecedores sobre o custo do estoque de segurança, desenvolvendo procedimento que estabelecesse a política de compras que otimizaria o custo total de inventários, considerando tanto a demanda como o *lead time* estocásticos. O maior problema envolvendo dois fornecedores com *lead time* estocástico, ressaltaram, se materializa na falta de sincronia da chegada dos pedidos. A variação (redução) nos níveis de estoques dependeria somente da diferença entre o *lead time* médio dos fornecedores, não havendo otimização nos estoques se os fornecedores apresentassem a mesma média.

Ao concluírem sua pesquisa, LAU E ZHAO (1993) fizeram três considerações a respeito do rateio de pedidos. Primeiro, a maior vantagem alcançada no rateio estaria na redução dos custos com estoques, e não na redução dos custos com vendas perdidas por estoques insuficientes. Segundo, seria melhor utilizar dois fornecedores de tal forma que o *lead time* médio do último fornecedor fosse adequadamente maior que o do primeiro fornecedor. Terceiro, a proporção ótima de rateio variaria, entre outros fatores, com a diferença do *lead time* médio.

HILL (1996) abordou os potenciais benefícios para a gestão de estoques, quando há incertezas associadas ao *lead time*, no rateio de pedidos em mais de um fornecedor, propiciando a redução no nível do estoque de segurança (considerando que o custo total não aumente). A opção de se utilizar apenas um fornecedor poderia ser defendida com argumentos de que há maior confiança e interdependência na cadeia de suprimentos, cujo planejamento prévio daria mais segurança às partes e poderia resultar em condições de aquisição mais atrativas. Contudo, este tipo de arranjo poderia ficar defasado das

condições competitivas dinâmicas impostas pelo mercado, deteriorando não apenas o *lead time*, como as condições de compra ao longo do tempo.

Baseado na revisão contínua de inventários (nível de pedido “r” e quantidade pedida “Q”) para avaliar a política de rateio de pedidos, HILL (1996) comparou modelos de gestão e concluiu que, em tese, o rateio do pedido levaria à redução do nível de estoque se comparado à opção de único fornecedor. Contudo, só haveria vantagem se o custo de redução do estoque fosse absorvido pelo aumento de custo do pedido. Também concluiu que colocar ‘n’ pedidos em diferentes períodos para apenas um fornecedor poderia resultar em custos operacionais menores se comparado a colocar ‘n’ pedidos simultaneamente em vários fornecedores.

GANESHAN *et al.* (1999) avaliaram o canal de suprimentos com dois fornecedores, assumindo que a demanda fosse normal. O primeiro fornecedor seria confiável, o outro não. A não confiabilidade deste outro fornecedor estaria ligada à incerteza de seu *lead time* (média e desvio-padrão) em relação ao desempenho do primeiro fornecedor, que seria compensada por preços de aquisição mais atrativos (descontos nos produtos). Concluíram que nem sempre é vantajoso dividir o pedido entre os fornecedores. Porém, quando a divisão era favorável, mensuraram o rateio do pedido em função do percentual de descontos oferecidos pelo fornecedor com *lead time* sofrível e verificaram que, apesar das vantagens de parceria em longo prazo com o fornecedor confiável, não se deveria, *a priori*, se descartar a alternativa complementar do segundo fornecedor, quando este oferecesse preços atrativos, embora com *lead time* incerto.

SEDARAGE *et al.* (1999) apontaram que a decisão de se optar por um, dois ou múltiplos fornecedores envolveria não apenas fatores qualitativos, mas também quantitativos. Defenderam que há muitas situações em que mais de um fornecedor seria necessário para manter o nível de serviço oferecido ou para reduzir o custo logístico total em cenários de *lead time* incerto. A opção por múltiplos fornecedores, por meio do rateio de pedidos, poderia atenuar a variabilidade do *lead time* e reduzir, por consequência, os custos logísticos.

Para uma cadeia de suprimentos com múltiplos fornecedores, SEDARAGE *et al.* (1999) determinaram o nível de reposição de pedido e o rateio entre fornecedores na busca do

menor custo logístico total (englobando custos do pedido, de aquisição, de manutenção e de falta de estoques). Seus experimentos revelaram que há um número ideal de fornecedores de acordo com as características de cada cadeia de suprimentos. Detectaram, inclusive, que poderia ser viável, economicamente, fazer um pedido em fornecedor com *lead time* (médio e desvio-padrão) e preço de aquisição mais altos que outros fornecedores.

CHRISTOPHER (2000) defendeu que a agilidade de uma empresa seria o reflexo de sua estrutura, sistemas de informação, processos logísticos e cultura organizacional, cuja característica chave seria a flexibilidade. Enfatiza que empresa ágil (flexível) não deveria ser confundida com empresa enxuta (faz mais com menos). Ser enxuta poderia facilitar a agilidade em determinadas ocasiões, mas não garantiria em si que a empresa atendesse as necessidades dos clientes de forma mais rápida.

A cadeia de suprimentos ágil deveria ser sensível às incertezas do mercado, fazendo uso de tecnologia da informação como ferramenta vital de compartilhamento de dados entre compradores e fornecedores para antecipar essas incertezas. O compartilhamento de dados entre os integrantes da cadeia somente poderia ser plenamente alcançado, na visão de CHRISTOPHER (2000), por meio da integração de processos, criando vantagem competitiva para a cadeia como um todo.

Um ponto crítico de sucesso para a cadeia ágil estaria centrado na qualidade da relação com os fornecedores. O *lead time* oferecido pelos fornecedores poderia dar ou não agilidade à cadeia para atender o nível de serviço esperado pelo cliente final. A maior conectividade entre fornecedores e compradores poderia ir além do compartilhamento de informações sobre demanda e inventários, alcançando ações colaborativas para melhorias dentro da cadeia de suprimentos na busca do nível de serviço mais factível para o cliente.

GUPTA *et al.* (2000) apresentaram modelo de dois estágios para avaliar comparativamente custos de produção e de canal de suprimento. As variáveis dos custos de produção foram compostas por itens como matéria-prima, instalação e produto final (custos determinísticos), enquanto as variáveis dos custos do canal de suprimento foram integradas por itens como estoques e entrega de produtos acabados

(custos estocásticos). Concluíram que quando o nível de serviço oferecido aos clientes aumentasse, os custos associados aumentariam linearmente até se alcançar o nível de serviço de 95%. Entre 95% e 97%, os custos seguiriam uma curva de crescimento exponencial, tornando excessivamente oneroso qualquer nível de serviço acima destes patamares.

KORPELA *et al.* (2002) verificaram que as funções logísticas e o nível de serviço oferecido ao cliente eram variáveis importantes no gerenciamento de níveis adequados de estoques de segurança. Se por um lado estoques insuficientes fragilizariam a promessa de nível de serviço, por outro estoques superdimensionados seriam inviáveis sob a ótica da lucratividade da empresa. O desafio do gestor seria equilibrar o *trade off* entre o aumento de custos para se oferecer determinado nível de serviço ao cliente e a obtenção de receitas extraordinárias que justificassem esse nível de serviço.

Quando a demanda adere a curvas de distribuição normal, ressaltaram KORPELA *et al.* (2002), o estoque de segurança usualmente é calculado utilizando-se a média e o desvio-padrão de dados passados (demanda e *lead time*). Estoques de segurança estariam sendo quantificados baseados em vendas que já ocorreram, desconsiderando-se, muitas vezes, estratégias e riscos relacionados ao futuro do negócio. Assim, não bastaria utilizar previsões de vendas em cima de séries históricas, e o olhar para o futuro seria importante complemento para o cálculo de estoques de segurança da empresa.

Para complementar a abordagem clássica de quantificar estoques de segurança baseado em desempenhos passados, levando em conta fatores futuros que poderiam impactar na estabilidade da cadeia de suprimentos, KORPELA *et al.* (2002) aplicaram o *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Dessa forma, incluíram as estratégias e riscos empresariais na quantificação desses estoques. *AHP* é um procedimento aplicado na solução de problemas, que lida com critérios tangíveis e intangíveis inseridos nas soluções de conflitos e tomadas de decisão. *AHP* baseia-se em três princípios: decomposição, análises comparativas e estabelecimento de prioridades. Inicialmente, estabelece-se o nível de serviço que se pretende oferecer ao cliente. A seguir, considerando a demanda probabilística, calcula-se o estoque de segurança pelo método clássico. Depois, são definidos os fatores relevantes que poderiam impactar sobre o estoque de segurança. Analisam-se e quantificam-se, então, os impactos destes fatores com a aplicação do

AHP. Finalmente, os resultados são consolidados e as recomendações são elaboradas com base em priorização de ações.

LEE (2002) destacou que os sinais mais evidentes de que a cadeia de suprimentos operaria de forma ineficiente seriam as pressões por níveis de inventários maiores, a deterioração nos níveis de serviço aos clientes, os custos crescentes e lucros declinantes e o baixo retorno sobre o investimento dos integrantes da cadeia (não necessariamente de todos). Empresas neste estágio precisariam reavaliar suas estratégias para a cadeia de suprimentos, tendo como foco as necessidades específicas dos clientes, com ações diferenciadas entre produtos com demanda e oferta equilibradas daqueles com incertezas na demanda e desconfiança na oferta. Produtos funcionais, com ciclos de vida mais longos, tais como alimentos básicos e combustíveis, possuiriam demanda bem mais estável quando comparados a produtos inovadores com ciclos de vida curtos (computadores e celulares).

Em relação à oferta, a estabilidade estaria associada a paradas operacionais menos frequentes nas plantas, índices reduzidos de não-conformidades de produtos, fornecedores confiáveis, capacidade operacional condizente com a demanda e flexibilidade. Contudo, produtos com demanda estável nem sempre encontrariam, ao longo do ano, oferta estabilizada (devido, por exemplo, a eventos climáticos ou sazonais).

Duas estratégias para reduzir as incertezas na cadeia de suprimentos, quando a oferta estivesse sujeita a incertezas na produção e no *lead time*, foram destacadas por LEE (2002). Primeiro, a cadeia deveria buscar a eficiência em custos, eliminando atividades que não agregassem valor ao produto, ampliando as economias de escala, reduzindo capacidades ociosas e compartilhando informações com os integrantes da cadeia. Segundo, os riscos dentro da cadeia deveriam ser diluídos, com alternativas de suprimentos na presença de vulnerabilidades na oferta e compartilhamento de estoques de segurança com outras empresas da cadeia.

KLEIJNEN E SMITS (2003) apontaram que não há, na prática, padrão único de indicadores para avaliação da cadeia de suprimentos, constatando o uso de múltiplos indicadores (alguns apropriados, outros não), variando de empresa para empresa. A

título de comparação, apresentaram os indicadores de desempenho de duas grandes empresas multinacionais. Uma mediu seu desempenho por meio de cinco indicadores: prazo de entregas solicitado pelo cliente (percentual de pedidos entregues no prazo solicitado); prazo de entregas renegociado com o cliente (percentual de pedidos entregues no prazo negociado, isto é, após se verificar que o prazo solicitado não poderia ser atendido); diferença entre os dois prazos anteriores; níveis de estoques; atrasos nas entregas. A outra empresa se restringia a apenas três indicadores: percentual da demanda atendida com o estoque disponível; giro do estoque; vendas.

Embora alguns indicadores estejam diretamente associados ao nível de serviço oferecido ao cliente (ex.: prazo de entrega), outros, aparentemente de cunho interno, obviamente também têm impacto sobre este nível de serviço (ex.: níveis de estoques). Este último grupo de indicadores pode ser considerado fator crítico de sucesso para medir a satisfação do cliente, pois muitas vezes poderiam esconder ineficiências ocasionadas por conflitos de interesses internos no fornecedor, cujo exemplo clássico seria a divergência de visões entre a área comercial e a de produção quanto aos níveis de manutenção de estoques de segurança.

MINNER (2003) afirmou que há argumentos tanto para se optar por poucos fornecedores (em um caso extremo, apenas um), como por vários. Os principais critérios para a escolha de fornecedores seriam o preço líquido de aquisição, a qualidade do produto e o nível de serviço oferecido ao cliente (associado ao *lead time*). Em outras palavras, a escolha ótima de fornecedor estaria relacionada ao *trade-off* entre custos de aquisição e níveis de serviço (que geram custos com manutenção de estoque ou perdas nas vendas). Em um ambiente com vários fornecedores, investigou este *trade-off*, ressaltando que pesquisas sobre modelos de inventários com vários fornecedores predominantemente se baseiam na premissa de *lead time* determinístico e demanda aleatória. Verificou, quando o *lead time* era aleatório, que a pluralidade de fornecedores contribuiria para otimizar este *lead time* (média e desvio-padrão) e reduziria os níveis de estoques de segurança, defendendo que investir na melhoria do *lead time* é sempre uma estratégia importante a ser avaliada pelos gestores logísticos.

RYU E LEE (2003), ao verificarem que a maioria dos modelos de inventários considera o suprimento oriundo apenas de um fornecedor, pesquisaram modelo com dois

fornecedores, com o objetivo de comparar as economias trazidas pela redução do *lead time* (estocástico) em cenário de demanda constante. Partindo do tamanho do lote do pedido, do nível de reposição de estoque e do rateio entre fornecedores, demonstraram que o modelo utilizando dois fornecedores com redução no *lead time* resultaria em significativa redução nos custos logísticos. O rateio inicial de pedido para o primeiro fornecedor tenderia a ser de 50%, cujo valor poderia aumentar se este fornecedor se tornasse mais confiável por meio da redução de seu *lead time* médio. Para se alcançar a maior economia possível, com a redução do *lead time*, ponderaram que deveria haver um teto (limitador) para o aumento dos custos com estoques (manutenção e escassez).

DULLAERT *et al.* (2005) investigaram o rateio de pedido entre fornecedores, quando há múltiplas alternativas de modos de transportes, buscando o mix ideal destes modos com o objetivo de minimizar os custos logísticos totais (com pedido, transporte, estoque operacional, estoque em trânsito e estoque de segurança), dado determinado nível de serviço para o comprador. Partiram do princípio de que o comprador não apenas pode manter estoques de segurança mais reduzidos quando supridos por mais de um fornecedor, como também pode melhorar o nível de serviço recebido, mantido o estoque de segurança, na presença de vários fornecedores.

A literatura tradicional sobre rateio de pedidos entre fornecedores, de acordo com DULLAERT *et al.* (2005), usualmente tem sido abordada sob quatro enfoques: demanda e *lead time* que não aderem a uma distribuição normal; mais de dois fornecedores utilizados para a reposição de estoques; estratégia tradicional de múltiplos fornecedores versus estratégia de múltiplos pedidos para o mesmo fornecedor em diferentes períodos; efeito do rateio de pedidos sobre outros custos logísticos. Entretanto, abordaram o rateio de pedidos sob a ótica dos modos de transportes utilizados pelos fornecedores. Primeiro, consideraram a utilização da capacidade total dos modos de transportes, isto é, a quantidade total do pedido seria uma combinação linear das capacidades dos diversos modos disponíveis. Depois, utilizaram o conceito de alternativa de transporte mais rápida, ou seja, o nível do estoque de segurança (para demanda normal) seria baseado na alternativa de transporte mais rápida para a entrega do pedido. Dessa forma, por meio de análise algorítmica, apontaram as melhores alternativas de modos de transportes entre origem e destino, avaliando quatro

características destes modos: capacidade de carga, custos do pedido e transporte, *lead time* médio (rapidez) e desvio-padrão do *lead time* (confiança).

TANG (2006) sustenta que estratégias robustas para mitigar riscos operacionais na cadeia de suprimentos devem contemplar melhorias no *lead time*, pluralidade de fornecedores, gerenciamento da demanda e do produto, bem como compartilhamento de informações entre os integrantes da cadeia, incluindo parcerias e acesso a informações privadas. Incertezas no *lead time*, mesmo com demanda probabilística normal, podem levar a desempenhos sofríveis na gestão de estoques.

THOMAS E TYWORTH (2006) analisaram a prática já consolidada de rateio do pedido de aquisição de produtos entre vários fornecedores. Esta prática ou política empresarial tem o objetivo de reduzir o estoque de segurança ou o operacional sem alterar o nível de serviço do cliente, desde que os custos com o aumento do número de pedidos não excedam as economias auferidas com estoques otimizados (que podem gerar custos extras com manutenção de estoque e custos com vendas perdidas). O rateio dos pedidos entre vários fornecedores pode trazer melhorias no *lead time* (média e desvio-padrão) efetivo, entendido como o menor *lead time* alcançado por meio do arranjo do *lead time* de vários fornecedores. Embora pesquisas indiquem que o rateio geralmente é vantajoso para o comprador, THOMAS E TYWORTH (2006) levantaram algumas limitações nos modelos que amparam esta prática, tais como a pouca atenção dada às economias de escala em transportes (para variáveis como peso da carga, distância ou modo utilizado), a desconsideração do estoque em trânsito dentro da cadeia de suprimentos e a possível correlação entre o *lead time* de cada fornecedor independente.

AHMED *et al.* (2007) apontaram que o problema clássico das empresas na minimização dos custos seria a decisão sobre dimensionamento de estoques para o atendimento de demandas incertas, que exigiria conhecimento pleno dos diversos agrupamentos de custos: pedidos, manutenção de estoques e perda de vendas por estoques insuficientes.

GALLEGO *et al.* (2007) afirmaram que, embora a prática recomende o aumento dos estoques de segurança como forma de proteção contra as incertezas da demanda, nem sempre esta seria a melhor alternativa, pois quando a incerteza fosse alta, poderia ser

muito caro e desnecessário formar estoques aplicando-se os conceitos inerentes à demanda normal. Ressaltaram que há um limite a partir do qual o nível do estoque de segurança se tornaria indiferente às variações na demanda (média e desvio-padrão).

LEMOS *et al.* (2007) utilizaram quatro variáveis para a determinação de modelos de gestão de estoques: demanda, *lead time*, ponto de reposição de estoque e estoque de segurança. Partiram da premissa de que o objetivo principal na política de gestão de estoques é a garantia de determinado nível de serviço ao cliente. Acrescentaram que informações de demanda e *lead time* seriam essenciais e determinantes no processo de definição de nível de estoque. Incertezas na demanda, associadas às variações de *lead time* (média e desvio-padrão), gerariam, na ótica de LEMOS *et al.* (2007), riscos diretos aos estoques, dado o nível de serviço a ser oferecido ao cliente.

CHANDRA E GRABIS (2008) analisaram os conflitos gerenciais entre os benefícios alcançados com a redução no *lead time* e os efeitos colaterais com o aumento nos custos logísticos. Concluíram que essa redução no *lead time* só se justificaria se o aumento nos custos logísticos fosse baixo, houvesse muita incerteza na demanda e o produto tivesse alto valor agregado.

CHIANG (2008) pesquisou modelos de revisão periódica de inventários na presença de *lead time* estocástico. Como estes modelos se baseiam em revisões periódicas fixas, advogou que seria mais apropriada a aplicação de revisões com intervalos de tempo variados, justamente em função da variação do *lead time*, embora reconhecesse que este tipo de revisão tem sido pouco investigado quando há incertezas no suprimento. Os resultados da pesquisa mostraram que, ao ignorar a incerteza no *lead time*, o comprador pode arcar com custos totais de aquisição que podem até ser triplicados. Defendeu que uma alternativa simples e efetiva, para evitar o aumento de custos por conta de incertezas no *lead time*, seria a cooperação ou troca de informações entre fornecedor e comprador. Contudo, essa interação poderia encontrar barreiras por parte do fornecedor, quando seu poder de mercado fosse relevante em relação ao comprador.

KULL E CLOSS (2008) abordaram os objetivos contraditórios entre a garantia de suprimento e a redução de estoques. Destacaram a relação inversamente proporcional entre níveis de estoque e riscos de suprimento. Quando a incerteza no suprimento tem

como origem o fornecedor, propõem o aumento do estoque de segurança ou do tamanho do pedido para a redução desta incerteza, cujas causas podem estar associadas a variações no *lead time*, desempenho na entrega, parada de equipamentos ou outro evento casual ou fortuito. Verificaram que apenas o aumento nos níveis de estoque para a redução dos riscos de suprimento nem sempre é a melhor estratégia, podendo, inclusive em algumas situações, resultar em aumento do risco. A forma como os estoques são aumentados, acrescentaram, pode ser tão crítica como o quanto é aumentado, ponderando que pedidos menores e mais frequentes podem aumentar a certeza no suprimento para o consumidor final.

ABGINEHCHI E FARAHANI (2009) lançaram o questionamento de como manter o nível de serviço prometido ao cliente ou reduzir o custo logístico total em face de incertezas no *lead time*. Observaram que a empresa pode alcançar níveis de serviço mais elevados para qualquer nível de estoque de segurança, desde que dilua a incerteza do *lead time* entre vários fornecedores, evitando o fornecedor único. Restringiram, contudo, que os fornecedores apresentassem distribuição de *lead time* equivalentes, uniforme ou exponencial, e que a demanda fosse constante. Em relação ao rateio de pedidos de compras entre vários fornecedores, apresentaram algumas alternativas. Primeiro, quando a demanda aumentasse, o comprador deveria recorrer a mais de um fornecedor para reduzir seus custos logísticos. Por outro lado, se o custo do pedido aumentasse, deveria utilizar menos fornecedores para a redução dos custos totais. Quando aumentassem os custos com manutenção de estoques ou os custos oriundos da indisponibilidade de estoques, o número ideal de fornecedores deveria aumentar.

KELLE *et al.* (2009) pesquisaram os efeitos da cooperação e negociação entre fornecedor e comprador em um cenário de incertezas na produção. Demonstraram que, por meio do compartilhamento de dados sobre custos e processos, poderiam ser atenuados os efeitos causados pelas incertezas na produção sobre o nível de serviço e de estoques. Os estudos corroboraram a convicção de que a redução de assimetrias de informações, seja entre fornecedor e comprador, seja entre todos os integrantes da cadeia de suprimentos, contribuiria para a melhoria dos indicadores de desempenho relacionados aos fluxos logísticos da cadeia como um todo.

LIANFU *et al.* (2009) verificaram que o objetivo de se formar estoques de segurança é compensar volumes quando a demanda real excede a prevista durante o *lead time*, ou quando o *lead time* real é maior que o previsto. Além da demanda e do *lead time*, também constataram que os estoques de segurança dependem do nível de serviço oferecido ao cliente, o qual definiram como a probabilidade de o estoque disponível atender a demanda no período do *lead time*, isto é, o nível de serviço ao cliente é a probabilidade de a demanda, durante o *lead time*, ser menor ou igual ao pedido de reposição de estoque em mercados onde a demanda adere a uma curva de distribuição normal.

SAJADIEH E ESHGHI (2009) avaliaram modelo de cadeia de suprimentos composta por dois fornecedores, envolvendo *lead time* estocástico e demanda probabilística normal, com o objetivo de otimizar o ponto de reposição, a quantidade e o rateio do pedido entre os fornecedores. Argumentaram que a redução no custo total de aquisição pode ser obtida por meio de preços mais reduzidos, melhoria na qualidade do produto e redução nas incertezas advindas do *lead time*. Concluíram que, dado o nível de serviço que se pretende oferecer, é possível reduzir os estoques de segurança quando se trabalha com mais de um fornecedor.

Lead time foi definido por SAJADIEH E ESHGHI (2009) como o intervalo de tempo decorrido entre os momentos de decisão do pedido e de colocar o produto na prateleira do comprador. Dividiram este período em cinco intervalos de tempo: processamento do pedido, encaminhamento do pedido ao fornecedor, fornecedor, transporte e recebimento. O tempo de processamento do pedido é o intervalo entre a decisão de se fazer o pedido e a transmissão efetiva do pedido ao fornecedor. O tempo de encaminhamento do pedido ao fornecedor geralmente é desconsiderado, pois se concretiza por meio eletrônico ou via telefônica. O tempo no fornecedor refere-se à produção do produto até sua disponibilização para remessa, cuja duração é influenciada pela disponibilidade de estoque de produto acabado no fornecedor ao receber o pedido. O tempo de transporte abrange a saída do produto do fornecedor até o estabelecimento do comprador. Por fim, o tempo de recebimento engloba o descarregamento e conferência do produto até sua alocação na prateleira. Para algumas atividades, tais como transporte e inspeção da produção, o *lead time* não pode ser reduzido a zero.

Lead time foi segmentado por SAJADIEH E ESHGHI (2009) em duas vertentes, uma determinística, outra estocástica. Considerando a demanda probabilística, a vertente determinística do *lead time* apenas modifica o ponto de reposição do pedido, não tendo efeito sobre a otimização de modelos de gestão de inventários. Já a vertente estocástica do *lead time* representa a variável que pode ser aprimorada nestes modelos.

ARIFOGLU E OZEKICI (2011) destacaram que em qualquer sistema de inventários há muitas fontes de incertezas, principalmente aquelas advindas da demanda. Contudo, alertaram que as incertezas derivadas do suprimento podem representar novo paradigma na gestão de inventários. Dividiram as incertezas no suprimento em dois tipos. O primeiro está voltado para as variações na capacidade de produção do fornecedor, resultado de manutenções corretivas e de não-conformidades de produtos. O segundo associa-se à paralisação total da produção devido a manutenções preventivas ou a eventos inesperados (acidentes, incêndios ou tragédias climáticas), bem como a eventos relacionados a fluxos logísticos fora de controle do fornecedor, como restrições nos modos de transporte.

Modelos de inventários, de acordo com ARIFOGLU E OZEKICI (2011), devem considerar possíveis efeitos, sobre a demanda e a oferta, de mudanças no cenário econômico e mercadológico, como também eventos ambientais imprevistos, pois o mundo real, que segue a cadeia de Markov, nem sempre é totalmente observado pelos planejadores e gestores logísticos. Observaram que o *lead time* na entrega é tema relevante a ser considerado nas decisões sobre gestão de estoques e argumentam que é necessário definir modelo mais elaborado para a gestão de estoques na presença da cadeia de Markov e de suprimentos dependentes de fatores incertos. Por não se tratar de assunto trivial, consideraram que a gestão de estoques na presença de *lead time* aleatório deve ser objeto de pesquisas mais aprofundadas.

CAI *et al.* (2011) abordaram a relação entre *lead time* e estoque de segurança, analisando como a otimização do *lead time* poderia reduzir este estoque. Argumentaram que o estoque de segurança, como o próprio nome sugere, tem como função compensar as variações na demanda durante o *lead time*, e que gerenciar estoque de segurança é administrar conflitos oriundos de variações no *lead time*. Apresentaram quatro formas de otimizar os estoques de segurança, por meio de redução: no *lead time* médio, na

variação do *lead time*, nas incertezas da demanda e nas incertezas da disponibilidade de produto.

Tendo como premissa que a demanda durante o *lead time* tem o perfil de uma distribuição normal, e que não há relação entre demanda e *lead time*, CAI *et al.* (2011) aplicaram no cálculo do estoque de segurança a Equação 1 a seguir especificada:

$$E_S = k [L (\sigma_D)^2 + (\sigma_L)^2 D^2]^{1/2} \quad (1)$$

em que E_S : estoque de segurança [dias];
k: fator de nível de serviço;
L: *lead time* médio [dias];
 σ_L : desvio-padrão do *lead time* [dias];
D: demanda média [m³/dia]; e
 σ_D : desvio-padrão da demanda [m³/dia].

Assim, dado o nível proposto de serviço ao cliente, CAI *et al.* (2011) sustentaram que é possível otimizar estoques de segurança por meio de melhorias no *lead time* (média e desvio-padrão), obtidas, por exemplo, com parcerias dentro da cadeia de suprimentos. Em relação à demanda, contudo, ressaltaram que não há como interferir nesta variável para gerenciar estoques de segurança. Por essa razão, concentraram o estudo de racionalização de estoques de segurança por meio do gerenciamento do *lead time*.

2.2. Riscos na cadeia de suprimentos

KRALJIC (1983) avaliou que a implementação de estratégias de suprimentos dependeria de dois fatores. O primeiro diz respeito à importância estratégica da área de compras em termos de valor agregado ao produto final, do percentual de matérias-primas nos custos totais e da rentabilidade, dentre outros. O segundo estaria voltado para a complexidade do mercado por motivos como escassez de suprimentos, mudanças tecnológicas, substituição de matérias-primas, barreiras de entrada, custos logísticos, presença de monopólio ou oligopólio etc. A avaliação da posição da empresa em relação a estas duas variáveis iria determinar o tipo de estratégia de suprimentos a ser adotada. KRALJIC (1983) lançou alguns questionamentos que deveriam ser respondidos na fase de elaboração desta estratégia: A empresa poderia evitar gargalos ou interrupções no suprimento? Qual a dimensão do risco aceitável? Ações de cooperação com

fornecedores ou competidores poderiam fortalecer a cadeia de suprimentos em longo prazo?

HANDFIELD (1993) lançou a hipótese de que o aumento do compartilhamento de informações seria pré-requisito para a redução da quantidade de fornecedores de uma empresa. O aumento no fluxo de informações fortaleceria o canal de comunicações na cadeia de suprimentos, pois à medida que as informações sobre as atividades de cada empresa da cadeia fossem compartilhadas entre seus membros, haveria maior confiança e previsibilidade para compradores e fornecedores.

BIGUN (1995), ao tratar a análise de riscos referentes a eventos catastróficos, destacou que seria necessária a aplicação de métodos estatísticos heterodóxicos para esta análise, pois não haveria disponibilidade de dados suficientes para a aplicação dos métodos clássicos. Ressaltou que, nestes casos, avaliações subjetivas, provenientes de especialistas na área, seriam adequadas para amparar o processo decisório dos gestores de empresas envolvidas em eventos catastróficos. Verificou que a subjetividade se materializa por meio de estados (parciais) de conhecimento, cujo processo de avaliação requer capacitação do pesquisador. Em função da carência de procedimentos para tratamento de informações subjetivas coletadas junto a especialistas, BIGUN (1995) pesquisou modelo para uso e tratamento destas informações, com foco em subsidiar decisões de gestores de empresas aéreas sobre riscos de desastres com seus aviões.

O modelo considerou que o gestor, com ou sem uma opinião prévia sobre os riscos envolvidos, desejaria amparar suas decisões para mitigação destes riscos baseado em julgamentos de especialistas (que teriam o papel de fonte de extração de dados sobre riscos). A pesquisa foi implementada por meio de aplicação de questionários a 21 especialistas (pessoas com conhecimento e experiência comprovada) em acidentes aéreos, versando sobre riscos passados e futuros. BIGUN (1995) concluiu que este tipo de modelo de avaliação de riscos parece funcionar satisfatoriamente, com a calibração devida das respostas dos especialistas para cada caso em estudo.

LEE *et al.* (1997) pesquisaram o efeito chicote (*bullwhip effect*) na cadeia de suprimentos, que propagaria forças independentes que levariam a distorções nas informações de vendas e de inventários, cujo risco imediato poderia ser a interrupção no

suprimento. Concluíram que haveria quatro causas principais do efeito chicote: avaliação incorreta da demanda (previsões de produção efetuadas sobre dados da demanda passada, que poderiam não mais refletir a demanda futura); movimento antecipatório (mudança no comportamento do comprador, que compraria mais do que faria em situações normais, quando detectasse escassez, real ou não, de produtos); pedidos em lotes (quando pequenos pedidos se tornassem antieconômicos, devido ao custo do pedido); variações (flutuações) de preços.

Para reduzir o efeito chicote, LEE *et al.* (1997) teceram algumas considerações. Em relação às distorções na demanda, a melhor alternativa seria compartilhar os dados de demanda do comprador com seu fornecedor. Embora não se apresentasse como a solução ideal, pois os métodos de previsão utilizados por compradores e fornecedores poderiam ser diferentes, amenizaria as distorções na demanda (a solução ideal seria a previsão da demanda ficar centralizada em um integrante da cadeia de suprimentos). Outra medida importante seria a redução do *lead time*, pois as variações da demanda durante o *lead time* agravariam o efeito chicote.

Quanto ao movimento antecipatório na presença de escassez de produto, uma boa medida para minimizar o efeito chicote, de acordo com LEE *et al.* (1997), seria atender aos pedidos dos compradores em função de seu *market-share*. Outra opção efetiva seria conceder menos flexibilidade contratual nas variações de pedidos, no caso de contratos entre as partes. Em relação aos pedidos em lotes, a redução dos custos dos pedidos poderia ser a alternativa apropriada para a redução do efeito chicote, bem como o compartilhamento de informações entre compradores e fornecedores. Quanto a flutuações de preços, o efeito chicote poderia ser atenuado se houvesse movimentos mais suaves na política de promoções (descontos e frequência) do fornecedor.

CLOSS *et al.* (1998) compararam o nível de serviço oferecido ao cliente e o desempenho na gestão de inventários para dois tipos de estratégias aplicadas a canais de suprimentos: fornecimento antecipado e fornecimento baseado em respostas. O tradicional canal de suprimentos com fornecimento antecipado se utilizaria de previsões para estabelecer níveis de reposição de estoques e despachar produtos para os integrantes da cadeia à jusante. Essa estratégia assumiria que há limitada troca de informações dentro da cadeia, isto é, cada membro do canal tentaria antecipar a

necessidade do próximo membro da cadeia, baseado em previsões individuais de vendas sobre séries históricas. O canal de suprimentos com fornecimento baseado em respostas utilizaria as informações compartilhadas entre os membros da cadeia (fornecedores, distribuidores e varejistas) para despachar produtos no mercado, baseando-se no consumo real.

O nível de serviço ao cliente aumentaria e o nível de estoques diminuiria, não apenas para cada membro, como para toda a cadeia, quando se utilizasse a estratégia de fornecimento baseado em respostas, levando CLOSS *et al.* (1998) a três conclusões. Primeiro, o nível de serviço aumentaria de 2% a 3% e os inventários no canal seriam reduzidos em aproximadamente 25% (boa parte ocorrendo no varejista), quando utilizada a estratégia de fornecimento baseado em respostas. Segundo, na presença de menor incerteza na demanda, haveria melhor desempenho do canal em termos de melhoria do nível de serviço (em torno de 1%) e de redução de inventários (entre 10 e 12%), para qualquer estratégia. Terceiro, a estratégia de fornecimento baseada em respostas conferiria maior habilidade aos membros da cadeia para auferirem vantagens na presença de demandas com menor incerteza, isto é, essa estratégia seria menos sensível às incertezas do mercado.

ARTZNER *et al.* (1999), ao pesquisarem métodos para avaliação de riscos, consideraram que o risco estaria relacionado à incerteza quanto a eventos futuros, previsíveis ou não, cujas probabilidades de ocorrência seriam desconhecidas ou ainda não mensuradas. A quantificação do risco possibilitaria criar padrões de aceitabilidade. Assim, se o risco fosse considerado inaceitável, ações deveriam ser tomadas no presente para trazer o risco para a condição de aceitável no futuro.

GULLU *et al.* (1999) verificaram que a maioria dos modelos probabilísticos de inventários que abordam incertezas estavam focados na demanda, com pouca atenção dada às incertezas provenientes da oferta. Observaram que vários fatores de risco, como escassez de matéria-prima, paradas não programadas nas unidades operacionais, greves, dentre outros, deveriam fazer das incertezas da oferta tema central na análise de inventários.

CHIANG (2001) defendeu que a divisão de um pedido entre dois ou mais fornecedores poderia reduzir significativamente o custo total de aquisição do produto. Afirmou que, quando a variabilidade da demanda ou do nível de serviço fosse baixa, a divisão do pedido entre dois fornecedores, ao invés de apenas um, reduziria o risco de desabastecimento.

MILGATE (2001) recorreu à definição de cadeia de suprimentos como o conjunto de atividades associadas ao fluxo e à transformação de mercadorias, das matérias-primas ao consumidor final, englobando o fluxo de informações dentro da cadeia. Assim, a cadeia seria vista de forma holística e integrada, com a inserção de todos os níveis de compradores e fornecedores, não apenas aqueles ligados diretamente entre si. Adicionalmente, pela definição apresentada, o fluxo de informações dentro da cadeia deveria ser bidirecional, não somente de cima para baixo ou de baixo para cima.

A diferença entre incerteza e complexidade na cadeia de suprimentos foi abordada por MILGATE (2001). Incerteza estaria associada às variações nos fluxos dentro da cadeia, enquanto que a complexidade se refletiria nos níveis e tipos de interações entre os participantes da cadeia. A incerteza, que poderia também ser vista como a relação de confiabilidade (ou falta de confiabilidade) de uma série de atividades sequenciais e paralelas, estaria presente em todos os níveis da cadeia, envolvendo atrasos nas entregas, não-conformidades, demandas não previstas etc. A incerteza tenderia a aumentar à medida que a complexidade aumentasse (ex. número de elos na cadeia). E quanto maior fosse a incerteza na cadeia, concluiu, pior seria seu desempenho (nível de serviço ao cliente e custos).

ERDEM E OZEKICI (2002) enfatizaram que o desenvolvimento de modelos de inventários precisaria considerar as possíveis e prováveis mudanças no meio (econômico, político, ambiental e social) onde as empresas estão inseridas, para tornarem mais flexíveis e adaptáveis as decisões dos gestores. Pesquisaram modelo de revisão periódica de inventários, que incorporariam as incertezas advindas deste meio, com o objetivo de estabelecer políticas que minimizassem os custos com inventários. Os resultados apresentados mostraram que a introdução de variáveis aleatórias (incertezas inerentes ao meio) nos modelos de revisão periódica de inventários não necessariamente tornaria mais complexa a gestão logística. Acrescentaram que, quando há incertezas na

produção, seria mais prudente diversificar e utilizar mais de um fornecedor, reduzindo-se o risco de suprimentos.

SAHIN E ROBINSON (2002) definiram cadeia de suprimentos como o conjunto de fornecedores, produtores, distribuidores e varejistas interconectados por transporte, informação e infraestrutura financeira, cujo objetivo seria prover valor ao consumidor final em termos de produtos e serviços, com remuneração justa para cada participante da cadeia. Haveria significativo fluxo físico (fluxo logístico) entre os membros da cadeia, abrangendo matérias-primas, produtos semi-acabados e acabados e devoluções. Integrar de forma eficiente esta cadeia, contudo, não seria tarefa fácil, pois haveria objetivos conflitantes entre os membros ao longo do processo dinâmico de evolução e incertezas enfrentadas pela cadeia, o que criaria inúmeros desafios para sua integração.

A cadeia de suprimentos estaria totalmente integrada quando todas as decisões estivessem alinhadas na busca de objetivos globais para a cadeia. Contudo, haveria falta de integração quando os gestores de cada empresa tivessem informações incompletas ou incentivos não compatíveis com estes objetivos. Mesmo se todas as informações fossem compartilhadas, o desempenho da cadeia não seria pleno, pois cada gestor buscaria, em primeiro plano, os objetivos de sua empresa.

De acordo com SAHIN E ROBINSON (2002), a integração da cadeia poderia ocorrer por meio da coordenação dos fluxos de mercadorias, aplicando-se descontos, delimitando-se territórios exclusivos, oferecendo-se serviços diferenciados, acordando-se devoluções, flexibilizando-se pedidos, fazendo-se rateios etc. A integração se complementaria pelo compartilhamento de informações para apoiar a tomada de decisões das empresas.

Na cadeia onde não houvesse compartilhamento de informações, o único dado que o fornecedor receberia seria o próprio pedido de seu cliente. O inverso, isto é, na cadeia com compartilhamento total de informações, dados de produção, custos, disponibilidade de transportes, descontos, inventários, demanda e promoções estariam transparentes para os membros da cadeia. Assim, o grau de coordenação quanto ao compartilhamento de informações na cadeia estaria em algum ponto entre estes dois extremos.

FERMA (2003), ao definir risco como a combinação da probabilidade de um acontecimento e de suas consequências, normatizou procedimentos para sua gestão, desde a identificação e tratamento até a análise metódica de riscos passados, presentes e futuros, sempre sob a ótica de processo contínuo. Apontou que os riscos poderiam se originar tanto de fatores internos (ex.: ações de integrantes da cadeia de suprimento), como de externos (ex.: regulamentações; eventos naturais; economia).

Dessa forma, contemplou a avaliação de riscos como processo amplo de análise e estimativas, que identificaria a exposição ao elemento de incerteza, descreveria os riscos em formato estruturado e estimaria (quantitativa, semi-quantitativa ou qualitativamente) a probabilidade de ocorrência e possível consequência (ameaça ou oportunidade). A avaliação de riscos, assim, ponderaria consequências (impacto financeiro, estratégico, logístico ou regulatório) com probabilidades (frequência possível de ocorrência) associadas ao risco, que poderiam ser identificadas por meio de técnicas diversas, como aplicação de questionários, seguidas por métodos de análise dos resultados, como medições e inferências estatísticas.

Concluído o processo de análise, os riscos estimados deveriam ser comparados, implementando-se medidas de controle e mitigação, definindo-se prioridades e avaliando se o custo de redução do risco seria proporcional aos seus impactos (sem deixar de observar o cumprimento de leis e regulamentos).

GARDNER E COOPER (2003) expuseram as técnicas para o mapeamento da cadeia de suprimentos, entendida como a representação espacial dos fluxos no ambiente de negócios das empresas. A representação deveria ser simples, compreensível e clara, mantendo a essência do ambiente, fazendo uso da linguagem visual para exibir os fluxos. Apontaram que o mapeamento estratégico da cadeia de suprimentos traria uma série de benefícios para as empresas, pois facilitaria o processo de planejamento estratégico, a comunicação, as mudanças, a transparência dos fluxos, o monitoramento e as análises gerenciais.

O processo de mapeamento da cadeia de suprimentos, de acordo com GARDNER E COOPER (2003), deve especificar três diferenças concernentes à orientação, ao detalhamento e ao propósito do mapeamento. A orientação estaria voltada para o foco.

O mapeamento da cadeia focaria nos fluxos logísticos do produto em ambas as direções do *upstream* e do *downstream*, incluindo e interconectando todos os processos. O mapeamento de processo estaria focado em uma única operação dentro da empresa, e apenas esporadicamente o fornecedor ou o cliente apareceria no mapa (a atenção não estaria na cadeia de suprimentos, mas na empresa).

Em relação ao nível de detalhes, o mapeamento da cadeia enfatizaria medidas como volume, custo e *lead time*, e teria como perspectiva o conjunto dos fluxos entre as empresas, excluindo entidades não representativas para simplificar o mapa. Já o mapeamento de processo tenderia a detalhar cada processo em atividades e fases, e cada fase seria composta por grupos de informações que nem sempre estariam facilmente disponibilizadas. Quanto ao propósito, o mapeamento da cadeia seria estratégico, em conformidade com a estratégia da empresa. Por outro lado, o mapeamento de processo teria caráter tático, isolado, voltado para a solução de um problema específico relacionado à eficiência operacional.

O mapeamento da cadeia de suprimentos, que poderia ser de várias formas ou estilos, seria a representação dos fluxos entre seus membros, acompanhados de algumas informações relevantes. Poderia ser desenhado a partir de um banco de dados ou feito manualmente. Deveria ter ícones padronizados, provenientes de fontes acadêmicas ou de associações. GARDNER E COOPER (2003) descreveram alguns atributos necessários para o mapeamento da cadeia de suprimentos: geometria, perspectiva e itens de implementação. Geometria englobaria a forma do mapa, contemplando as unidades de negócios que realizariam movimentações até alcançar o consumidor final, a direção dos fluxos, o número de níveis e de agregações. Perspectiva se relacionaria ao foco e ao escopo do mapeamento. O foco poderia estar centrado tanto na empresa como na indústria. O escopo contemplaria a variedade de produtos, tipo e profundidade dos processos e canais de retorno. Os itens de implementação indicariam como seriam o compartilhamento e a disseminação do mapeamento, abordando o volume de informações exibidas, a ligação com banco de dados dos membros da cadeia e a forma de disponibilização para os usuários.

Um bom mapeamento da cadeia de suprimentos seria aquele de fácil construção, uso e compreensão, e integrado ao planejamento estratégico da empresa. Por outro lado, as

empresas poderiam incorrer em algum risco ao darem publicidade ao seu mapeamento. Estes riscos incluiriam disponibilização de informações competitivas, possibilidade de alterações na dinâmica da cadeia por parte dos demais integrantes, exageros no detalhamento e transmissão de uma perspectiva incorreta para o grupo gerencial.

HARLAND *et al.* (2003) desenvolveram ferramenta para apoiar a identificação, avaliação e gerenciamento de riscos, contemplando o mapeamento da cadeia, identificação e localização do risco, probabilidade de ocorrência, ações de gerenciamento, ações colaborativas e implementação de estratégias. Destacaram que a atual tendência comercial tornaria as cadeias de suprimentos mais complexas e dinâmicas e, como consequência, agregadas com maior risco, definido como a probabilidade de eventos adversos ocorrerem durante determinado período de tempo, sujeitos às leis das probabilidades.

De acordo com seus impactos sobre as atividades da empresa, HARLAND *et al.* (2003) agruparam os riscos em diferentes categorias: estratégicos, operacionais, de suprimentos, com clientes, competitivos, de imagem, financeiros, fiscais, legais e regulatórios. Ressaltaram que a avaliação de riscos deveria focar em dois aspectos. O primeiro diz respeito à probabilidade de ocorrência, que dependeria não apenas da extensão da exposição ao risco, mas também do evento catalisador que iria disparar o processo. O segundo estaria relacionado aos impactos para as empresas (penalidades, perdas, credibilidade, reputação etc.). Contudo, como não há risco zero no mundo empresarial, os gestores deveriam incorporar o risco e seu gerenciamento nas atividades do negócio (nível aceitável de risco assumido).

Dessa forma, conforme HARLAND *et al.* (2003), a gestão do risco deveria considerar cenários e previsões baseados em metodologias estatísticas, para que as empresas pudessem adotar ações, reativas ou preventivas, em face dos riscos potenciais em seu ambiente concorrencial. A gestão integrada do risco em cadeias de suprimentos deveria ser conduzida em função do grau de estabilidade destas cadeias, o qual envolveria sua estrutura (mapeamento), relação entre os participantes, avaliação dos fluxos logísticos, procedimentos de monitoramento e compartilhamento de riscos e recompensas.

CHOPRA E SODHI (2004) descreveram categorias de riscos na cadeia de suprimentos e as condições e eventos em que se materializariam, dentre os quais estariam os riscos de interrupção ou atraso no suprimento, ocasionado, por exemplo, por eventos naturais, e os riscos associados a inventários, cujas causas estariam nas incertezas da demanda e/ou da oferta. Enfatizaram as dificuldades encontradas pelos gestores no gerenciamento de riscos, pois riscos individuais geralmente estariam interconectados. Assim, uma ação específica, que mitigasse determinado risco, poderia acabar exacerbando outro. Como os gestores não poderiam eliminar os riscos simplesmente sobrecarregando estoques, mantendo capacidade de produção ociosa ou esperando que outros fornecedores os atendessem de imediato (todas estas ações são factíveis sob a ótica operacional, contudo, poderiam trazer o lucro da empresa para patamares insustentáveis), o grande desafio seria reduzir riscos sem inviabilizar o negócio.

Estratégias de mitigação apropriadas, destacaram CHOPRA E SODHI (2004), deveriam ser colocadas em prática para evitar que a cadeia de suprimentos entrasse em colapso devido a interrupções ou atrasos nas entregas. Estas estratégias, para serem efetivas, deveriam partir da modelagem de cenários como apoio para identificar, compreender e priorizar os riscos na cadeia.

CHRISTOPHER E PECK (2004) caracterizaram a cadeia de suprimentos efetiva e eficiente como aquela que permitisse que a mercadoria fosse produzida e entregue na quantidade certa, no lugar certo e no tempo certo, por um custo aceitável, criando valor tanto para o cliente como para os integrantes da cadeia. Definiram cadeia de suprimentos como redes organizacionais entrelaçadas, do *upstream* ao *downstream*, em diferentes processos e atividades que gerariam valor na forma de produtos e serviços oferecidos ao consumidor final.

Os riscos da cadeia de suprimentos foram agrupados por CHRISTOPHER E PECK (2004) em internos para a empresa (processos e controles), em externos para a empresa, mas internos para a cadeia (demanda e oferta), e em externos para a cadeia. Os riscos internos com processos estariam associados à infraestrutura de produção e transporte da empresa, enquanto os riscos com controles se relacionariam aos procedimentos e regras que direcionam estes processos (pedidos, lotes, estoques de segurança etc.). Os riscos de demanda e de oferta estariam ligados às perturbações nos fluxos de produtos dentro da

cadeia, muitas vezes ocasionadas por baixo compartilhamento de informações entre as empresas. Os riscos externos para a cadeia seriam aqueles representados por eventos adversos como acidentes, condições climáticas extremas, desastres naturais, movimentos sociopolíticos ou crises econômicas.

Assim, CHRISTOPHER E PECK (2004) propuseram modelo de cadeia de suprimentos resiliente a riscos, baseado em quatro princípios-chave. Primeiro, a cadeia deveria ser redesenhada, a partir do mapeamento dos fluxos logísticos, para eliminar/reduzir gargalos e pontos críticos (*lead time* longo, fornecedores pouco confiáveis, informações precárias, riscos recorrentes etc.). O segundo princípio estaria focado no alto padrão de colaboração entre os participantes da cadeia por meio do compartilhamento de informações, desenvolvendo a cultura da parceria. O terceiro princípio buscaria tornar a cadeia mais ágil para lidar com as incertezas da demanda e da oferta. A agilidade estaria associada à visibilidade externa entre os participantes (níveis de inventários e oscilações na demanda e oferta) e à interna entre os diversos departamentos da empresa. A agilidade também estaria relacionada à velocidade para reagir às incertezas (simplificar processos, reduzir o *lead time*, eliminar atividades que não agregassem valor etc.). O quarto princípio se basearia no estabelecimento da cultura de gerenciamento de riscos, dentro da empresa e da cadeia de suprimentos, para todos os níveis de colaboradores.

NORRMAN E JANSSON (2004) apontaram que algumas ações estratégicas empresariais estariam aumentando a exposição aos riscos na cadeia de suprimentos, dentre as quais a redução nos estoques de segurança e a dependência de *lead time* cada vez mais curto. Estas ações, muitas vezes, se concentravam em mitigar os riscos internos para a empresa, colocando em segundo plano os riscos sobre os demais integrantes da cadeia de suprimentos, tais como fornecedores, e aqueles oriundos de situações extremas (ex. eventos climáticos).

Assim, NORRMAN E JANSSON (2004) defenderam o agrupamento de riscos em três categorias: externos à cadeia (político, natural, ambiental e mercadológico), internos à empresa (greves, paradas operacionais e paneiras em sistemas de informações) e internos à cadeia (relação entre as diversas empresas que compõem a cadeia). O processo de gerenciamento de riscos deveria focar na compreensão do risco, em sua probabilidade de ocorrência e no impacto causado. Este processo deveria ser complementado por

ações de mitigação dos riscos. Destacaram as técnicas de mapeamento, dentre vários métodos, como importante ferramenta para a identificação, análise e avaliação das consequências dos riscos sobre a cadeia de suprimentos.

SPEKMAN E DAVIS (2004) apontaram que a integração da cadeia de suprimentos iria ganhando adeptos à medida que as empresas reconhecessem as vantagens competitivas alcançadas resultantes da parceria e trabalho colaborativo dentro da cadeia na busca de objetivos mútuos. Aos poucos, o ceticismo de ser suprido por poucos fornecedores, compartilhar informações e planejar estrategicamente em conjunto, na busca de melhores níveis de serviço ao consumidor a custos competitivos, iria sendo derrubado.

Mas ainda prevaleceria a relação de disputa entre compradores e fornecedores, focada predominantemente na busca de redução nos preços, na visão tradicional de que somente preços mais baixos agregariam valor aos produtos e serviços. Por esse motivo, SPEKMAN E DAVIS (2004) apresentaram modelo que, em vez de tratar a cadeia como palco de disputas de adversários, consideraria a empresa como extensão da cadeia, ou seja, a busca da competitividade incluiria os interesses dos consumidores em conjunto com o interesse de todos os membros da cadeia de suprimentos.

Ao avaliar os impactos dos riscos sobre os fluxos logísticos da cadeia de suprimentos, SPEKMAN E DAVIS (2004) enumeraram alguns fatores de risco: restrições na capacidade de produção do fornecedor, não-conformidades, alterações nos processos de produção, incapacidade de redução de custos e atrasos ou interrupções no suprimento (desastres naturais, greves, acidentes operacionais etc.).

A definição tradicional de risco na cadeia de suprimentos, relacionada à ocorrência potencial de incidentes que interferissem nos fluxos logísticos, inabilitando as empresas a atender seus clientes, foi estendida por SPEKMAN E DAVIS (2004), que consideravam que o risco poderia impactar além do movimento físico de mercadorias. Assim, risco contemplaria outras dimensões, como custos associados a inventários obsoletos ou sem demanda, fluxos financeiros (seguro, crédito, pagamento de faturas etc.), segurança da informação (permissão para acesso à informação quando a empresa compartilhasse seus dados dentro da cadeia), grau de interdependência entre os membros da cadeia (oportunismo), responsabilidade e imagem social (ação indevida de

um membro da cadeia refletiria de forma negativa para os demais integrantes). Dessa forma, os riscos associados aos fluxos logísticos, fluxos de informações, fluxos financeiros, dentre outros, estariam inter-relacionados e seria difícil isolá-los durante a análise de avaliação de riscos na cadeia de suprimentos.

SVENSSON (2004) pesquisou a vulnerabilidade nas cadeias de suprimentos geradas pelas várias modalidades de interdependência de seus membros: temporal, funcional e relacional. A interdependência de tempo seria resultado da busca incessante por estruturas organizacionais enxutas, tornando o tempo (desde o despacho da matéria-prima até o produto final entregue ao cliente), cuja variável mais relevante seria o *lead time*, fator crítico de sucesso da cadeia. A interdependência funcional estaria relacionada à especialização e complementação de atividades de cada empresa dentro da cadeia. Englobaria inventários, produção, transportes, manutenção, certificação e conformidades. Por fim, a interdependência relacional, relacionada à interação dos processos na cadeia, contemplaria aspectos financeiros, econômicos, legais, tecnológicos, de marketing, de informação, de comunicação e de planejamento. Concluíram que, como contradição à interdependência entre as empresas, haveria falta de transparência no fluxo de informações, cuja consequência se refletiria na ineficiência da cadeia.

JÜTTNER (2005) estudou os riscos no gerenciamento da cadeia de suprimentos sob o enfoque do gestor logístico, mostrando como as transformações mundiais (políticas, econômicas, sociais e ambientais) afetaram a percepção de risco e trouxeram à tona sua vulnerabilidade. Recorreu à definição de gestão da cadeia de suprimentos como o gerenciamento das relações entre fornecedores e clientes com o objetivo de agregar valor ao consumidor final ao menor custo possível para a cadeia. Destacou que a coordenação, o esforço conjunto, a confiança e a negociação entre os integrantes da cadeia seriam o pilar para o sucesso da gestão. Assim, o risco poderia ser visto como o abalo neste pilar, que causaria descontinuidade nos fluxos logísticos entre os participantes da cadeia.

As fontes de risco seriam as variáveis associadas ao suprimento e à demanda, que não poderiam ser previstas com absoluta certeza, e que poderiam causar a descontinuidade nos fluxos logísticos. O conceito de vulnerabilidade da cadeia de suprimento foi

apresentado por JÜTTNER (2005) como a exposição a eventos que poderiam perturbar o equilíbrio dos fluxos logísticos da cadeia, com reflexos no nível de serviço oferecido ao cliente.

JÜTTNER (2005) aplicou pesquisa quantitativa junto a gestores em logística com foco nos riscos sobre a cadeia de suprimentos, nas práticas de prevenção e nos pontos críticos para sua implementação. Uma das técnicas apontadas para identificar e avaliar riscos foi o mapeamento da cadeia de suprimentos. A pesquisa revelou que apenas 37,0% dos entrevistados já haviam realizado este mapeamento (40,0% nunca fizeram). A pesquisa também revelou a fragilidade da relação entre os participantes da cadeia, com somente 27,6% dos pesquisados praticando troca de informações relativas à exposição a riscos dentro da cadeia (44,1 % nunca compartilharam essa informação). Outro ponto de destaque da pesquisa revelou que 51,0% dos entrevistados consideravam que a redução dos estoques aumentaria a vulnerabilidade da cadeia.

KLEINDORFER E SAAD (2005), ao pesquisarem os riscos associados à interrupção de suprimento dentro da cadeia, elencaram três procedimentos a serem seguidos pelos gestores de risco: especificação das fontes de risco e vulnerabilidades; avaliação dos riscos; mitigação dos riscos. Quanto às possíveis fontes e vulnerabilidades, elencaram as contingências operacionais (quebra ou falha de equipamentos, falência de fornecedor e greves), as catástrofes ambientais (terremotos, furacões e inundações), o terrorismo e a instabilidade política como as principais causas. A avaliação englobou análises probabilísticas de dados e entrevistas com gestores e colaboradores. Em relação às ações de mitigação, sugeriram a aplicação de processo de análise e tomada de decisão para a proposição das ações mais eficientes.

GAUDENZI E BORGHESI (2006) enfatizaram dois aspectos relacionados à avaliação de risco na cadeia de suprimentos. Primeiro, os riscos estariam presentes em vários níveis dentro da empresa e da cadeia de suprimentos. Segundo, a avaliação de risco seria subjetiva por natureza. Utilizaram a definição de risco na cadeia de suprimentos como qualquer risco inerente a informações, materiais ou fluxos de produtos entre os fornecedores e o consumidor final. Apontaram que os riscos, bem como os fatores de risco na cadeia de suprimentos, poderiam ser identificados de várias formas, dependendo da perspectiva adotada, embora considerassem que a avaliação do risco na

cadeia deveria estar ligada aos objetivos específicos desta cadeia, os quais direcionariam para os indicadores de risco a serem avaliados.

Baseado no *AHP*, GAUDENZI E BORGHESI (2006) apresentaram modelo para avaliação de risco na cadeia de suprimentos, e defenderam que esta metodologia (*AHP*) poderia apoiar os gestores na priorização dos objetivos da cadeia, identificando indicadores de risco e avaliando o impacto potencial de eventos negativos e as relações de causa-efeito dentro da cadeia. Dividiram a cadeia de suprimentos em cinco áreas: transporte/distribuição; produção; ciclo de pedidos; armazenagem; compras. Enfatizaram que o principal objetivo da cadeia de suprimentos seria a criação de valor para o cliente, traduzido em entregas pontuais, completas, corretas, sem danos ou defeitos.

A identificação e definição dos indicadores de risco foram realizadas em quatro etapas. Na primeira etapa, foram feitas avaliações individuais pelos gerentes de diferentes áreas com o objetivo de priorizar os objetivos da cadeia de suprimentos, envolvendo a relevância e a quantificação de cada objetivo. Na segunda fase, foram avaliados os riscos de não se alcançar os objetivos propostos, por meio da identificação dos fatores de risco mensuráveis. Na terceira fase foi avaliado o potencial impacto dos eventos e as relações de causa-efeito dentro da empresa e ao longo da cadeia. Na quarta fase foram avaliados os impactos em si dos fatores de risco. De acordo com GAUDENZI E BORGHESI (2006), os resultados obtidos com a aplicação do modelo mostraram que foi criada nos gestores uma consciência em relação aos fatores de risco na cadeia de suprimentos. O envolvimento de gestores de diferentes áreas também foi essencial para a avaliação dos fatores de risco. Verificaram, por fim, que a aplicação do *AHP* foi importante para a priorização dos objetivos e para a análise dos impactos de risco.

TOMLIN (2006) diferenciou as táticas de mitigação das táticas contingenciais para a gestão de risco de interrupções na cadeia de suprimentos. Essas táticas poderiam ser implementadas de forma isolada ou em conjunto por uma empresa compradora. As táticas de mitigação estariam voltadas para ações preventivas, tomadas antes da ocorrência da interrupção, tais como o aumento do nível de estoques ou a utilização de múltiplos fornecedores ou múltiplos pontos de suprimento. A tática de contingenciamento estaria associada a ações corretivas, já durante a interrupção,

envolvendo a utilização de fornecedores alternativos, o redirecionamento de rotas ou a utilização de outros modos de transportes disponíveis.

As características dos fornecedores (nível de serviço oferecido, capacidade de produção e flexibilidade de redirecionar entregas), em face do grau de tolerância ao risco da empresa compradora, de acordo com TOMLIN (2006), iriam determinar a estratégia desta empresa quanto às táticas a serem aplicadas. Contudo, táticas preventivas que gerassem aumento do nível de estoques não seriam atrativas em ambientes de interrupções esporádicas (contudo longas), devido ao incremento de custo com estoques por períodos extensos sem interrupções no suprimento. Em algumas situações, quando fosse possível antever o evento que deflagraria a interrupção, com alguma margem de certeza (ex.: greves e paradas preventivas na produção), poder-se-ia aumentar os estoques por períodos mais curtos. Mais uma vez, mostra-se que o compartilhamento de informações seria ponto crítico de sucesso para reduzir os efeitos negativos de interrupções na cadeia de suprimentos.

COHEN (2007) destacou a importância da gestão de risco na cadeia de suprimentos quando os fatores que direcionassem a oferta e/ou a demanda fossem incertos. A mitigação destes riscos seria passo fundamental para os gestores alcançarem a eficiência dentro da cadeia, oferecendo níveis de serviço aos clientes ao menor custo total possível. A cadeia bem coordenada possibilitaria que as decisões tomadas por seus integrantes equilibrassem o *trade-off* entre custo total e nível de serviço.

HOPP *et al.* (2008) avaliaram o impacto de interrupções no suprimento regional em cadeias de suprimento competitivas. Ressaltaram que a maior parte das pesquisas se concentrava no desenho, coordenação e melhoria da cadeia de suprimentos, e apenas uma pequena parcela se dedicava ao estudo sobre os riscos inerentes à cadeia. Concluíram que as ações táticas e estratégicas de cada empresa deveriam ser tomadas em função das consequências da interrupção do suprimento sobre o lucro, levando-se em consideração o valor agregado do produto, o *market-share* da empresa e a lealdade dos clientes.

WAGNER E BODE (2008) destacaram que as empresas deveriam repensar suas estratégias e modelos de negócios em face dos riscos e das consequências de

interrupções em sua cadeia de suprimentos. Contudo, como a gestão de risco traria consigo custos incrementais, seria importante para as empresas, previamente, avaliarem a probabilidade dos riscos e seus efeitos sobre a atividade empresarial. Definiram a interrupção no suprimento como a combinação de um evento não intencional em algum ponto da cadeia, ou no ambiente em que está inserida, e a dimensão da consequência deste evento para a atividade de seus integrantes. A interrupção teria certa probabilidade de ocorrência e seria caracterizada por seus efeitos diretos e indiretos sobre a cadeia, envolvendo tempo de reação para implementação das ações de mitigação. Os riscos de interrupção na cadeia de suprimentos foram divididos em cinco tipos: de demanda; de oferta; regulatório; de infraestrutura; catastrófico. Os últimos três tipos não estariam, necessariamente, inseridos na cadeia de suprimentos.

Para avaliar a relação entre riscos e desempenho da cadeia, WAGNER E BODE (2008) conduziram pesquisa junto a 760 executivos seniores das áreas de logística e de gestão de canais de suprimentos, e verificaram, sem surpresas, que os riscos associados à cadeia de suprimentos teriam impacto negativo sobre o desempenho das empresas inseridas na cadeia. Adicionalmente, constataram que, na visão dos executivos, as interrupções causadas por barreiras regulatórias, ineficiências na infraestrutura ou catástrofes, por ocorrerem com menos frequência, seriam menos relevantes se comparadas às interrupções devidas à demanda ou à oferta, e, portanto, estas últimas deveriam receber maior atenção dos gestores quanto às ações de mitigação.

NARASIMHAN E TALLURI (2009) destacaram o gerenciamento de risco em canais de suprimentos como atividade estratégica para as empresas. Avaliações das fontes e magnitudes do risco deveriam ser conduzidas não apenas com foco nos objetivos empresariais, mas também quanto à exposição a eventos adversos, que poderiam ocasionar rupturas na cadeia de suprimentos.

Essas rupturas poderiam ter como causas tanto fatores internos (ex.: falência do principal fornecedor) como externos (ex.: secas ou enchentes). A antecipação, identificação, classificação e avaliação do risco na cadeia de suprimentos requereriam a aplicação de metodologias efetivas, antes de se implantar estratégias de mitigação.

A visão conceitual de risco poderia ser muito útil na sua identificação, com o objetivo de formular estratégias e implementar ações de mitigação deste risco. Assim, seria imperioso desenvolver metodologias consistentes para a identificação dos riscos que permitisse sua quantificação, principalmente quando o canal de suprimentos estivesse sujeito a eventos catastróficos (ex.: terremotos e tsunamis) ou a mudanças climáticas radicais (ex.: inundações e secas de rios).

NARASIMHAN E TALLURI (2009) propuseram processo de planejamento proativo, para cada unidade (fábrica, depósito ou instalação), com quatro níveis críticos a serem executados: identificação de fornecedores-chaves e de potenciais ameaças, estimativa de probabilidades e perdas, avaliação de alternativas e seleção destas alternativas. Este planejamento permitiria construir matriz de gerenciamento de risco, considerando probabilidades de ocorrência e estimativas de perdas, para o estabelecimento de alternativas para mitigação de risco e perdas. Estas medidas alternativas, para evitar ou mitigar interrupções na cadeia de suprimentos (possibilidade de desabastecimento), englobariam práticas organizacionais em três níveis: integração interna (empresa), integração externa com fornecedores-chaves e clientes estratégicos e flexibilidade externa (na ocorrência de eventos adversos).

LI *et al.* (2010) desenvolveram modelo para quantificação do rateio de pedidos entre fornecedores, permitindo ao varejista avaliar o *trade-off* entre confiabilidade e menor custo. Destacaram que as cadeias de suprimentos, atualmente, pareciam estar mais instáveis em face de práticas comerciais e de tendências mundiais, tais como suprimento global, produção descentralizada, dependência crescente de terceirização, redução no número de fornecedores, otimização de inventários, dentre outras. Embora redutoras de custos, estas práticas e tendências seriam mais susceptíveis a interrupções nos fluxos logísticos da cadeia de suprimentos.

Os riscos de interrupções na cadeia de suprimentos, de acordo com LI *et al.* (2010), estariam divididos em três categorias. A primeira, associada a interrupções na oferta, ocorreria quando os fornecedores se tornassem incapazes de atender aos pedidos dos compradores por algum motivo operacional (quebra em equipamentos, acidentes, escassez de matérias-primas, atrasos nas entregas etc.). A segunda, relativa a interrupções na demanda, ocorreria nas variações abruptas (positivas ou negativas) dos

pedidos. A terceira, voltada para alterações na lucratividade do negócio, ocorreria por conta de influências exógenas (custos de aquisição, taxa de juros, câmbio, regulação etc.).

A próxima seção apresentará o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A. Conforme NORRMAN E JANSSON (2004), o mapeamento dos fluxos logísticos é importante ferramenta para a identificação, análise e avaliação das consequências dos riscos sobre a cadeia de suprimentos, os quais têm influência direta na formação de estoques de segurança.

Dessa forma, torna-se requisito prévio na proposição da metodologia para cálculo de estoques de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem de distribuidores, objeto desse estudo, a compreensão dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem do combustível, desde as fontes de suprimento, até as bases interligadas a essas fontes por meio dos modos de transportes disponíveis.

O mapeamento dos fluxos se iniciará com o detalhamento do funcionamento do sistema nacional de abastecimento de óleo diesel A, no qual será destacado o papel legal e regulatório dos quatro níveis de agentes econômicos que compõem o sistema: produtores de diesel, operadores de dutos e terminais, importadores e produtores de biodiesel; distribuidores; revendedores; e consumidores.

Em seguida, será apresentado o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A, em nível nacional, da origem (fontes de suprimento) ao destino (bases de armazenagem), destacando os modos de transporte (dutoviário, aquaviário, ferroviário e rodoviário) que conectam refinarias e o mercado externo a terminais (aquaviários e terrestres) e bases (primárias e secundárias).

3. MAPEAMENTO DOS FLUXOS LOGÍSTICOS DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DE ÓLEO DIESEL A

Nesta seção será apresentado o escopo legal-regulatório dos agentes econômicos que integram o sistema nacional de abastecimento de combustíveis, com foco no óleo diesel A, bem como, a partir de dados e informações obtidos junto à agência reguladora e aos agentes econômicos, realizado o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem do combustível no país.

3.1. Sistema nacional de abastecimento de óleo diesel

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP foi instituída como agência reguladora pela Lei nº 9.478, de 07/08/1997, conhecida como Lei do Petróleo, com a finalidade de promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo e seus derivados, do gás natural e dos biocombustíveis. Coube à ANP, dentre outras atribuições, implementar a política nacional de petróleo e seus derivados, gás natural e biocombustíveis, contida na política energética nacional, nos termos desta Lei, com ênfase na garantia do suprimento, em todo o território nacional, e na proteção dos interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos.

Já a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis está disposta na Lei nº 9.847, de 27/10/1999, conhecida como Lei da Fiscalização. De acordo com seu art. 1º, a fiscalização das atividades relativas às indústrias do petróleo e dos biocombustíveis e ao abastecimento nacional de combustíveis será realizada pela ANP. O abastecimento nacional de combustíveis, nos termos do § 1º do art. 1º, é considerado de utilidade pública e abrange as atividades de produção, importação, exportação, refino, beneficiamento, tratamento, processamento, transporte, transferência, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda, comercialização, avaliação de conformidade e certificação do petróleo e seus derivados, gás natural e biocombustíveis.

Em relação ao transporte e transferência de derivados de petróleo, a fiscalização da ANP se restringe aos modos dutoviário e aquaviário (marítimo de cabotagem), não se

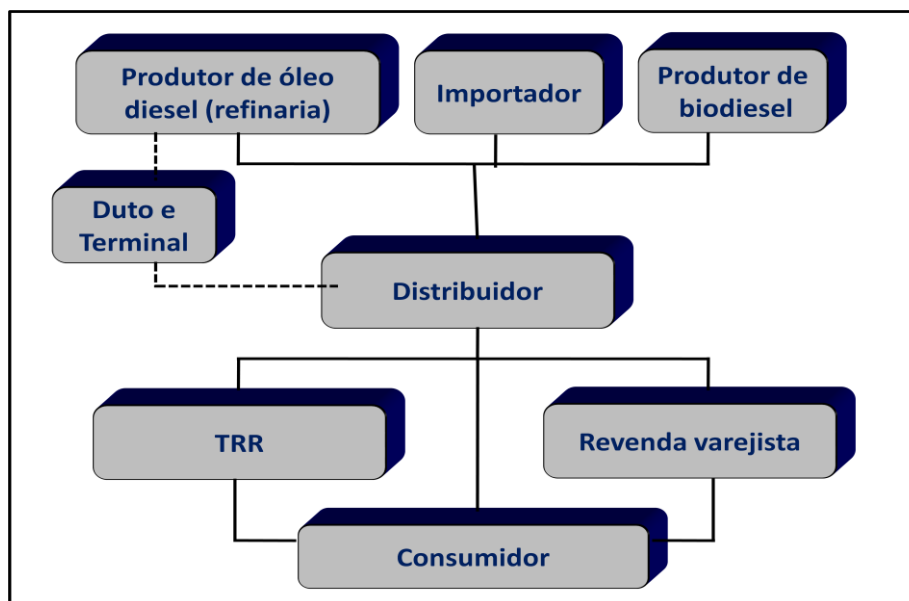
aplicando aos demais modos, cuja regulação é de competência da Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, vinculada ao Ministério dos Transportes, nos termos da Lei nº 10.233, de 05/06/2001, que estabeleceu, em seu art. 22, inciso VII, que compete à ANTT regulamentar o transporte de cargas e produtos perigosos em rodovias e ferrovias.

Dessa forma, o transporte rodoviário de produtos que sejam perigosos, por via pública, por representarem risco para a saúde de pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente, é submetido às regras e aos procedimentos estabelecidos pelo Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, conforme estabelecido na Resolução ANTT nº 3.665, de 04/05/2011, e complementados pela Resolução ANTT nº 420, de 12/02/2004, sem prejuízo do disposto nas normas específicas de cada produto.

Em resumo, as políticas do Governo Federal para o transporte rodoviário e ferroviário de cargas (incluindo combustíveis e demais cargas perigosas) se concretizam por meio das diretrizes emanadas pelo Ministério do Transporte para a ANTT, enquanto as diretrizes para o abastecimento nacional de combustíveis estão sob a responsabilidade do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, cuja implementação está a cargo da ANP.

A Figura 1 apresenta, em relação ao óleo diesel A e B, os agentes econômicos regulados pela ANP inseridos no sistema nacional de abastecimento de combustíveis. Dentro das fronteiras do Brasil, são quatro os níveis de agentes econômicos que compõem o sistema de abastecimento de óleo diesel A e B: i) refinarias; operadores de dutos e terminais; importadores; produtores de biodiesel; ii) distribuidores; iii) TRR e vendas varejistas; iv) consumidores.

Cada agente econômico possui função específica, determinada pela legislação aplicável da agência reguladora, para operar dentro do sistema nacional de abastecimento. A seguir, serão apresentadas, de forma resumida, as especificidades desses agentes econômicos. Porém, para melhor entendimento, previamente será dado conhecimento da legislação concernente ao óleo diesel A e B.



Fonte: elaboração própria, a partir dos regulamentos da ANP.

Figura 1: Sistema nacional de abastecimento de óleo diesel A e B.

A Resolução ANP nº 65, de 12/12/2011, estabelece as especificações do óleo diesel de uso rodoviário, consoante as disposições contidas no Regulamento Técnico ANP nº 8/2011, e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.

Conforme determina a Resolução ANP nº 65/2011, o óleo diesel de uso rodoviário classifica-se em óleo diesel A e óleo diesel B. O óleo diesel A foi definido como combustível produzido por processos de refino de petróleo, destinado a veículos dotados de motores do Ciclo Diesel, de uso rodoviário, sem adição de biodiesel. O óleo diesel A também pode ser produzido por centrais de matérias-primas petroquímicas ou a partir de matéria-prima distinta do petróleo, desde que, neste último caso, previamente autorizado pela ANP.

O óleo diesel B é constituído de óleo diesel A adicionado de biodiesel. A Lei nº 11.097, de 14/01/2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, fixou, de acordo com o art. 2º, em 5,0% (cinco por cento), em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel A, em qualquer parte do território nacional.

Por meio do Decreto nº 5.448, de 20/05/2005, foi regulamentado o art. 2º da Lei nº 11.097/2005. Posteriormente, a Resolução ANP nº 7, de 20/03/2008 (revogada pela Resolução ANP nº 14 de 18/05/2012), determinou, conforme art. 1º, parágrafo único, que o biodiesel deveria ser adicionado ao óleo diesel A, na proporção de 5,0% (cinco por cento), em volume, a partir de 1º de janeiro de 2010, formando o óleo diesel B. É permitida a adição de biodiesel ao óleo diesel A em teores acima de 5,0% (cinco por cento), desde que previamente autorizado pela ANP.

A Resolução ANP nº 65/2011 estabelece nomenclaturas para o óleo diesel A e B, conforme o teor máximo de enxofre (S) presente no combustível. Assim, o óleo diesel A S10, A S500 e A S1800 têm teor de enxofre, máximo, de 10 mg/kg, 500 mg/kg e 1800 mg/kg, respectivamente. A mesma concentração de enxofre é aplicada ao óleo diesel B S10, B S500 e B S1800. O teor de enxofre no óleo diesel limita sua comercialização de acordo com o ano de fabricação do veículo ou com o município onde se localiza o consumidor (como regra geral, quanto mais distante das regiões metropolitanas, maior o teor de enxofre no óleo diesel). Veículos com motores Euro V, equivalente ao PROCONVE P7/L6, só podem ser abastecidos com óleo diesel B de baixo teor de enxofre (óleo diesel B S10).

Como pode ser observado no Regulamento Técnico ANP nº 8/2011, as especificações do óleo diesel de uso rodoviário vão muito além dos teores de biodiesel e de enxofre, abrangendo características como aspecto, cor, massa específica, ponto de fulgor, viscosidade, volume recuperado de destilação, ponto de entupimento de filtro a frio, número de cetano, resíduo de carbono, cinzas, corrosividade ao cobre, teor de água e sedimentos, estabilidade à oxidação, lubrificidade, condutividade elétrica e teor de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Assim, como determina o Regulamento Técnico ANP nº 8/2011, é vedada a comercialização do óleo diesel A ou B que não se enquadre nas especificações da ANP.

Serão apresentados, a seguir, de forma resumida, os agentes econômicos que operam no sistema nacional de abastecimento de óleo diesel: refinaria produtora de óleo diesel A; importador; operadores de dutos e terminais; produtor de biodiesel; distribuidor; transportador-revendedor-retalhista - TRR; revenda varejista (posto); ponto de abastecimento - PA (ANP, 2012).

A Resolução ANP nº 16, de 10/06/2010, estabelece a regulamentação para o exercício da atividade de construção, ampliação de capacidade e operação de refinarias. A comercialização do óleo diesel A é realizada diretamente entre refinarias e distribuidores de combustíveis. No Brasil, há 16 refinarias autorizadas a operar, das quais 13 são controladas pela Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS.

Após a flexibilização constitucional do monopólio do petróleo (Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, art. 177), corroborada pela promulgação da Lei nº 9.478/97, a importação e a exportação de combustíveis, atividades antes reservadas exclusivamente para a PETROBRAS, foram permitidas para empresas privadas que atendessem os requisitos regulatórios emanados pela ANP.

O exercício da atividade de importação de derivados de petróleo e seus derivados, gás natural e biocombustíveis é regulamentado por vasto rol de portarias e resoluções, em função do produto a ser importado (óleo diesel A, biodiesel, gasolinas, querosene de aviação, óleo combustível, solventes, nafta, GLP, asfalto, dentre outros). A Portaria ANP nº 313, de 27/12/2001, regulamenta o exercício da atividade de importação de óleo diesel A e biodiesel, restrita a produtores (refinarias ou produtores de biodiesel), importadores, exportadores e consumidores finais. Agentes à jusante na cadeia nacional de abastecimento de combustíveis (distribuidores, TRR e vendas varejistas) estão impedidos de importar diretamente o óleo diesel A (no caso de distribuidor, a importação pode ser feita por intermédio de *trader/importador*).

A construção e operação de dutos e terminais de petróleo e seus derivados e biocombustíveis é regulada pela Portaria ANP nº 170 de 26/11/1998. Os dutos, cuja função é interligar refinarias a terminais e a bases de armazenagem e distribuição, têm seu acesso regulado pela Portaria ANP nº 115, de 05/07/2000, a qual estabelece que empresas operadoras de dutos de transporte, com extensão superior a 15 quilômetros, não podem comercializar os produtos transportados. A Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS, em face dessa restrição, criou a subsidiária Petrobras Transporte S.A. - TRANSPETRO para construir e operar seus dutos, terminais e embarcações, em conformidade com o art. 65 da Lei no 9.478/1997.

A produção de biodiesel está regulamentada pela Resolução ANP nº 25, de 02/09/2008, e o Regulamento ANP nº 3/2008 que a integra, que regulamenta a atividade de produção de biodiesel, abrangendo a construção, modificação, ampliação de capacidade, operação de planta produtora e a comercialização, condicionada à prévia e expressa autorização da ANP. A comercialização de biodiesel é realizada indiretamente entre produtores e distribuidores de combustíveis, por meio de leilões periódicos promovidos pela ANP. No território nacional há 53 empresas autorizadas a produzir e comercializar biodiesel, por intermédio de 61 plantas industriais espalhadas por 15 estados brasileiros.

A atividade de distribuição de combustíveis líquidos compreende a aquisição, a armazenagem, o transporte, a comercialização e o controle de qualidade, e está regulamentada pela Portaria ANP nº 202, de 30/12/1999, Portaria ANP nº 29, de 09/02/1999, Portaria ANP nº 72, de 26/04/2000, Resolução ANP nº 30, de 26/10/2006, e Resolução ANP nº 42 de 18/08/2011. Este conjunto de regulamentos engloba autorizações de construção (AC) e de operação (AO) de instalações para armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis, denominadas bases de armazenagem e distribuição.

O distribuidor só pode adquirir óleo diesel A de produtores e importadores autorizados pela ANP. Para dar flexibilidade ao mercado, de modo a prevenir eventual risco de interrupção no abastecimento, é permitida a venda de óleo diesel A ou B entre distribuidores, até o limite mensal de 5,0% (cinco por cento). Cabe ao distribuidor adicionar biodiesel ao óleo diesel A nas bases de armazenagem e distribuição antes de sua comercialização, como óleo diesel B, com vendas varejistas, TRR e consumidores finais. No Brasil, há 236 distribuidores autorizados a operar. Apesar do grande número de distribuidores, o mercado apresenta alta concentração, pois apenas 4 distribuidores possuem aproximadamente 80,0% (oitenta por cento) do *market-share* nacional de óleo diesel B.

O exercício da atividade de transportador-revendedor-retalhista (TRR) é regulamentado pela Resolução ANP nº 8, de 06/03/2007, que engloba a aquisição, a armazenagem, o transporte e a revenda a retalho de óleo diesel B com entrega direta no domicílio do consumidor, bem como o controle de qualidade e a assistência técnica. O TRR também

pode comercializar óleo combustível, querosene iluminante, lubrificantes e graxas, mas está proibido de vender gasolina e etanol.

O papel do TRR na cadeia nacional de abastecimento de óleo diesel B é o de adquirir o combustível de distribuidor e comercializá-lo em retalho com consumidores finais que possuem equipamentos fixos (geradores) ou que têm dificuldades ou estão impossibilitados de deslocarem seus veículos (tratores, colheitadeiras, *off-roads*, etc.) até as revendas varejistas (postos), como é o caso de empresas agropecuárias e mineradoras. No território nacional, há 372 TRR autorizadas a operar.

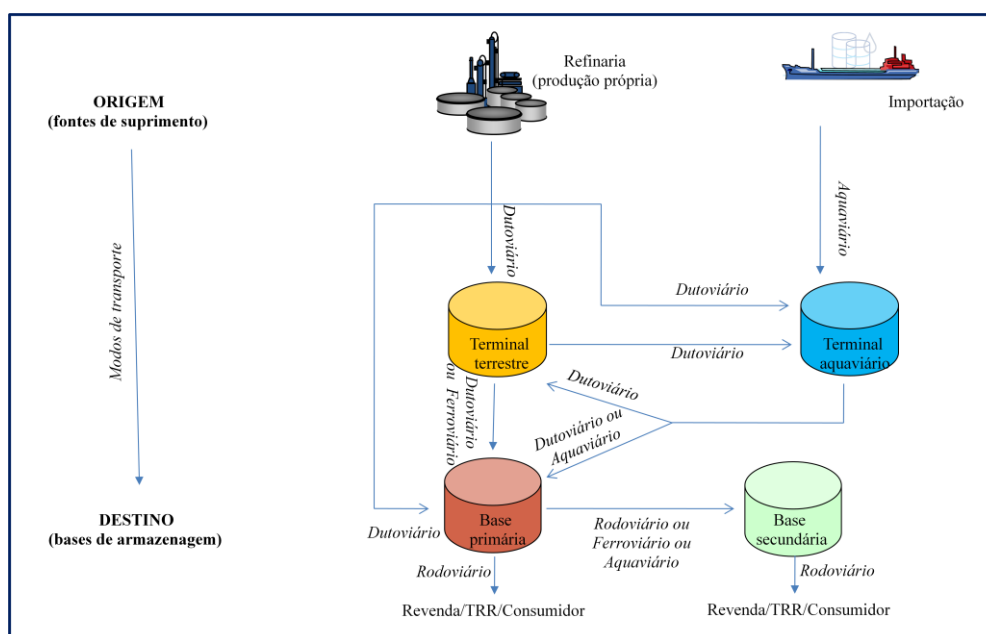
O exercício da atividade de revenda varejista de combustível automotivo é regulamentado pela Portaria ANP nº 116 de 05/07/2000. Revendas varejistas são postos de abastecimento de gasolina, etanol e óleo diesel B (que também oferecem serviços não regulamentados pela ANP, como troca de óleos lubrificantes, lavagem de veículos, lojas de conveniência, dentre outros), predominantemente rodoviários ou urbanos. Há também revendas varejistas marítimas (estabelecimento localizado em terra firme, que atendem ao abastecimento de embarcações marítimas e fluviais) e revendas varejistas flutuantes (balsas, sem propulsão, que operam em local fixo e determinado, voltado para o abastecimento de embarcações marítimas e fluviais), localizados principalmente na região norte do país. No Brasil, há aproximadamente 39,0 mil revendas varejistas autorizadas a operar.

Consumidores finais - pessoas físicas e jurídicas - podem armazenar e abastecer óleo diesel B em instalações denominadas ponto de abastecimento - PA, desde que seja para consumo próprio. O PA, regulado pela Resolução ANP nº 12, de 21/03/2007, é a instalação dotada de equipamentos e registrador de volume (tanques, bombas medidoras e filtros), apropriados para suprimento de combustíveis em equipamentos móveis, veículos automotores terrestres, aeronaves, embarcações ou locomotivas. Instalações de PA, aéreas ou subterrâneas, cuja capacidade total de armazenagem seja igual ou superior a 15 m³, dependem de autorização prévia de operação da ANP. De acordo com a Resolução ANP nº 34, de 21/03/2007, o PA com capacidade total de armazenagem de até 15 (quinze) m³ somente poderá adquirir óleo diesel B de TRR. Para capacidades superiores, o PA pode optar por adquirir o óleo diesel B tanto de TRR como

diretamente de distribuidor. No território nacional, há aproximadamente 6,0 mil PA cadastrados na ANP.

3.2. Mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A no Brasil

O mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A no Brasil será construído da origem ao destino desses fluxos, conforme apresentado na Figura 2. As origens são compostas pelas fontes de suprimento, enquanto os destinos, para fins deste estudo, são as bases de armazenagem e distribuição. Antes de alcançar as bases, o óleo diesel A pode ser armazenado em terminais terrestres ou aquaviários (marítimos, fluviais ou lacustres), como etapa intermediária oriunda do transbordo da produção nacional de outras refinarias ou do transbordo da importação. O óleo diesel A armazenado nas bases é, posteriormente, comercializado e entregue aos clientes dos distribuidores: TRR, revendas varejistas e consumidores finais.



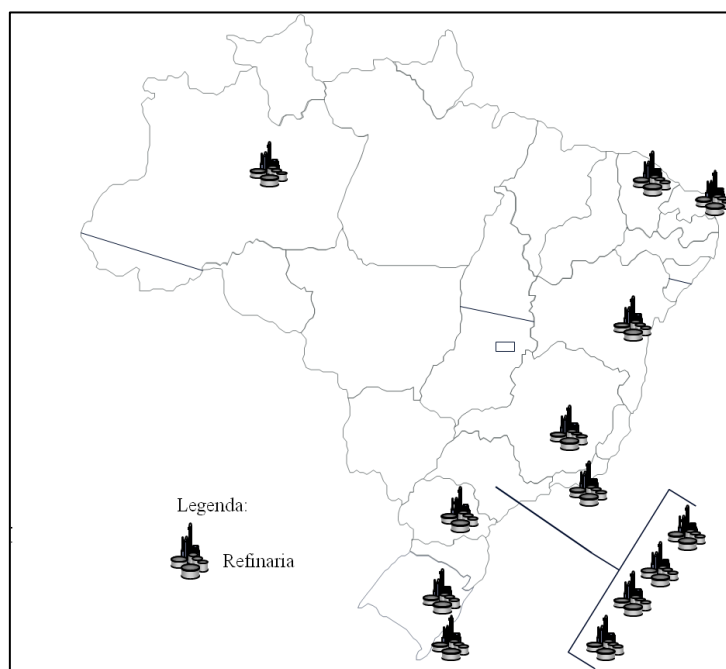
Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

Figura 2: Fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A no Brasil.

As fontes de suprimento, que representam a origem dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem do óleo diesel A que será armazenado nas bases de distribuidores espalhadas pelo território nacional, atingiram o volume de 51,8 milhões de m³ em 2011.

São duas as fontes (origens) de suprimento: produção própria das refinarias instaladas no país; importação.

Conforme apresentado na Figura 3, a produção nacional de óleo diesel A, em 2011, foi realizada por meio de 13 refinarias sob o controle da PETROBRAS.



Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

Figura 3: Fontes de suprimento: refinarias da PETROBRAS.

Essas refinarias possuem capacidade de produção diferenciada, como pode ser observado na Tabela 3, que consolida, em ordem decrescente, a produção nacional de óleo diesel A por refinaria, em 2011, de 42, 5 milhões de m³.

Tabela 3: Produção nacional de óleo diesel A por refinaria.

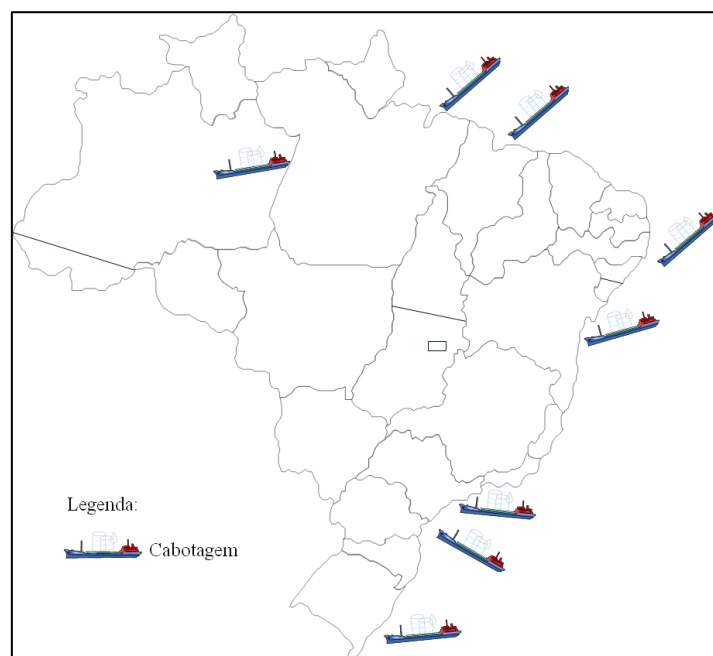
Refinaria	Município / UF	Produção (m ³)	% nacional
REPLAN-Refinaria de Paulínia	Paulínia/SP	10.910.711,0	25,6
REPAR-Refinaria Pres. Getúlio Vargas	Araucária/PR	5.082.770,0	11,9
RLAM-Refinaria Landulpho Alves	S.F. Conde/BA	4.661.599,0	10,9
REFAP-Refinaria Alberto Pasqualini	Canoas/RS	4.419.451,0	10,4
REVAP-Refinaria Henrique Lage	S.J. Campos/SP	4.106.895,0	9,7
RPBC-Refinria Presidente Bernardes	Cubatão/SP	4.021.690,0	9,5
REDUC-Refinaria Duque de Caxias	D. Caxias/RJ	3.469.050,0	8,2
REGAP-Refinaria Gabriel Passos	Betim/MG	3.113.883,0	7,3
RECAP-Refinaria de Capuava	Mauá/SP	1.078.686,0	2,5
REMAN-Refinaria Isaac Sabbá	Manaus/AM	717.454,0	1,7

RPCC-Refinaria Pot. Clara Camarão	Guamaré/RN	583.422,0	1,4
Refinaria de Petróleo Riograndense	Rio Grande/RS	334.537,0	0,8
LUBNOR-Lub. Der. Petróleo Nordeste	Fortaleza/CE	30.156,0	0,1
Total		42.530.304,0	100,0

Fonte: ANP, 2011.

A análise da Tabela 3 indica que a produção de óleo diesel A possui grande concentração regional. O estado de São Paulo, por exemplo, foi responsável por 44,8% da produção nacional em 2011. A região sudeste produziu 60,3% da produção brasileira. As regiões sudeste e sul, juntas, responderam por 83,4% da produção doméstica. Além da forte concentração regional, a produção de óleo diesel A está no litoral (ou no máximo a 400 quilômetros do litoral), com exceção de Manaus/AM, mostrando que o interior do país não produz óleo diesel A.

A outra fonte (origem) de suprimento de óleo diesel A é a importação, que, em 2011, totalizou 9,3 milhões de m³. Como pode ser observado na Figura 4, a internalização do óleo diesel A importado ocorre pela entrada do produto em diversos portos brasileiros, de acordo com o planejamento de suprimentos da PETROBRAS.



Fonte: elaboração própria, a partir de informações da PETROBRAS (2011).

Figura 4: Internalização da importação de óleo diesel A.

Modos de transportes representam a ligação entre a origem (fontes de suprimento) e o destino (bases de armazenagem) dos fluxos logísticos do óleo diesel A. Os modos de

transporte utilizados para que o óleo diesel A se desloque de sua origem até seu destino variam ao longo dos fluxos logísticos.

As refinarias escoam sua produção de óleo diesel A para terminais ou bases pelo modo dutoviário. O óleo diesel A importado chega aos terminais (aquaviários) pelo modo aquaviário. Os terminais aquaviários podem transferir o combustível para terminais terrestres (modo dutoviário) ou diretamente para bases pelo modo dutoviário ou aquaviário.

Os terminais terrestres, por sua vez, utilizam o modo dutoviário para transferir o óleo diesel A para terminais aquaviários ou, quando o destino são as bases, os modos dutoviário ou ferroviário.

Pelo modo aquaviário marítimo por cabotagem, a produção de óleo diesel A do parque de refinarias das regiões sudeste e sul é transbordada para as regiões nordeste e norte do país. Inicialmente, o óleo diesel A é transferido das refinarias para terminais marítimos (São Sebastião/SP, Santos/SP, Paranaguá/PR, dentre outros) por meio de dutos de curto percurso.

A partir destes terminais, o óleo diesel A é transferido pelo modo aquaviário marítimo de cabotagem para os portos do nordeste e para a REMAN em Manaus/AM.

A Tabela 4 apresenta os 36 terminais operados pela TRANSPETRO, com capacidade total de armazenagem de combustíveis líquidos de 3,7 bilhões de litros. São 17 terminais aquaviários (marítimos, fluviais e lacustres) e 19 terrestres, interligados às refinarias ou aos portos por dutos curtos.

A TRANSPETRO opera três dutos de longa distância para transporte de óleo diesel A no Brasil, denominados OSBRA, OPASC e ORSUB.

O oleoduto OSBRA se estende por 964 quilômetros, interligando a refinaria REPLAN em Paulínia/SP ao terminal terrestre de Brasília/DF, passando, no percurso, por quatro terminais terrestres intermediários: Ribeirão Preto (SP), Uberaba (MG), Uberlândia (MG) e Senador Canedo (GO).

Tabela 4: Terminais aquaviários e terrestres operados pela TRANSPETRO.

Terminal	Tipo	Município	UF	Capacidade de armazenagem (m ³)	nº de tanques	Dutos (média em km)
Alemoa	A (M)	Santos	SP	263.134,0	16	1,0
A. Barroso	A (M)	São Sebastião	SP	426.326,0	14	2,1
Ilha D'Água	A (M)	Rio de Janeiro	RJ	165.066,0	18	1,3
Barueri	T	Barueri	SP	199.978,0	22	-
Brasília	T	Brasília	DF	70.475,0	7	-
Cabedelo	A (M)	Cabedelo	PB	10.022,5	4	0,9
Campos Elíseos	T	D. Caxias	RJ	68.364,0	2	-
Candeias	T	Candeias	BA	36.417,0	12	-
Dunas	A (F)	Natal	RN	26.642,0	6	0,9
Biguaçu	T	Biguaçu	SC	38.361,5	10	-
Guamaré	A (M)	Guamaré	RN	49.306,5	3	na
Guararema	T	Guararema	SP	600.253,5	8	1,2
Ilha Grande	A (M)	Angra	RJ	21.031,0	2	0,8
Itabuna	T	Itabuna	BA	24.050,0	12	-
Itajaí	T	Itajaí	SC	50.399,1	12	-
Japeri	T	Japeri	RJ	38.588,0	7	-
Jequié	T	Jequié	BA	2.627,9	7	-
Guaramirim	T	Guaramirim	SC	19.145,8	9	-
Maceió	A (M)	Maceió	AL	30.049,0	14	na
Madre de Deus	A (M)	M. de Deus	BA	638.919,0	40	2,2
Miramar	A (M)	Belém	PA	37.899,0	4	0,9
Paranaguá	A (M)	Paranaguá	PR	194.601,7	31	0,8
Ribeirão Preto	T	Ribeirão Preto	SP	51.791,0	6	-
Rio Grande	A (L)	Rio Grande	RS	62.182,9	18	0,9
Itaqui	A (M)	São Luís	MA	71.290,0	7	0,8
Sebat	T	Cubatão	SP	112.625,4	13	-
Senador Canedo	T	S. Canedo	GO	137.083,0	9	-
Suape	A (M)	Suape	PE	93.200,0	15	1,2
Tedut	A (M)	Tramandaí	RS	192.159,0	8	10,6
Teguar	T	Guarulhos	SP	166.175,9	24	-
Tenit	A (F)	Canoas	RS	15.656,0	3	0,1
Uberaba	T	Uberaba	MG	42.924,9	8	-
Uberlândia	T	Uberlândia	MG	47.310,5	12	-
Utinga	T	São Caetano	SP	222.592,0	19	-
Vitória	A (M)	Vitória	ES	11.000,0	2	3,7
Volta Redonda	T	Volta Redonda	RJ	28.137,0	9	-
Total				4.265.784,1	413	

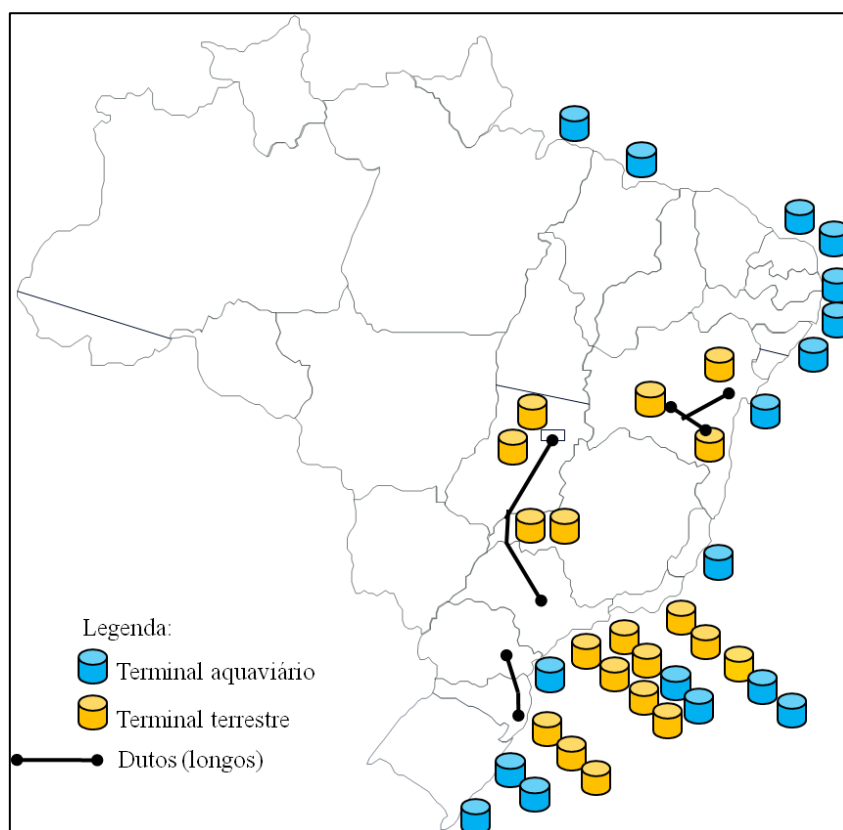
Legenda: A = aquaviário; M = marítimo; F = fluvial; L = lacustre; T = terrestre.

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

O oleoduto OPASC tem 266 quilômetros de extensão e interliga a refinaria REPAR, em Araucária/PR, a três terminais terrestres em Santa Catarina (Guaramirim, Itajaí e Biguaçu).

O oleoduto ORSUB, de 389 quilômetros, interliga a refinaria RLAM, em Madre de Deus/BA, aos terminais terrestres de Jequié e Itabuna, também na Bahia (ANP, 2012).

A Figura 5 apresenta os terminais e dutos de longa distância operados pela TRANSPETRO. Como era de se esperar, também há concentração na localização dos terminais operados pela TRANSPETRO, que ficam próximos das refinarias ou dos principais portos brasileiros.



Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

Figura 5: Terminais (aquaviários e terrestres) e dutos de longo percurso operados pela TRANSPETRO.

Além dos terminais operados pela TRANSPETRO, empresas privadas, autorizadas pela ANP, também operam terminais, como pode ser observado na Tabela 5 e Figura 6. No total, esses agentes econômicos são responsáveis por 33 terminais, dos quais 24 aquaviários e 9 terrestres, com capacidade total de armazenagem de 2,0 bilhões de litros de combustíveis líquidos.

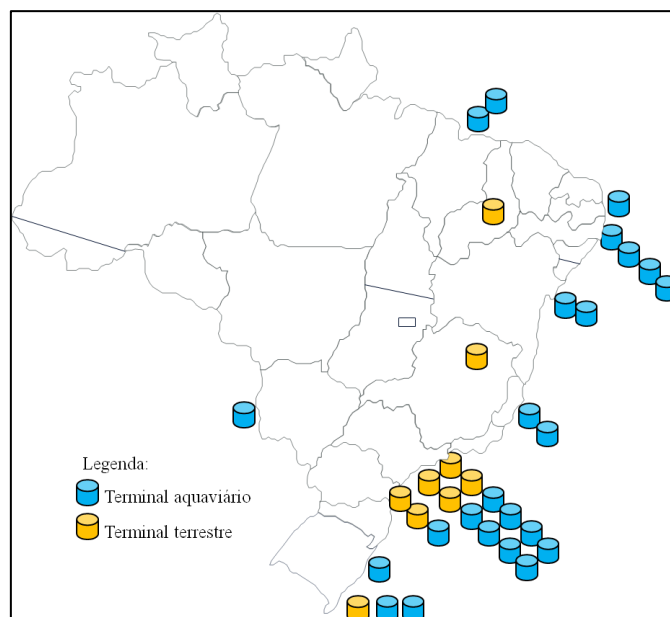
Os fluxos logísticos que interligam refinarias e terminais podem ser complexos, como observado na Figura 7, que mostra a diversidade de ligações nos fluxos no estado de São Paulo, maior produtor, armazenador e consumidor de combustíveis no Brasil.

Tabela 5: Terminais aquaviários e terrestres operados por agentes econômicos privados.

Terminal	Tipo	Município	UF	Capacidade de armazenagem (m³)	Tanques	Dutos (média em km)
Adonai	A (M)	Santos	SP	29.104,0	30	0,2
Ageo	A (M)	Santos	SP	47.617,3	105	0,3
Bona	T	Osasco	SP	6.076,0	30	-
BRASKEN	A (M)	Triunfo	RS	12.235,4	2	na
BRASKEN	A (M)	Rio Grande	RS	40.603,8	10	0,5
Cattalini	A (M)	Paranaguá	PR	257.599,2	58	1,3
COPAPE	A (M)	Santos	SP	56.459,2	7	na
COPAPE	T	Guarulhos	SP	10.233,4	7	-
Sarandi/CPA	T	Sarandi	PR	91.419,0	17	-
Suape/Decal	A (M)	Ipojuca	PE	156.222,2	13	3,8
Grael	A (M)	Santos	SP	88.700,0	91	0,9
Grael	A (M)	São Luís	MA	75.904,5	35	0,8
Grael	A (M)	Rio Grande	RS	59.590,1	24	1,5
Grael	A (M)	Ladário	MS	8.052,3	6	-
Grael	T	Teresina	PI	7.635,5	6	-
Hiper Petro	A (M)	Vila Velha	ES	3.200,0	2	0,2
Oiltanking	A (M)	Vila Velha	ES	70.189,4	23	1,5
Suape/Pandenor	A (M)	Ipojuca	PE	31.500,0	16	1,3
Riograndense	T	Rio Grande	RS	7.808,6	8	-
Santa Terezinha	T	Maringá	PR	2.800,0	2	-
Stolthaven	A (M)	Santos	SP	70.334,4	42	1,7
Tecab	A (M)	Cabedelo	PB	27.072,4	5	0,4
Temap	A (M)	Ipojuca	PE	45.843,9	14	1,4
Temmar	A (M)	São Luís	MA	57.760,8	16	2,5
Tequimar	A (M)	Candeias	BA	182.791,9	80	0,5
Tequimar	A (M)	Santos	SP	196.672,0	145	1,2
Tequimar	T	Paulínia	SP	6.703,0	4	-
Tequimar	T	M. Claros	MG	4.518,3	6	-
Tequimar	A (M)	Ipojuca	PE	118.545,4	33	2,3
Tercom	T	Paulínia	SP	9.252,7	6	-
Vopak	A (M)	Santos	SP	88.452,5	52	na
Vopak	A (M)	Santos	SP	47.777,0	66	1,2
Vopak	A (M)	Candeias	BA	86.832,0	58	0,5
		Total		2.005.506,2		

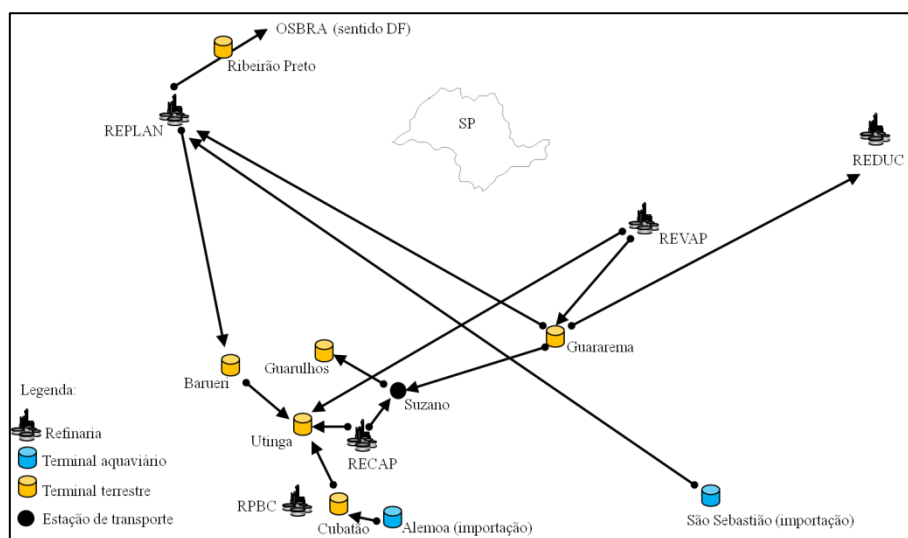
Legenda: A = aquaviário; M = marítimo.

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).



Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

Figura 6: Terminais aquaviários e terrestres operados por agentes econômicos privados.



Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

Figura 7: Fluxos logísticos de integração refinarias-terminais no estado de São Paulo.

A transferência de óleo diesel A ou B entre bases ocorre pelos modos rodoviário (predominante), ferroviário e aquaviário. Para entregar o óleo diesel B a TRR, revendas varejistas e consumidores, as bases utilizam o modo rodoviário.

No Brasil, como pode ser observado na Tabela 6, operam 294 bases de armazenagem e distribuição de combustíveis, agrupadas em primárias e secundárias, que por sua vez

podem ser bases exclusivas ou bases compartilhadas. Bases exclusivas são instalações operadas por apenas um distribuidor (proprietário ou arrendatário). Bases compartilhadas são instalações que operam sob a forma de condomínio/*pool*, isto é, um grupo de distribuidores (proprietários ou arrendatários) se organiza em uma mesma instalação, compartilhando a armazenagem do combustível em tanques de uso comum e, assim, rateando entre si os custos fixos operacionais da base.

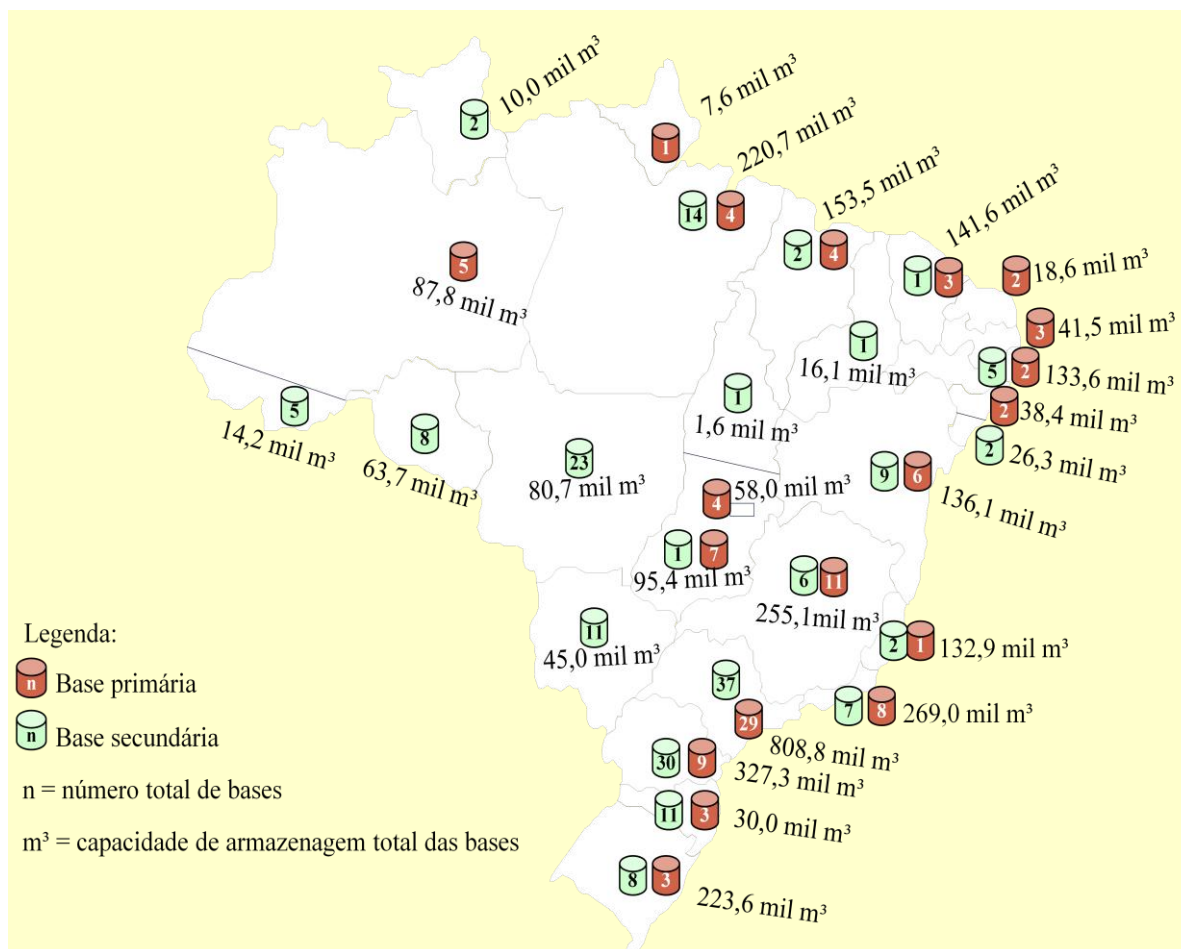
Tabela 6: Classificação das bases de armazenagem e distribuição de combustíveis.

Tipo de base	Primária		Secundária		Total		Capacidade	
	nº	m³	nº	m³	nº	m³	média (mil m³)	
Exclusiva	65	1.493,2	163	711,0	228	2.204,2	9,7	
Compartilhada	42	1.000,2	24	232,8	66	1.233,0	18,7	
Total	107	2.493,4	187	943,8	294	3.437,2	11,7	
Capacidade média (mil m³)		23,3		5,0		11,7		-

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

A Figura 8 apresenta a dispersão das bases ao longo do território nacional, segregadas em bases primárias e secundárias, bem como a capacidade total de armazenagem de combustíveis líquidos por unidade federada.

A partir da Tabela 6, foi gerada a Tabela 7, que resume o perfil das bases de armazenagem e distribuição. Constata-se que apenas 36,4% do total das 294 bases são primárias, respondendo, contudo, por 72,5% da capacidade total de armazenagem de combustíveis líquidos. Esse indicador está em linha com a concentração das fontes de suprimento (refinarias e portos de importação), que transferem o combustível para as bases primárias em seu entorno.



Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

Figura 8: Capacidade total de armazenagem de bases primárias e secundárias por unidade federada.

Tabela 7: Perfil das bases de armazenagem e distribuição.

Tipo de base	nº de bases (%)		Capacidade de armazenagem (%)	
	Primária	Secundária	Primária	Secundária
Exclusiva	22,1	55,4	43,4	20,7
Compartilhada	14,3	8,2	29,1	6,8
Total	36,4	63,6	72,5	27,5

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

O fluxo logístico do combustível se direciona para o interior do país, onde se localiza expressivo número de bases secundárias, com capacidade média de armazenagem de (5,0 mil m³) bem inferior àquela das bases primárias (23,3 mil m³), dispersas pelo

território nacional (63,6% do total das 294 bases, respondendo por apenas 27,5% da capacidade total de armazenagem).

O fato de a base ser exclusiva ou compartilhada não interfere nos fluxos logísticos de transporte e armazenagem. Verifica-se, ao analisar a Tabela 7, que as bases compartilhadas, apesar de representarem 22,5% do número total de bases, têm capacidade de armazenagem equivalente a 35,9%, apontando que estas bases (média de 18,7 mil m³ de capacidade) são bem maiores que as bases exclusivas (capacidade média de 9,7 mil m³). Essa constatação também era esperada, pois as bases compartilhadas, por serem uma junção de esforços de vários distribuidores na busca de custos fixos operacionais mais reduzidos, viabilizam investimentos para a construção de bases de maior porte (capacidade de armazenagem).

Como visto anteriormente, os destinos das fontes (origens) de suprimento (produção nacional e importação) de óleo diesel A, para efeito deste estudo, são as bases dos distribuidores. Mas os fluxos logísticos de óleo diesel (no caso, óleo diesel B) se estendem até alcançar os clientes dos distribuidores (revendas varejistas, TRR e consumidores finais) localizados nas unidades federadas.

A Tabela 8 apresenta o consumo de óleo diesel B por unidade federada, em 2011, que totalizou 52,3 milhões de m³, conforme dados declarados pelos distribuidores. Excluindo-se o volume de 2,6 milhões de m³ biodiesel acrescido ao óleo diesel B, o consumo de óleo diesel A atingiu 49,7 milhões de m³ em 2011.

Este consumo (destino) foi inferior em 2,1 milhões de m³ em relação ao volume declarado pelas fontes de suprimento (origem). Essa diferença se deve, principalmente, ao consumo de óleo diesel A nas atividades de exploração e produção de petróleo, bem como, de forma secundária, a compromissos residuais de exportação (ambos não são comercializados pelos distribuidores).

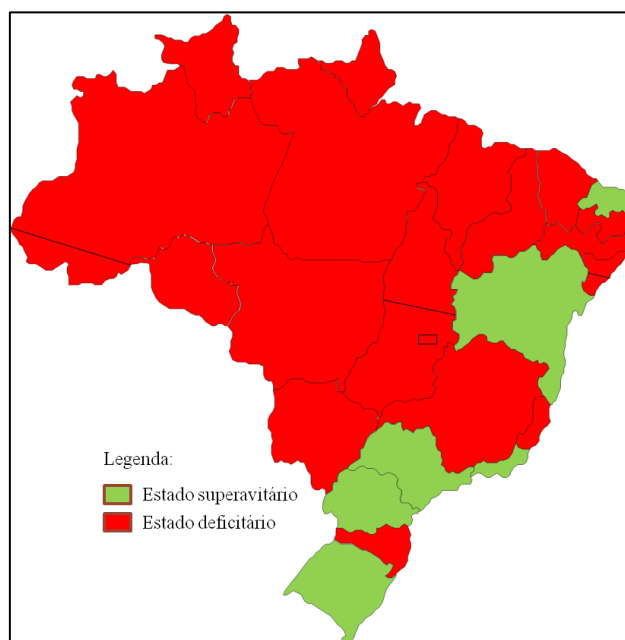
Tabela 8: Consumo de óleo diesel B nas unidades federadas.

UF	Consumo (m ³)	% nacional	UF	Consumo (m ³)	% nacional
AC	157.631,0	0,3	PB	429.022,0	0,8
AL	399.342,0	0,8	PE	1.298.884,0	2,5

AM	1.348.311,0	2,6	PI	443.743,0	0,9
AP	371.338,0	0,7	PR	4.482.584,0	8,5
BA	2.904.608,0	5,6	RJ	2.911.126,0	5,5
CE	906.734,0	1,7	RN	437.261,0	0,8
DF	393.135,0	0,8	RO	775.346,0	1,5
ES	1.104.282,0	2,1	RR	86.167,0	0,2
GO	2.310.829,0	4,4	RS	3.231.546,0	6,1
MA	1.073.724,0	2,1	SC	2.299.119,0	4,4
MG	6.862.372,0	13,0	SE	337.300,0	0,7
MS	1.156.703,0	2,2	SP	11.902.172,0	22,7
MT	2.137.733,0	4,1	TO	693.043,0	1,3
PA	1.809.859,0	3,5	Total	52.263.912,0	100,0

Fonte: ANP (2011).

A análise da Tabela 8 mostra que, com exceção de algumas unidades federadas produtoras, notadamente São Paulo, a maioria dos estados cria uma matriz origem-destino de óleo diesel A materializada nos fluxos logísticos litoral-interior do país, como pode ser observado na Figura 9, que destaca os estados superavitários (origem dos fluxos, hachurados de verde) dos deficitários (destino dos fluxos, hachurados de vermelho).



Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

Figura 9: Classificação dos estados entre superavitários e deficitários em relação aos fluxos logísticos de óleo diesel A.

Tabela 9: Modos de transporte utilizados nos fluxos logísticos de óleo diesel A e B.

	DESTINO					
	Refinaria	Terminal	Base primária	Base secundária	Cliente	
ORIGEM	Refinaria	-	Dutoviário	Dutoviário	-	
	Terminal	Dutoviário	Dutoviário	Dutoviário	-	
	Base primária	-	-	Aquaviário	-	
	Base secundária	-	-	Ferrovário	-	
					Rodoviário	Rodoviário
					Aquaviário	Rodoviário

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da ANP (2011).

3.3. Fluxos logísticos: ponto de partida para o cálculo de estoques de segurança

A presente seção descreveu o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A no país, os quais estão inseridos no sistema nacional de abastecimento de combustíveis.

O mapeamento dos fluxos logísticos se apresenta como etapa preparatória para a identificação, análise e avaliação dos fatores de risco incidentes sobre esses fluxos. Tais fatores, ao trazerem ineficiências ao *lead time*, impactam diretamente na formação de estoques de segurança.

Na próxima seção será apresentada, a partir do mapeamento dos fluxos logísticos, metodologia para cálculo de estoque de segurança de óleo diesel A em bases de distribuidores, em complemento à abordagem clássica de gestão de estoques. Composta por nove passos, a metodologia identifica, quantifica e relativiza o impacto dos fatores de risco sobre o estoque de segurança.

A metodologia, que considera a variabilidade da demanda e do *lead time*, dado o nível de serviço a ser oferecido ao cliente, tem como inovação a introdução do risco percebido pelo agente econômico sobre os fluxos logísticos, materializado por fatores

de risco causadores de ineficiências no *lead time*, sobrecarregando o estoque de segurança quando se busca a garantia de abastecimento ao consumidor final.

4. PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA DE ÓLEO DIESEL A NA PRESENÇA DE INCERTEZAS NO *LEAD TIME*

Esta seção tem como objetivo apresentar a metodologia proposta para cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em base de distribuidores, em complemento à teoria clássica de gestão de estoques. KORPELA *et al.* (2002) verificaram que quando a demanda adere a curvas de distribuição normal, o estoque de segurança é calculado utilizando-se a média e o desvio-padrão de dados passados (demanda e *lead time*). TANG (2006) apontou que incertezas no *lead time*, mesmo na presença de demanda probabilística normal, poderiam levar a desempenhos sofríveis na gestão de estoques.

O objetivo principal na política de gestão de estoques, na visão de LEMOS *et al.* (2007), seria a garantia de determinado nível de serviço ao cliente. Variações no *lead time* (média e desvio-padrão), para qualquer grau de incerteza que recaísse sobre a demanda, teria impacto direto nos estoques, dado o nível de serviço a ser oferecido ao cliente. O estoque de segurança, conforme LIANFU *et al.* (2009), dependeria do nível de serviço oferecido ao cliente, que refletiria a expectativa da demanda, durante o *lead time*, ser menor ou igual ao pedido de reposição de estoque, em mercados onde essa demanda aderisse a uma curva de distribuição normal. O estoque de segurança, assim, exerceria uma função compensatória quando a demanda real excedesse a prevista durante o *lead time*, ou quando o *lead time* real fosse maior que o previsto.

O cálculo do estoque de segurança, quando a demanda atende os testes de normalidades de séries temporais, é obtido por meio da Equação 1, baseada na teoria clássica de inventários, conforme apresentado na subseção 2.1:

$$E_S = k [L (\sigma_D)^2 + (\sigma_L)^2 D^2]^{1/2} \quad (1)$$

em que E_S : estoque de segurança [dias];
k: fator de nível de serviço;
L: *lead time* médio [dias];
 σ_L : desvio-padrão do *lead time* [dias];
D: demanda média [m^3 /dia]; e
 σ_D : desvio-padrão da demanda [m^3 /dia].

O fator multiplicador k representa o nível de serviço que se pretende oferecer ao cliente. De acordo com GUPTA *et al.* (2000), os custos do canal de suprimentos aumentariam linearmente até se alcançar o nível de serviço de 95%. Entre 95% e 97%, os custos passariam a crescer exponencialmente, o que tornaria pouco exequível oferecer níveis de serviço acima destes patamares.

A demanda de óleo diesel B, conforme apresentado no Anexo A, mostrou-se aderente a uma curva de distribuição normal, com alto grau de previsibilidade.

Quando a demanda atende o teste de normalidade, a componente resultante da multiplicação “ $L (\sigma_D)^2$ ”, extraída da Equação 1, tem pouco peso no cálculo de E_S , se comparada a variações acentuadas no *lead time* (componente “ $(\sigma_L)^2 D^2$ ”). Assim, ineficiências no *lead time*, oriundas de fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A, teriam impacto direto nos níveis de estoque de segurança do combustível.

A gestão de estoques de segurança, como consequência, estaria focada na gestão do *lead time*, com o objetivo de otimizar estoques de segurança por meio de melhorias desse *lead time* (média e desvio-padrão), dado o nível de serviço proposto ao cliente.

Para se identificar as potenciais ineficiências no *lead time*, torna-se fator crítico de sucesso, na gestão de estoques de segurança de óleo diesel A, o mapeamento detalhado dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem.

LEE E BILLINGTON (1992) recomendaram o mapeamento dos fluxos logísticos como técnica para entendimento da cadeia de suprimentos. GARDNER E COOPER (2003) expuseram técnicas para o mapeamento da cadeia de suprimentos, focado nos fluxos logísticos do produto em ambas as direções do *upstream* e do *downstream*, incluindo e interconectando todos os processos, tendo como perspectiva o conjunto dos fluxos entre as empresas. HARLAND *et al.* (2003) incluíram o mapeamento da cadeia de suprimentos em seu trabalho de identificação, avaliação e gerenciamento de risco.

CHRISTOPHER E PECK (2004) propuseram modelo de cadeia de suprimentos resiliente a risco, a partir do mapeamento dos fluxos logísticos. NORRMAN E

JANSSON (2004) destacaram que a técnica de mapeamento é importante ferramenta para a identificação, análise e avaliação das consequências dos riscos sobre a cadeia de suprimentos. JÜTTNER (2005) utilizou técnicas de mapeamento da cadeia de suprimentos na identificação e avaliação de risco.

Torna-se imperativo, na presença de variações acentuadas no *lead time*, a utilização de metodologia que ampare a identificação dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A.

BIGUN (1995) defendeu a aplicação de métodos estatísticos heterodóxicos para a análise de risco referentes a eventos catastróficos, na falta ou insuficiência de dados para a aplicação dos métodos clássicos. Ressaltou que, nestes casos, avaliações subjetivas, provenientes de julgamentos de especialistas na área, seriam adequadas para amparar o processo decisório dos gestores de empresas envolvidas em eventos catastróficos. Concluiu que este tipo de modelo parecia funcionar satisfatoriamente, com a calibração devida das respostas dos especialistas para cada caso em estudo.

ARTZNER *et al.* (1999) aduziram que o risco estaria relacionado à incerteza quanto a eventos futuros. GULLU *et al.* (1999) elencaram vários fatores de risco, como escassez de matéria-prima, paradas não programadas nas unidades operacionais, greves, dentre outros, como fontes de incertezas nos fluxos logísticos. MILGATE (2001) indicou que a incerteza na cadeia de suprimentos - envolvendo atrasos nas entregas, não-conformidades, demandas não previstas etc. - estaria associada às variações nos fluxos logísticos, apontando que essa incerteza tenderia a aumentar à medida que a complexidade dos fluxos aumentasse (ex.: número de elos na cadeia), deteriorando os níveis de serviço ao cliente e onerando os custos do produto.

LEE (2002) denotou que produtos com demanda estável nem sempre encontrariam, ao longo do ano, oferta estabilizada (devido, por exemplo, a eventos climáticos ou sazonais). SAHIN E ROBINSON (2002) ressaltaram que integrar de forma eficiente a cadeia de suprimentos não seria tarefa fácil, pois haveria objetivos conflitantes entre os membros e incertezas enfrentadas pela cadeia, o que criaria inúmeros desafios para sua integração.

FERMA (2003) definiu risco (originado tanto de fatores internos, como externos) como a combinação da probabilidade de um acontecimento e de suas consequências, recomendando que o processo de identificação, análise, estimativa (quantitativa, semi-quantitativa ou qualitativa) e possível consequência (ameaça ou oportunidade) do elemento de incerteza seguisse um formato estruturado. Para identificar riscos, recomendou técnicas de aplicação de questionários, seguidas por métodos de análise dos resultados.

CHOPRA E SODHI (2004) descreveram categorias de riscos na cadeia de suprimentos e as condições e eventos em que se materializariam, dentre os quais estariam os riscos de interrupção ou atraso no suprimento, ocasionados, por exemplo, por eventos naturais, e os riscos associados a inventários, cujas causas estariam nas incertezas da demanda e/ou da oferta. CHRISTOPHER E PECK (2004) expuseram que os riscos de demanda e de oferta estariam ligados às perturbações nos fluxos logísticos de produtos na cadeia de suprimentos, que englobariam eventos adversos como acidentes, condições climáticas extremas, desastres naturais, movimentos sociopolíticos ou crises econômicas.

SPEKMAN E DAVIS (2004), ao avaliarem os impactos dos riscos sobre os fluxos logísticos da cadeia de suprimentos, enumeraram diversos fatores de risco, tais como restrições na capacidade de produção do fornecedor, não-conformidades, alterações nos processos de produção, incapacidade de redução de custos e eventos adversos (desastres naturais, greves e acidentes). SVENSSON (2004) relacionou a vulnerabilidade nas cadeias de suprimentos à interdependência temporal, funcional e relacional de seus membros.

DULLAERT *et al.* (2005) sustentaram que as melhores alternativas (em termos de risco) de modos de transportes, entre origem e destino nos fluxos logísticos, deveriam ser avaliadas em relação a quatro características: capacidade de carga, custos do pedido e transporte, *lead time* médio (rapidez) e desvio-padrão do *lead time* (confiança). JÜTTNER (2005) viu as fontes de risco como variáveis associadas ao suprimento e à demanda, que poderiam causar a descontinuidade nos fluxos logísticos, e relacionou a vulnerabilidade da cadeia de suprimento a eventos que poderiam perturbar o equilíbrio dos fluxos logísticos da cadeia, com reflexos no nível de serviço oferecido ao cliente.

GAUDENZI E BORGHESI (2006) apontaram que a identificação e avaliação de risco seriam subjetivas por natureza, podendo os fatores de risco na cadeia de suprimentos serem identificados de várias formas, dependendo da perspectiva adotada, mas consideraram que a avaliação do risco na cadeia deveria estar ligada aos objetivos específicos desta cadeia.

NARASIMHAN E TALLURI (2009) relataram que as avaliações das fontes e magnitudes dos riscos deveriam incluir a exposição a eventos adversos, que poderiam ocasionar rupturas na cadeia de suprimentos. Sustentaram que a antecipação, identificação, classificação e avaliação dos riscos na cadeia de suprimentos requeriam, antes de se implantar estratégias de mitigação, a aplicação de metodologias efetivas e consistentes para a identificação desses riscos, o qual permitisse sua quantificação, principalmente quando o canal de suprimentos estivesse sujeito a eventos catastróficos ou a mudanças climáticas radicais.

ARIFOGLU E OZEKICI (2011) dividiram as incertezas no suprimento em dois tipos. O primeiro estaria voltado para as variações na capacidade de produção do fornecedor, resultado de manutenções corretivas e de não-conformidades de produtos. O segundo associar-se-ia à paralisação total da produção devido a manutenções preventivas ou a eventos inesperados (acidentes, incêndios ou tragédias climáticas), bem como a eventos relacionados a fluxos logísticos fora de controle do fornecedor, como restrições nos modos de transporte.

A identificação e mensuração do impacto dos fatores de risco sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A, que carregam de ineficiências o *lead time*, será baseada, nesse trabalho, por meio de pesquisa de campo junto a especialistas dos agentes econômicos (produtor, distribuidor e transportador) que operam nesses fluxos.

A pesquisa de campo, em uma primeira etapa, teria como objetivo identificar fatores de risco que, de forma direta ou indireta, estariam gerando ineficiências no *lead time* dos fluxos logísticos, com reflexos nos estoques de segurança de óleo diesel A.

Porém, como abordado anteriormente, para se identificar as potenciais ineficiências no *lead time*, torna-se fator crítico de sucesso o mapeamento detalhado dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem. Assim, a pesquisa de campo precisa se amparar, como pano de fundo, no mapeamento prévio completo dos fluxos logísticos, da origem ao destino do óleo diesel A, para que a identificação dos fatores de risco seja efetiva e objetiva.

As informações necessárias para o completo mapeamento dos fluxos logísticos devem ser obtidas junto à agência reguladora, que possui o banco de dados referente às movimentações e capacidade de armazenagem de combustíveis no Brasil. Esses dados precisam ser complementados com informações, obtidas junto aos agentes econômicos, relativas aos modos de transporte utilizados nos fluxos.

Após o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A, o próximo passo é a identificação dos fatores de risco.

KORPELA *et al.* (2002) argumentaram que não bastaria utilizar previsões de vendas, amparadas em séries históricas, para calcular estoques de segurança, devendo-se, de forma complementar, olhar para o futuro e incluir riscos empresariais na quantificação desses estoques, recomendando o uso de técnicas do *Analytic Hierarchy Process - AHP*. GAUDENZI E BORGHESI (2006), ao avaliarem riscos na cadeia de suprimentos, também se basearam no *AHP*, identificando indicadores de risco e o respectivo impacto na cadeia.

Assim, dentro da metodologia aplicada neste trabalho, a identificação dos fatores de risco sobre os fluxos logísticos será realizada a partir de técnicas do *AHP*. Os fatores de risco, com base no mapeamento prévio dos fluxos logísticos, serão decompostos em famílias, subdivididas em gêneros, que por sua vez se subdividirão em espécies.

HARLAND *et al.* (2003) ressaltaram que a avaliação de risco deveria focar tanto na probabilidade de ocorrência como nos impactos. KLEINDORFER E SAAD (2005) consideravam que, após a especificação dos fatores de risco, o próximo passo seria sua avaliação, seguida, por fim, pelas ações de mitigação. WAGNER E BODE (2008)

expuseram que seria importante para as empresas, previamente, avaliarem a probabilidade dos riscos e seus efeitos sobre a atividade empresarial.

A aplicação de três questionários aos agentes econômicos que operam os fluxos logísticos será utilizada para quantificar a relevância e o impacto dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A. O conteúdo dos questionários será baseado em KORPELA *et al.* (2002) e FERMA (2003), enquanto a forma será extraída de MALHOTRA (2001). É imprescindível que os representantes dos agentes econômicos que respondam ao questionário sejam especialistas em fluxos logísticos de combustíveis, para que os *inputs* colhidos com as respostas gerem *outputs* fidedignos para as posteriores ações de mitigação dos fatores de risco.

A técnica de escalonamento de escalas comparativas pela soma constante, conforme MALHOTRA (2001), foi aplicada na formatação do primeiro questionário que quantificará a relevância dos fatores de risco.

NORRMAN E JANSSON (2004) destacaram que ações estratégicas empresariais, dentre as quais a redução nos estoques de segurança e a dependência de *lead time* cada vez mais curto, estariam aumentando a exposição aos riscos na cadeia de suprimentos, cujo processo de gerenciamento deveria focar na compreensão desses riscos (não apenas os internos, como os externos oriundos de situações extremas), desde a probabilidade de ocorrência até o impacto causado no consumidor final.

Quantificada a relevância dos fatores de risco em relação aos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A, torna-se necessário mensurar o impacto desses fatores sobre o estoque de segurança, que podem restringir ou mesmo interromper os fluxos logísticos. Buscar-se-á responder à pergunta de quanto seria o aumento no estoque de segurança para compensar os potenciais efeitos negativos dos fatores de risco sobre os fluxos logísticos, sem que seja necessário restringir ou interromper o abastecimento de óleo diesel B para o consumidor final.

Para quantificar o impacto dos fatores de risco sobre o estoque de segurança, essa pesquisa utilizou uma escala de risco, que para fins didáticos foi denominada Escala de

Percepção de Risco - *EPR*, definida como a intenção do distribuidor em aumentar seu estoque de segurança por conta de sua percepção do impacto dos fatores de risco sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem. O cálculo proposto para a *EPR* se baseia na Equação 2 abaixo especificada:

$$EPR_n = R_n \sum_i (I_i F_i) \quad (2)$$

em que EPR_n : escala de percepção de risco para o fator n [%];
n: nº do fator de risco [n será determinado pelo mapeamento dos fluxos];
 R_n : relevância relativa do fator de risco “n” [% extraído do 1º questionário];
 I_i : intenção de aumento de E_s [% extraído do 2º questionário];
i: nº da faixa de intenção de aumento de estoque [onze faixas: i_{1-11}];
 F_i : faixa ou intervalo médio de intenção de aumento de estoque [% fixo].

Cabe destacar que a *EPR* não deve ser utilizada em bases anuais, pois é pouco provável que todos os “n” fatores de risco ocorram simultaneamente. Assim, como cada período do ano está submetido a arranjos específicos de fatores de risco, de acordo com as características dos fluxos logísticos mapeados, a *EPR* está sujeita à sazonalidade desses fatores que atuam sobre os fluxos logísticos.

A técnica de escalonamento de escalas não comparativas de classificação contínua, também de acordo com MALHOTRA (2001), foi utilizada na formatação do segundo questionário que quantificará o impacto dos fatores de risco sobre o estoque de segurança.

Por fim, propõe-se a aplicação do terceiro questionário, com o objetivo de determinar, ao longo dos meses, o quão crítico são os fatores de risco, cuja relevância e impacto foram apurados nos dois questionários anteriores.

Este último questionário apontará a variabilidade da *EPR* em relação aos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A, mostrando que os impactos dos fatores de risco sobre o estoque de segurança pode não ser linear ao longo do ano.

ZINN E MARMORSTEIN (1990) apontaram que uma importante função do gerenciamento logístico seria a manutenção de estoques de segurança em níveis

adequados e verificaram que a variação da demanda durante o *lead time* aumentaria à medida que o *lead time* médio aumentasse. MINNER (2003) constatou que a otimização do *lead time* (média e desvio-padrão) reduziria os níveis de estoques de segurança e defendeu que investir na melhoria do *lead time* é sempre uma estratégia importante a ser avaliada pelos gestores logísticos. CHRISTOPHER E PECK (2004) caracterizaram a cadeia de suprimentos resiliente a risco como aquela que apresentasse agilidade para reagir às incertezas e reduzir o *lead time*. TOMLIN (2006) destacou o aumento do nível de estoques como ação preventiva de interrupção dos fluxos logísticos.

GALLEGO *et al.* (2007) alertaram que há um limite a partir do qual o nível do estoque de segurança se tornaria indiferente às variações na demanda (média e desvio-padrão), ressaltando que, embora a prática recomende o aumento dos estoques de segurança como forma de proteção contra as incertezas da demanda, nem sempre esta seria a melhor alternativa, pois quando a incerteza fosse alta, poderia ser muito caro e desnecessário formar estoques aplicando-se os conceitos inerentes à demanda normal.

KULL E CLOSS (2008) destacaram a relação inversamente proporcional entre níveis de estoque e riscos de suprimento, salientando que apenas o aumento nos níveis de estoque para a redução dos riscos de suprimento nem sempre seria a melhor estratégia. Nos casos em que a incerteza no suprimento tivesse como origem o fornecedor, propuseram o aumento do estoque de segurança ou do tamanho do pedido para a redução desta incerteza, cujas causas poderiam estar associadas a variações no *lead time*, desempenho na entrega, parada de equipamentos ou outro evento casual ou fortuito. CHIANG (2008) mostrou que, ao ignorar as incertezas no *lead time*, o comprador arcaria com custos totais de aquisição que poderiam até ser triplicados.

SAJADIEH E ESHGHI (2009), como mencionado na subseção 2.1, segmentaram o *lead time* em duas vertentes, uma determinística, outra estocástica. Embora ambas pudessem ser otimizadas, a vertente estocástica do *lead time* representaria a variável com maior potencial de alterar os níveis de estoque de segurança. ABGINEHCHI E FARAHANI (2009) constataram que as empresas poderiam alcançar níveis de serviço mais elevados para qualquer nível de estoque de segurança, desde que investissem na redução das incertezas advindas do *lead time*.

ARIFOGLU E OZEKICI (2011) abordaram os objetivos contraditórios entre a garantia de suprimento e a redução de estoques e verificaram que, em qualquer sistema de inventários, há muitas fontes de incertezas, principalmente aquelas advindas da demanda. Contudo, as incertezas derivadas do suprimento (*lead time*) poderiam representar novo paradigma na gestão de inventários. Sustentaram que modelos de inventários deveriam considerar possíveis efeitos, sobre a demanda e a oferta, de mudanças no cenário econômico e mercadológico, como também de eventos ambientais imprevistos, pois o mundo real, que segue a cadeia de Markov, nem sempre seria totalmente observado pelos planejadores e gestores logísticos. Ressaltaram que a gestão de estoques na presença de *lead time* aleatório, por não se tratar de assunto trivial, deveria ser objeto de pesquisas mais aprofundadas.

A Equação 1 possui duas variáveis diretamente proporcionais ao estoque de segurança: demanda (D ; σ_D) e *lead time* (L ; σ_L). A demanda de óleo diesel B não é diretamente afetada pelos fatores de risco (a demanda pode ser antecipada ou deslocada no tempo por conta das oscilações na oferta, pois não há combustível substituto ao óleo diesel B em curto prazo).

Contudo, o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A desvenda fatores de risco incidentes sobre esses fluxos, com potencial para gerar ineficiências no *lead time*, que impactariam sobre os estoques de segurança nas bases, que seriam superdimensionados para se evitar ou se reduzir riscos de interrupções no abastecimento (como é considerado de utilidade pública, o abastecimento nacional de combustíveis não pode conviver com desabastecimento para o consumidor final).

Assim, o *lead time*, devido a sua ligação com a oferta, tem a sua eficiência afetada pelos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos. O superdimensionamento nos estoques de segurança, na tentativa de se evitar interrupções no abastecimento, atuaria como compensador das ineficiências que recaem sobre o *lead time* (L ; σ_L).

Com a introdução da *EPR*, materializada pela Equação 2, tornou-se possível quantificar o impacto sazonal dos fatores de risco sobre o estoque de segurança nas bases. A *EPR*, cuja principal característica é vislumbrar o risco antes de sua materialização, atuaria

como catalisadora do superdimensionamento dos estoques de segurança de óleo diesel A nas bases de distribuidores.

Em face do exposto, a aplicação direta da Equação 1 pode estar embutindo no cálculo do estoque de segurança ineficiências provenientes do *lead time* passado, associadas à *EPR* dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos. Assim, para se expurgar estas ineficiências que sobrecarregam o estoque de segurança, este estudo propõe o desconto da *EPR*, calculada pela Equação 2, sobre as estatísticas do *lead time* (L ; σ_L), por meio da equação:

$$E_{SR} = k \{ [L/(1 + EPR)] (\sigma_D)^2 + [\sigma_L/(1 + EPR)]^2 D^2 \}^{1/2} \quad (3)$$

em que E_{SR} : estoque de segurança recalculado [dias];

k : fator de nível de serviço;

L : *lead time* médio [dias];

σ_L : desvio-padrão do *lead time* [dias];

D : demanda média [m^3 /dia];

σ_D : desvio-padrão da demanda [m^3 /dia]; e

$1 + EPR$: fator de desconto ou expurgo de ineficiências no *lead time*.

A diferença positiva entre os valores originais de estoque de segurança calculados pela abordagem clássica (Equação 1) e os valores recalculados pela proposta deste estudo (Equações 2 e 3), apontaria o quanto o estoque está superdimensionado, devido às ineficiências do *lead time*.

Em resumo, a aplicação da metodologia proposta para cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem de distribuidores, na presença de incertezas no *lead time*, ocorre de acordo com os seguintes passos:

1- coleta prévia de dados junto à agência reguladora e aos agentes econômicos, referente aos fluxos logísticos (fontes de suprimento, modos de transporte e bases de armazenagem);

2- mapeamento dos fluxos logísticos;

3- identificação e decomposição dos fatores de risco em famílias, gêneros e espécies;

4- aplicação do primeiro questionário para os agentes econômicos para quantificar a relevância dos fatores de risco;

5- aplicação do segundo questionário para os agentes econômicos para quantificar o impacto dos fatores de risco sobre o estoque de segurança;

6- aplicação do terceiro questionário para os agentes econômicos para determinar, ao longo dos meses, o quão crítico são os fatores de risco;

7- cálculo do estoque de segurança, aplicando a abordagem clássica (Equação 1);

8- recálculo do estoque de segurança, expurgando as incertezas no *lead time* (Equações 2 e 3);

9- medição, se houver, do superdimensionamento do estoque de segurança [Equação 1 - Equação 3 (que envolve a Equação 2)].

A seção 5 apresentará estudo de caso, no qual será utilizado o modelo de cálculo de estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem de distribuidores, na presença de incertezas no *lead time*.

O objeto do estudo de caso será o polo de armazenagem de óleo diesel A em bases de distribuidores em Porto Velho/RO, para o qual serão aplicados os procedimentos com nove passos descritos nessa seção 4.

Os questionários submetidos aos agentes econômicos que operam os fluxos logísticos até Porto Velho/RO estão disponibilizados nos diversos anexos ao final dessa tese.

5. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA EM BASES DE DISTRIBUIDORES EM PORTO VELHO/RO

A região norte do país está exposta a eventos climáticos cíclicos, notadamente as secas nos rios amazônicos. Apenas uma refinaria está instalada na região, cuja capacidade de produção é insuficiente para atender a demanda. Por fim, a região norte está a milhares de quilômetros das demais fontes que complementam o suprimento regional de combustíveis. Essas características regionais interferem nos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de combustíveis, desvendando fatores de risco que permeiam todo o sistema de abastecimento, englobando a produção, o transporte e a armazenagem que precede a comercialização de combustíveis, trazendo ineficiências ao *lead time* que geram riscos na gestão de estoques.

O estado de Rondônia é suprido de óleo diesel A por meio do estado do Amazonas. As bases secundárias de distribuidores localizadas em Porto Velho/RO recebem óleo diesel A das bases primárias de distribuidores em Manaus/AM.

A metodologia proposta para o cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem de distribuidores, na presença de incertezas no *lead time*, será aplicada em estudo de caso contemplando as bases secundárias de Porto Velho/RO, de acordo com os nove passos a seguir:

- 1- coleta prévia de dados junto à agencia reguladora e aos agentes econômicos, referente aos fluxos logísticos (fontes de suprimento, modos de transporte e bases de armazenagem);
- 2- mapeamento dos fluxos logísticos;
- 3- identificação e decomposição dos fatores de risco em famílias, gêneros e espécies;
- 4- aplicação do primeiro questionário para os agentes econômicos para quantificar a relevância dos fatores de risco;
- 5- aplicação do segundo questionário para os agentes econômicos para quantificar o impacto dos fatores de risco sobre o estoque de segurança;
- 6- aplicação do terceiro questionário para os agentes econômicos para determinar, ao longo dos meses, o quão crítico são os fatores de risco;
- 7- cálculo do estoque de segurança, aplicando a abordagem clássica (Equação 1);

8- recálculo do estoque de segurança, expurgando as incertezas no *lead time* (Equação 3);

9- medição, se houver, do superdimensionamento do estoque de segurança [Equação 1 - Equação 3 (que envolve a Equação 2)].

5.1. Coleta prévia de dados junto à agência reguladora e aos agentes econômicos (passo 1) e mapeamento dos fluxos logísticos (passo 2)

A coleta de informações junto aos agentes econômicos foi realizada por meio de pesquisas prévias, cujas perguntas estão apensadas no Anexo B e respectivas respostas no Anexo C.

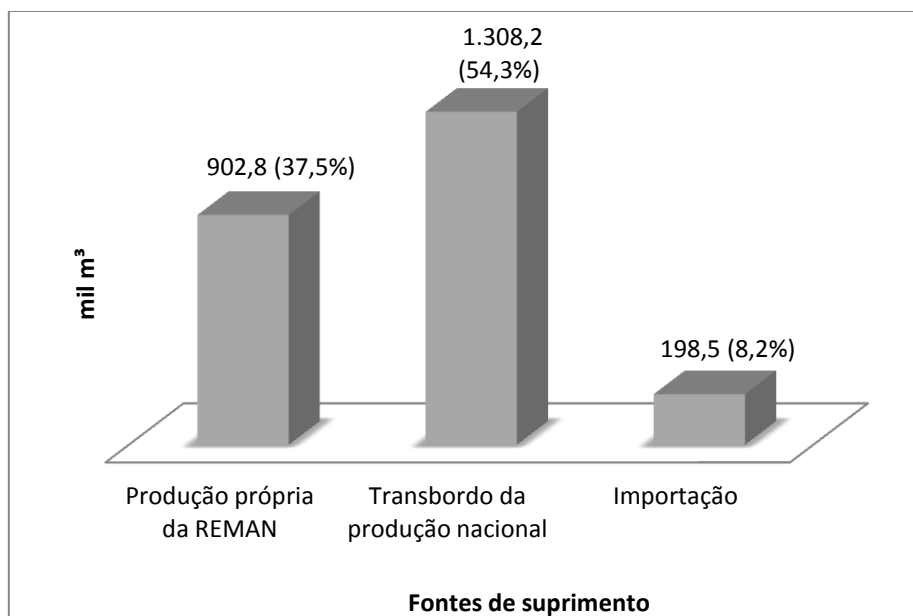
A seguir, será apresentado o mapeamento dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A até as bases secundárias em Porto Velho/RO.

Os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A na região norte estão inseridos no sistema nacional de abastecimento de combustíveis, considerado de utilidade pública, nos termos do § 1º, art. 1º, da Lei n º 9.847, de 27/10/1999, cuja regulação e fiscalização são de competência da ANP, conforme determina o art. 8º da Lei do Petróleo (Lei nº 9.478 de 06/08/1997).

A refinaria REMAN, localizada em Manaus, pertencente à PETROBRAS, é a única produtora de óleo diesel A instalada na região norte. Contudo, a produção de óleo diesel A na REMAN não é suficiente para atender integralmente a demanda na região norte. Assim, é necessário o suprimento complementar de óleo diesel A, seja por meio de transbordo da produção nacional, oriunda de outras refinarias da PETROBRAS no país, seja por transbordo de importação.

Em 2010, como pode ser observado na Figura 10, o volume de 2.409,6 mil m³ (ANP, 2011) de óleo diesel A consumido na região norte teve como fontes de suprimento a produção própria da REMAN (37,5%), a produção de outras refinarias da PETROBRAS (54,3%) e a importação (8,2%).

O transporte marítimo de cabotagem é o principal modo utilizado para transferir, para a REMAN em Manaus, tanto o combustível fóssil produzido pelas refinarias brasileiras espalhadas pelo país, como o combustível importado.

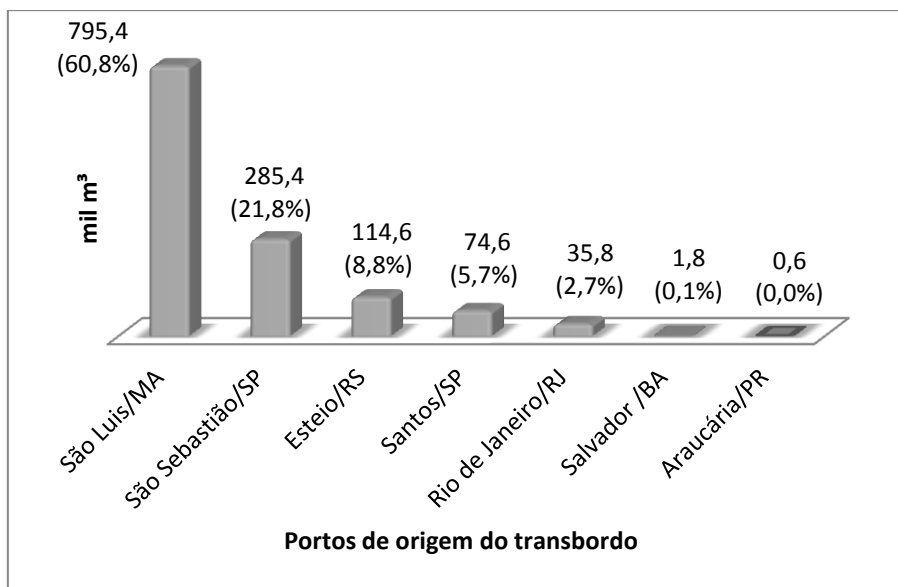


Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANP, 2010.

Figura 10: Fontes de suprimento de óleo diesel A na região norte.

O transporte marítimo de cabotagem para a REMAN é proveniente de diversos portos brasileiros. Em 2010, além do Porto de Itaqui em São Luis/MA, responsável por 60,8% do transbordo para a REMAN, incluindo a importação, o Porto de São Sebastião/SP teve importante papel no suprimento da região norte, com 21,8% do transbordo, como pode ser observado na Figura 11. O tempo médio de viagem do Porto de Itaqui à REMAN é de 4 dias. Já de São Sebastião/SP à REMAN, a média alcança 10 dias (TRANSPETRO, 2011).

O Porto de Itaqui, apresentado na Figura 12, é de vital importância para o transbordo de óleo diesel A para a REMAN, pois devido a sua maior profundidade (19,0 m no pier 106), viabiliza a transferência do combustível transportado por navios (suprimento nacional e importação) para embarcações de menor porte que sobem o Rio Amazonas em direção à REMAN, mais adequadas em função da menor profundidade no terminal da refinaria em Manaus (TRANSPETRO, 2011).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da TRANSPETRO, 2011.

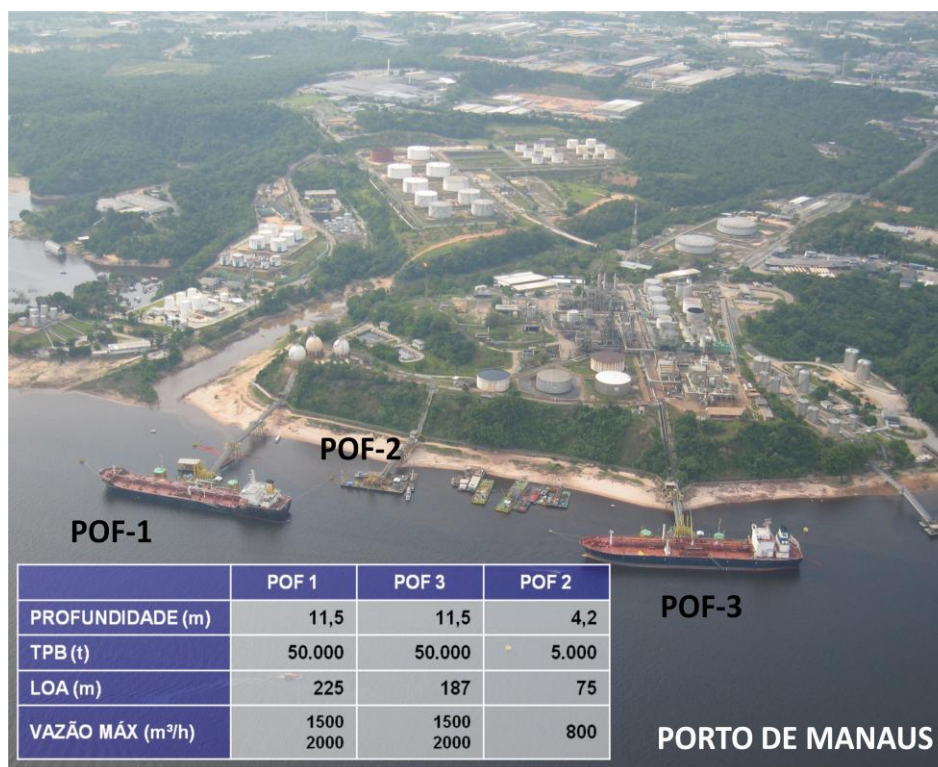
Figura 11: Principais portos para transbordo da produção nacional de combustíveis fósseis para a REMAN.



Fonte: TRANSPETRO, 2011.

Figura 12: Vista aérea do Porto de Itaqui em São Luís/MA.

O terminal da REMAN, inserido no complexo do Porto de Manaus, conforme Figura 13, possui profundidade variando de 11,5 m a 4,2 m, podendo atracar tanto navios médios como balsas (TRANSPETRO, 2011). O descarregamento do óleo diesel A é realizado diretamente nos terminais de armazenagem da REMAN, posteriormente sendo transferido por dutos para as bases primárias dos distribuidores.



Fonte: TRANSPETRO, 2011.

Figura 13: Vista aérea do terminal da REMAN em Manaus/AM.

O óleo diesel A oriundo do transbordo da produção nacional e da importação se junta ao produzido e armazenado na REMAN. Pelo modo de transporte dutoviário, por meio de dutos curtos com extensão que variam de 130,0 a 1.130,0 m, a REMAN transfere a propriedade do óleo diesel A para as cinco bases primárias de armazenagem de distribuidores, localizadas no entorno da refinaria, como pode ser observado na Tabela 10, com capacidade total de armazenagem de 65,1 mil m³ em 16 tanques de óleo diesel A (ANP, 2011).

Raízen Combustíveis S.A. (RAÍZEN) e Petrobras Distribuidora S/A. (BR) são as principais empresas distribuidoras em termos de capacidade de armazenagem de óleo diesel A no polo de Manaus (53.178,0 m³ ou 81,6% do total), seguidas pela

Distribuidora Equador de Produtos de Petróleo Ltda. (EQUADOR), Atem's Distribuidora de Petróleo Ltda. (ATEM'S) e Ipiranga Produtos de Petróleo S/A. (IPP), com respectivamente 7,2%, 7,0% e 4,2% da capacidade total de armazenagem de óleo diesel A nesse polo (ANP, 2011).

Tabela 10: Bases de armazenagem e distribuição em Manaus/AM.

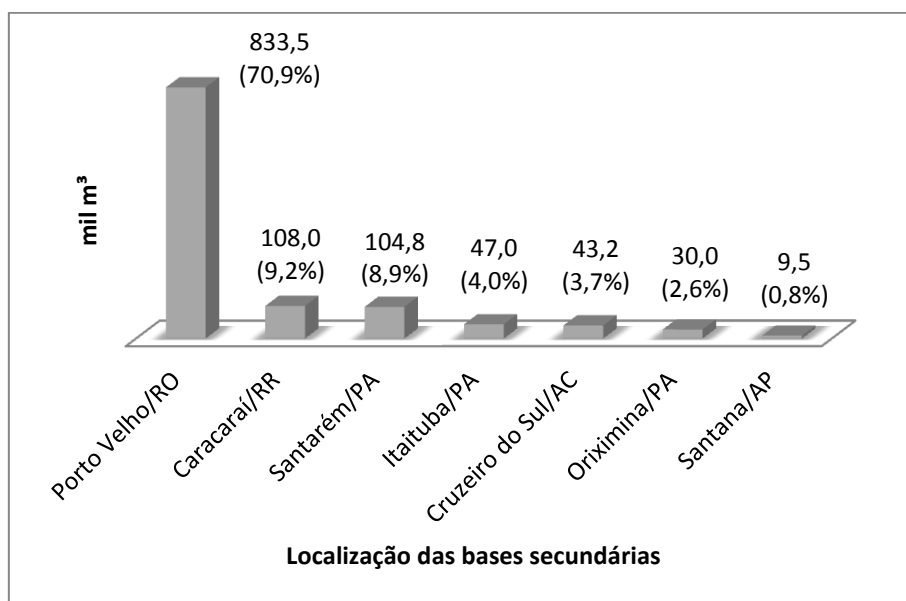
Distribuidor	Base (tipo)	Município/UF	Tanques (nº)	Capacidade (m³)	Modo de transporte
RAÍZEN			5	29.304,0	
BR			3	23.874,0	
EQUADOR	Primária	Manaus/AM	3	4.680,0	Dutoviário, com origem na REMAN
ATEM'S			2	4.556,0	
IPP			3	2.727,0	
total			16	65.141,0	

Fonte: ANP, 2011.

A partir das cinco bases primárias em Manaus, onde o óleo diesel A é acrescido de 5,0% de biodiesel (legislação atual), formando o óleo diesel B, o combustível é comercializado com revendas varejistas, TRR e consumidores no Estado do Amazonas ou transferido para bases secundárias localizadas nos demais estados da região norte (neste caso, apenas óleo diesel A). A Figura 14 mostra que Rondônia (70,9%) é o principal destino do óleo diesel A proveniente das bases primárias de Manaus, indicando a importância deste estado nos fluxos logísticos de transporte e armazenagem na região norte. Os demais estados supridos pelas bases primárias de Manaus são o noroeste do Pará (15,5%), Roraima (9,2%), o extremo norte do Acre (3,7%) e parte residual no Amapá (0,8%). Deve-se ressaltar que o estado do Tocantins, embora politicamente inserido na região norte, possui fluxos logísticos integrados à região centro oeste (ANP, 2011).

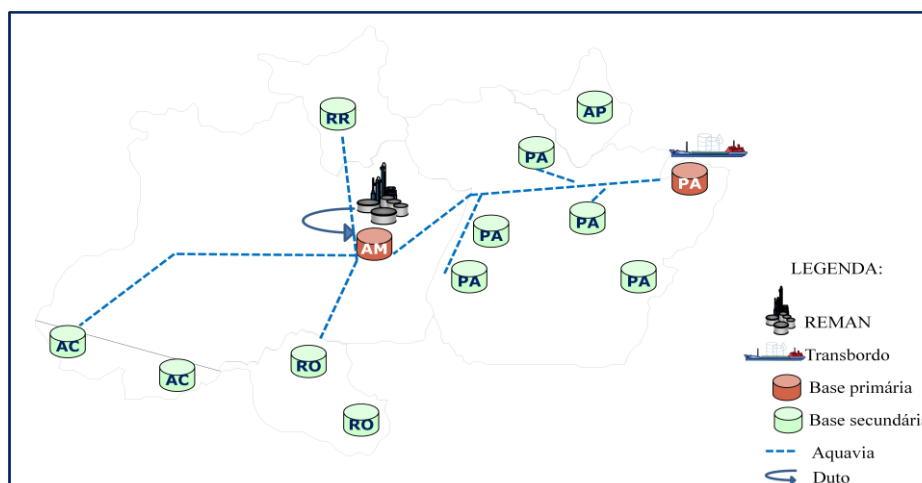
A Figura 15 apresenta, de forma esquemática, o resumo dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A na região norte, onde estão plotados o polo fornecedor de óleo diesel A (origem dos fluxos), representado pela REMAN (produção própria, transbordo da produção nacional e transbordo da importação), as bases primárias de distribuidores em Manaus, os modos de transporte disponíveis (predominância do aquaviário) e as bases secundárias (destino dos fluxos) localizadas

nos demais estados amazônicos, para onde é transferido o óleo diesel A proveniente das bases primárias.



Fonte: TRANSPETRO, 2011.

Figura 14: Transferências de óleo diesel A de bases primárias em Manaus/AM para bases secundárias localizadas em estados da região amazônica.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANP, PETROBRAS e TRANSPETRO, 2011.

Figura 15: Fluxos logísticos de transporte e armazenagem na região norte.

O óleo diesel A é transferido para bases secundárias em Porto Velho/Rondônia, objeto do estudo de caso, por meio do modo de transporte aquaviário (fluvial de balsas) ao longo da hidrovia do Rio Madeira. O transporte de cargas (23,9% refere-se a combustíveis) pela hidrovia do Rio Madeira ocorre tanto no sentido jusante, quando se

desce o rio, quanto no sentido contrário. O percurso de 1.063 km de descida do rio, de Porto Velho até Itacoatiara/AM (sua foz, na confluência com o rio Amazonas), leva 70 horas. No sentido oposto, contra a correnteza, são necessárias 130 horas. De Itacoatiara até Manaus, subindo o Rio Amazonas, o percurso é de apenas 108 km. Na hidrovia do Madeira estão em operação um porto organizado e seis terminais de uso privativo, todos localizados no município de Porto Velho (ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2011).

Alternativamente, Rondônia é suprido de óleo diesel A pelo modo de transporte rodoviário (Rodovia BR-364) oriundo da região sudeste, quando há restrições de navegabilidade no Rio Madeira. O percurso total atinge aproximadamente três mil quilômetros, a partir de Paulínia/SP, com tarifa média de frete rodoviário de aproximadamente R\$290,00/m³, enquanto o frete por balsas gira em torno de R\$60,00/m³ (trecho Manaus-Porto Velho). Este custo adicional é repassado para o consumidor final no preço de bomba das vendas varejistas (BR, 2011).

Em Porto Velho, como apresentado na Tabela 11, há seis bases secundárias de distribuidores, com capacidade total de armazenagem de 29,8 mil m³ em 12 tanques de óleo diesel A (ANP, 2011).

Tabela 11: Bases de armazenagem e distribuição em Porto Velho/RO.

Distribuidor	Base (tipo)	Município/UF	Tanques (nº)	Capacidade (m ³)	Modo de transporte
BR (2 bases)			4	20.452,0	
ATEM'S		Porto Velho/RO	2	3.187,0	Aquaviário (Rio Madeira), com origem em Manaus
IPP	Secundária		2	3.000,0	
PETRO AMAZON			2	1.812,0	
PDV			2	1.304,0	
total			12	29.755,0	

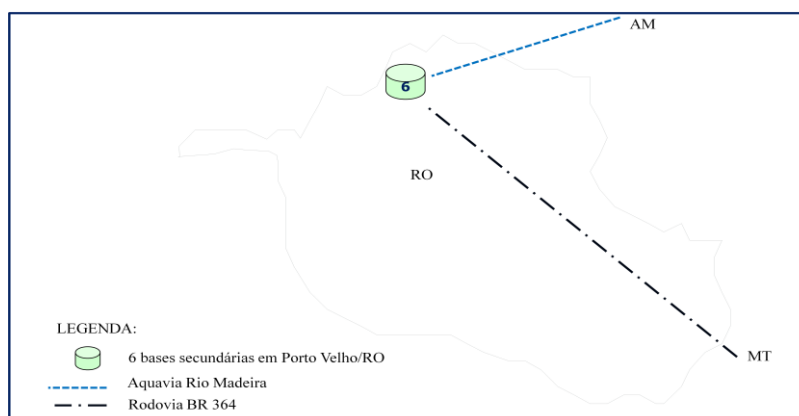
Fonte: ANP, 2011.

A partir das bases secundárias de Porto Velho, o óleo diesel B (já acrescido de biodiesel nas bases) é comercializado com vendas varejistas, TRR e consumidores no estado. Adicionalmente, as bases secundárias em Porto Velho transferem óleo diesel A ou B, pelo modo rodoviário, para duas bases secundárias localizadas em Vilhena/RO

(percurso de aproximadamente 600 km) e outras três em Rio Branco/AC e Senador Guimard/AC (percurso de aproximadamente 450 km). As duas bases secundária em Cruzeiro do Sul/AC, na outra extremidade do Acre, é suprida diretamente pelas bases primárias de Manaus/AM pela aquavia do Rio Juruá (BR, 2011).

Petrobras Distribuidora S.A. (BR), com duas bases, é o principal agente distribuidor em termos de capacidade de armazenagem de óleo diesel A no polo de Porto Velho (68,7%). Os demais distribuidores são a Ipiranga Produtos de Petróleo S/A. (IPP), Atem's Distribuidora de Petróleo Ltda. (ATEM'S), Petro Amazon Petróleo da Amazônia Ltda. (PETRO AMAZON) e PDV Brasil Combustíveis e Lubrificantes Ltda. (PDV), com respectivamente 10,7%, 10,1%, 6,1% e 4,4% da capacidade total de armazenagem de óleo diesel A nesse polo (ANP, 2011).

A Figura 16 apresenta, de forma esquemática, o resumo dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A para as bases secundárias em Porto Velho, onde estão plotados o polo com as seis bases (destino) e os dois modos de transporte com origem em Manaus (REMAN) e na região sudeste (TRANSPETRO, 2011).



Fonte: ANP, 2011.

Figura 16: Fluxos logísticos de transporte e armazenagem em Porto Velho/RO.

5.2. Identificação e decomposição dos fatores de risco em famílias, gêneros e espécies (passo 3)

Com o objetivo de se prospectar os fatores de risco associados aos fluxos logísticos de transporte e armazenagem até as bases secundárias em Porto Velho, conforme item 5.1,

foram realizados dois encontros prévios com os agentes econômicos, em 2011, um em Manaus/AM e outro em Belém/PA, nos quais participaram a REMAN (produtor), distribuidores e transportadores que operam na região norte, onde foram debatidos os problemas que, sob a ótica desses agentes econômicos, têm causado variações abruptas nos estoques de combustíveis das bases de distribuidores, principalmente em situações de restrições de suprimento causadas pelas secas periódicas nos rios amazônicos.

Como resultado desses encontros, foi extraída uma lista de não-conformidades, conforme apresentado no Anexo C, que, de forma direta ou indireta, estariam gerando ineficiências nos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de combustíveis, com reflexos nos estoques de segurança nas bases secundárias em Porto Velho.

No primeiro encontro, realizado na REMAN em Manaus/AM, em 26/07/2011, participaram, além da REMAN (PETROBRAS), os representantes dos nove distribuidores (incluindo aqueles que não possuem bases próprias ou arrendadas, isto é, se utilizam de espaço cedido nos tanques das bases existentes na região) que operam na região norte: Atem's Distribuidora de Petróleo Ltda. (ATEM'S), SP Indústria e Distribuidora de Petróleo Ltda. (SP), PDV Brasil Combustíveis e Lubrificantes Ltda. (PDV), Distribuidora Equador de Produtos de Petróleo Ltda. (EQUADOR), Raízen Combustíveis S.A. (RAÍZEN), Petro Amazon Petróleo da Amazônia Ltda. (PETRO AMAZON), Ipiranga Produtos de Petróleo S/A. (IPP), Petrobras Distribuidora S.A. (BR) e Distribuidora de Combustíveis Saara Ltda. (SAARA).

Por ocasião deste encontro, os representantes dos agentes econômicos responderam à seguinte pergunta: *“Quais são, na sua visão de distribuidor, as origens dos riscos que têm causado potenciais desabastecimentos de combustíveis na região norte?”*. As respostas a esta pergunta estão apresentadas no Anexo C.

O segundo encontro, ocorrido em Belém/PA no escritório da TRANSPETRO, em 24/08/2011, também contou com a participação da REMAN (PETROBRAS) e de distribuidores, mas foi acrescido com a participação de transportadores. Do lado dos distribuidores, participaram oito empresas: Alesat Combustíveis S/A. (ALESAT), Petrobras Distribuidora S.A. (BR), PDV Brasil Combustíveis e Lubrificantes Ltda. (PDV), Petro Amazon Petróleo da Amazônia Ltda. (PETRO AMAZON), SP Indústria e

Distribuidora de Petróleo Ltda. (SP), Raízen Combustíveis S.A. (RAÍZEN), Atem's Distribuidora de Petróleo Ltda. (ATEM'S) e Ipiranga Produtos de Petróleo S/A. (IPP).

Da mesma forma que no primeiro encontro, os representantes da REMAN e dos distribuidores responderam à seguinte pergunta: “*Quais são, na sua visão de distribuidor, as origens dos riscos que têm causado potenciais desabastecimentos de combustíveis na região norte?*”. As respostas a esta pergunta estão apresentadas no Anexo C.

Representando os principais transportadores aquaviários (fluvial por balsa) que operam na região amazônica, participaram oito empresas: Companhia de Navegação da Amazônia - CNA, Delima Comércio e Navegação Ltda., E.D. Lopes & Cia Ltda., Navecunha Transporte de Navegação Ltda., Navemazônia Navegação Ltda., União Transportes Ltda. e Waldemiro P. Lustoza & Cia Ltda., além da Petrobras Transporte S.A. (TRANSPETRO).

Aos transportadores foi solicitada a resposta à seguinte pergunta: “*Quais são, na sua visão de transportador, as origens dos riscos que têm causado potenciais desabastecimentos de combustíveis na Região Norte?*”. As respostas a esta pergunta estão apresentadas no Anexo C.

Com base nas técnicas do *AHP*, foram discriminados, a partir das respostas colhidas junto aos agentes econômicos nos encontros de Manaus e Belém, os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A na região norte, especificamente aqueles destinados para as bases secundárias em Porto Velho. Os fluxos foram decompostos em três famílias: i) fontes de suprimento (origem do óleo diesel A); ii) modos de transporte (meio de ligação entre origem e destino); iii) bases de armazenagem (destino do óleo diesel A). Estas três famílias foram divididas em sete gêneros e dezessete espécies, conforme a seguir apresentado.

A família “fontes de suprimento”, que representa a origem do óleo diesel A consumido na região norte, o qual será armazenado nas bases e comercializado com revendedores e consumidores, foi separada em três gêneros: i) produção própria da REMAN; ii)

transbordo da produção nacional (de outras refinarias do país); iii) transbordo da importação.

O gênero “produção própria da REMAN”, que representa o óleo diesel A exclusivamente produzido pela refinaria em Manaus/AM, foi desagregado em quatro espécies: i) paradas programadas na refinaria; ii) paradas não previstas na refinaria; iii) capacidade de armazenagem na refinaria; iv) frequência/volume dos bombeios da refinaria para as bases primárias de distribuidores.

“Paradas programadas” representam as manutenções preventivas (planejadas) na refinaria que interrompem a produção de óleo diesel A. “Paradas não previstas” representam as manutenções corretivas (não planejadas) na refinaria que também interrompem a produção de óleo diesel A. “Capacidade de armazenagem” representa o volume de óleo diesel A, produzido ou transbordado, que pode ser armazenado na refinaria antes de seu bombeio para as bases primárias. “Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases” representa a conjugação da frequência e do volume de óleo diesel A bombeado por dutos para as bases primárias de distribuidores em Manaus.

O gênero “transbordo da produção nacional”, que representa o óleo diesel A produzido pelas demais refinarias do país e transferido para a REMAN por meio do modo de transporte aquaviário (marítimo de cabotagem), foi desagregado em duas espécies: i) frequência/volume de recebimento na refinaria; ii) infraestrutura do terminal de recebimento na refinaria.

“Frequência/volume de recebimento” representa a conjugação da frequência e do volume do produto recebido pela refinaria por meio do transporte marítimo de cabotagem. “Infraestrutura de recebimento” é o conjunto de facilidades disponíveis no terminal da refinaria para atracação de embarcações, tais como calado (m), vazão (m^3/h), comprimento (m), porte (t), concorrência de berços, números de linhas e equipamentos.

O gênero “transbordo da importação”, que representa o óleo diesel A produzido no exterior, internalizado no país pelo Porto de Itaquí/MA e transferido para a REMAN

também por meio do modo de transporte aquaviário (marítimo de cabotagem), foi desagregado em duas espécies: i) conformidade do óleo diesel A em relação à especificação da ANP; ii) infraestrutura portuária.

“Conformidade do óleo diesel A em relação à especificação da ANP” representa as especificações físico-químicas do produto, oriundo do exterior, em consonância com as normas da agência reguladora. “Infraestrutura portuária” é o conjunto de facilidades disponíveis no porto para atracação de embarcações, tais como calado (m), vazão (m^3/h), comprimento (m), porte (t), número de linhas e equipamentos.

A família “modos de transporte”, que representa o meio pelo qual o óleo diesel A será transportado das bases primárias de distribuidores em Manaus até as bases secundárias de distribuidoras em Porto Velho, foi separada em dois gêneros: i) transporte fluvial por meio de balsas; ii) transporte rodoviário.

O gênero “transporte fluvial por meio de balsas”, que representa o modo de transporte predominante na região norte para transferir o óleo diesel A de bases primárias para bases secundárias por meio das principais hidrovias amazônicas (neste caso, a hidrovia do Rio Madeira), foi desagregado em duas espécies: i) frequência/volume de recebimento de óleo diesel A por balsas nas bases; ii) infraestrutura aquaviária.

“Frequência/volume de recebimento de óleo diesel A por balsas nas bases” representa a conjugação da frequência e do volume de recebimento do produto transferido por balsas das bases primárias para as bases secundárias em Porto Velho por meio do Rio Madeira. “Infraestrutura aquaviária” representa as condições do Rio Madeira em relação à navegabilidade das balsas. São parâmetros de avaliação desta infraestrutura a profundidade adequada do rio para a navegação de balsas com plena capacidade de carga, a ausência de bancos de areia e de pedras, a visibilidade e a segurança.

O gênero “transporte rodoviário”, que representa o modo de transporte alternativo ao fluvial, quando há restrições de navegabilidade no Rio Madeira, foi desagregado em três espécies: i) frequência/volume recebimento de óleo diesel A por caminhão-tanque nas bases; ii) infraestrutura rodoviária; iii) custo do frete rodoviário. O modo de transporte

rodoviário tem como principal origem a região sudeste, pois não há acessos rodoviários (em condições de tráfego) alternativos ao Rio Madeira.

“Frequência/volume de recebimento de óleo diesel A por caminhão-tanque nas bases” representa a conjugação da frequência e do volume transportado por caminhões-tanques de bases na região sudeste para bases secundárias em Porto Velho. “Infraestrutura rodoviária” representa as condições de trânsito nas rodovias ao longo do percurso e tem como parâmetros de avaliação a pista de rolamento, os serviços oferecidos e a segurança. “Custo do frete rodoviário” representa o ônus para o óleo diesel A devido ao custo adicional do frete rodoviário em relação ao aquaviário.

A família “bases de armazenagem”, que representa as instalações de distribuidores onde o óleo diesel A será armazenado em Porto Velho, foi separada em dois gêneros: i) capacidade de armazenagem nos tanques; ii) infraestrutura de descarregamento do óleo diesel A nos tanques de armazenagem.

O gênero “capacidade de armazenagem”, que representa o volume total de armazenagem, em m³, dos tanques de óleo diesel A nas bases secundárias, foi desagregado em duas espécies: i) capacidade disponível para uso próprio; ii) capacidade disponível para cessão de espaço.

“Capacidade disponível para uso próprio” representa o volume (m³) que o distribuidor pode armazenar em seus tanques nas bases para comercializar com revendedores e consumidores. “Capacidade disponível para cessão de espaço” representa o volume (m³) de espaço ocioso de armazenagem nos tanques, que o distribuidor responsável pela operação da base pode ceder, de forma onerosa, após homologação da ANP, para o distribuidor cessionário.

O gênero “infraestrutura de descarregamento”, que representa o conjunto de equipamentos (bombas/motores), tubulações, válvulas e acessórios de plataforma para descarregamento do produto, oriundo dos modos de transporte aquaviário (balsas) e rodoviário (caminhões-tanques), foi desagregado em duas espécies: i) infraestrutura de descarregamento por meio de balsas; ii) infraestrutura de descarregamento rodoviário. Ambas as infraestruturas têm como parâmetros de avaliação o conjunto de

equipamentos (bombas/motores), tubulações, válvulas e acessórios de plataforma para o descarregamento de óleo diesel A nos tanques das bases secundárias.

A Tabela 12 apresenta o resumo da decomposição dos fluxos logísticos de óleo diesel A em famílias, gêneros e espécies, a partir da coleta prévia de dados junto à agência reguladora e aos agentes econômicos, que tornou possível o mapeamento desses fluxos e a identificação de dezessete fatores de risco.

Tabela 12: Identificação e decomposição dos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A em Porto Velho.

Família	Gênero	Espécie
Fontes de suprimento	Produção própria da REMAN	1- Paradas programadas na REMAN
		2- Paradas não previstas na REMAN
	Transbordo da produção nacional	3- Capacidade de armazenagem na REMAN
		4- Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases
Modos de transporte	Transbordo da importação	5- Frequência/volume de recebimento na REMAN
		6- Infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN
	Transporte fluvial por meio de balsas	7- Conformidade do óleo diesel A em relação à especificação da ANP
		8- Infraestrutura portuária
Bases de armazenagem	Transporte rodoviário	9- Frequência/volume de recebimento por balsas nas bases
		10- Infraestrutura aquaviária
	Capacidade de armazenagem	11- Frequência/volume de recebimento por caminhões nas bases
		12- Infraestrutura rodoviária
Infraestrutura de descarregamento	Capacidade disponível para uso próprio - m ³	13- Custo (frete rodoviário)
		14- Capacidade disponível para cessão de espaço - m ³
	15- Capacidade disponível para cessão de espaço - m ³	
Infraestrutura de descarregamento	Infraestrutura de descarregamento	16- Infraestrutura de descarregamento por balsas
		17- Infraestrutura de descarregamento rodoviário

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

5.3. Aplicação dos três questionários para os agentes econômicos para quantificar a relevância, o impacto e a sazonalidade dos fatores de risco (passos 4, 5 e 6)

Foram elaborados três questionários (posteriormente aplicados junto a representantes dos agentes econômicos que operam nos fluxos estudados), para quantificar a relevância e o impacto dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A até as bases secundárias em Porto Velho.

O conjunto de três questionários, disponibilizados nos Anexos E, F e G, foi aplicado junto a dezesseis pessoas, cujo perfil está apresentado na Tabela 13, a partir de informações pessoais fornecidas pelos próprios respondentes (disponível no Anexo D), nas dependências da REMAN, em 20/03/2012, as quais representavam sete distribuidores com bases de armazenagem e distribuição em Manaus e Porto Velho (ATEM'S, BR, EQUADOR, IPP, PDV, PETRO AMAZON e RAÍZEN), oito transportadores aquaviários regionais (incluindo a TRANSPETRO) e o produtor PETROBRAS/REMAN.

Os entrevistados não se identificaram pelo nome/empresa ao responder os questionários, mas registraram qual segmento representavam (distribuidor, transportador ou produtor). Este procedimento foi necessário para evitar que distribuidores e transportadores se sentissem constrangidos em suas respostas, principalmente em relação ao único produtor/fornecedor de óleo diesel A.

Tabela 13: Perfil dos 16 entrevistados que responderam aos três questionários.

Perfil dos entrevistados	Anos			
	mínimo	máximo	desvio-padrão	média
- Idade	29,0	73,0	12,3	49,6
- Experiência profissional em fluxos logísticos em geral (inclui combustíveis)	3,0	47,0	13,5	16,6
- Experiência profissional em fluxos logísticos de combustíveis	1,0	39,0	11,6	12,4

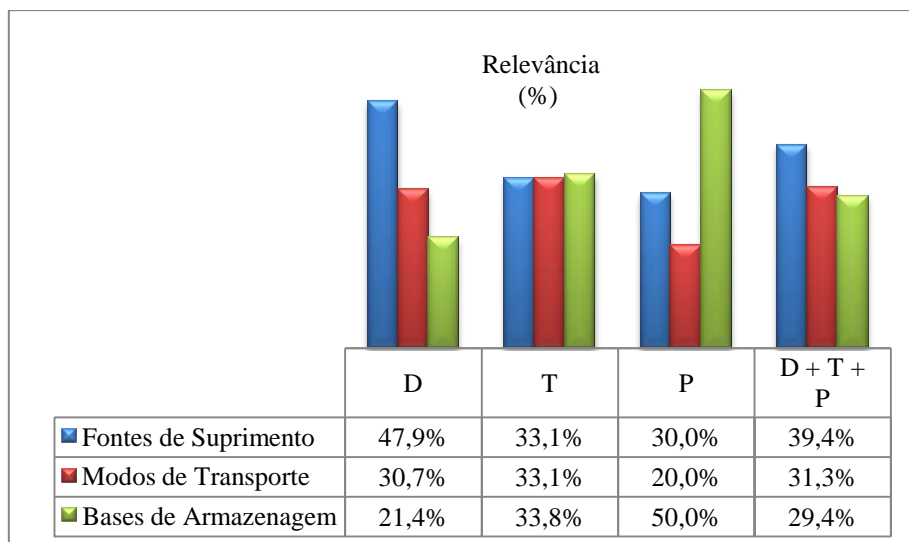
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Aplicou-se o 1º questionário, contendo onze perguntas, conforme apresentado no Anexo E. Neste questionário, os entrevistados quantificaram a relevância dos dezessete fatores de risco, previamente apontados, distribuindo 100 pontos entre estes fatores, de modo a refletir a importância (relevância) relativa de cada fator (família, gênero e espécie) sobre a formação do estoque de segurança nas bases secundárias de Porto Velho. Quanto mais pontos um fator recebesse, maior a sua relevância. Se um fator não fosse importante, ganharia zero ponto. Se um fator fosse duas vezes mais relevante do que outro, receberia o dobro de pontos.

Em seguida, foi aplicado o 2º questionário, cujo objetivo era mensurar o impacto destes fatores sobre a formação do estoque de segurança. Neste questionário foram inseridas onze faixas de intenção de aumento no estoque de segurança, variando de 0% a 100%. Aos entrevistados foi solicitado assinalar, para cada um dos dezessete fatores de risco, conforme apresentado no Anexo F, a intenção de aumento no estoque de segurança que consideravam a alternativa mais prudente para garantir o suprimento de óleo diesel B para seus clientes a partir das bases secundárias em Porto Velho.

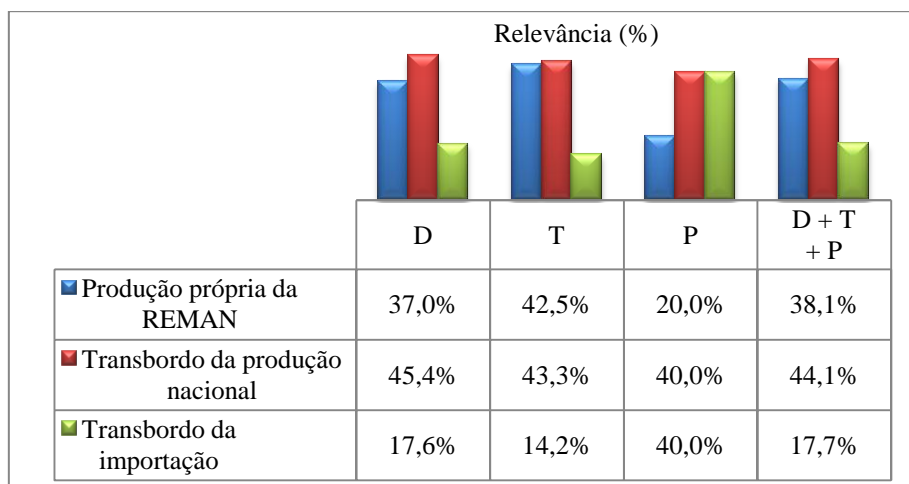
Por fim, foi aplicado o 3º e último questionário, com o objetivo de mapear, ao longo dos meses, o quão crítico eram os dezessete fatores de risco, cuja relevância e impacto haviam sido apurados nos dois questionários anteriores. Neste último questionário, conforme apresentado no Anexo G, os entrevistados deveriam marcar, para cada mês, se os fatores de risco eram críticos ou não. Se determinado fator de risco não fosse crítico (não apresentasse riscos) naquele mês, marcaria “0” (zero), caso contrário “1” (um).

A seguir, serão apresentados nas Figuras 17 a 27, os resultados consolidados referentes às respostas das onze perguntas inseridas no 1º questionário aplicado junto aos agentes econômicos, cujo propósito foi quantificar a relevância dos dezessete fatores de risco sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A até as bases secundárias em Porto Velho. Os resultados consolidados das respostas dos agentes econômicos foram discriminados individualmente por segmento (D: distribuidor, T: transportador ou P: produtor) e pela somatória destes segmentos (D + T + P: agregado).



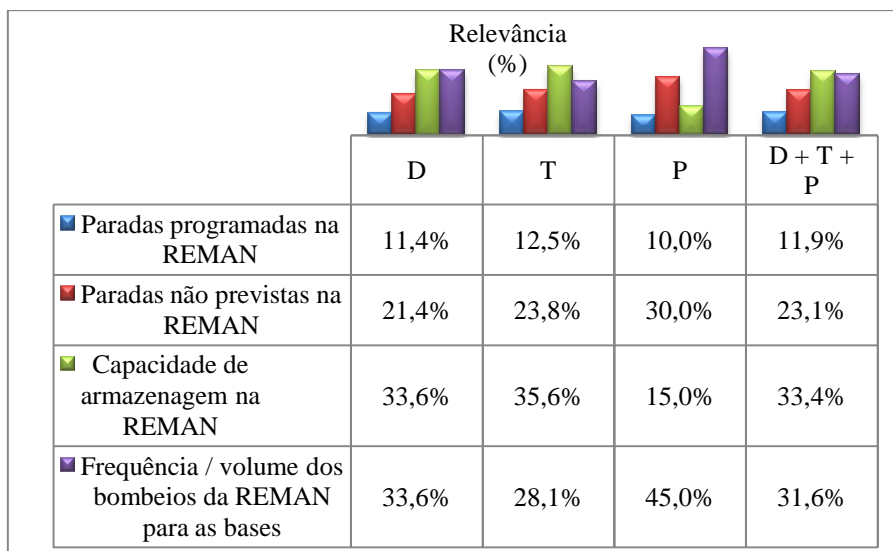
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 17: Relevância das três famílias de fatores de risco.



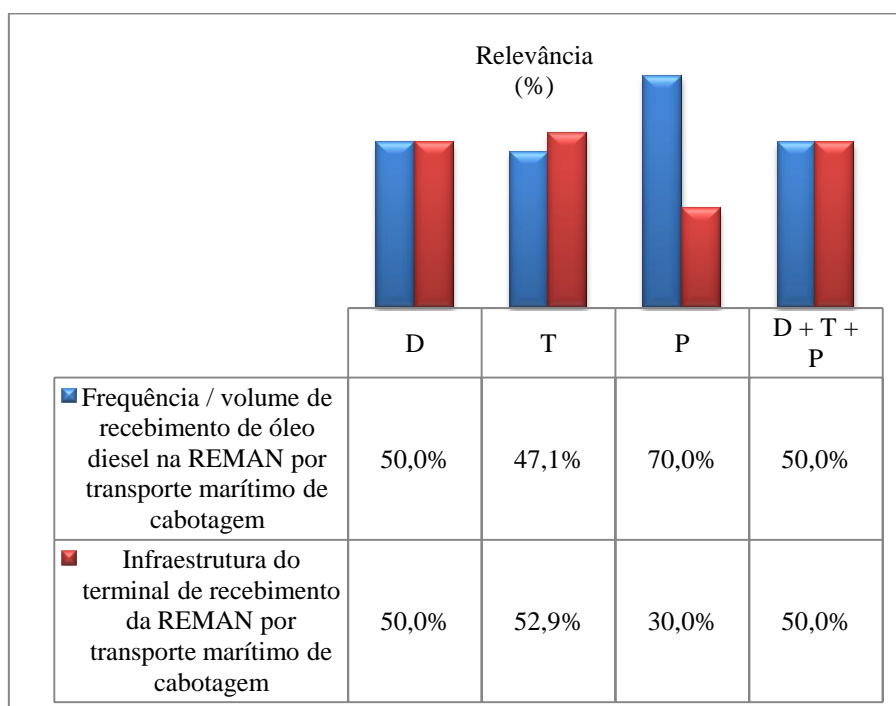
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 18: Relevância dos gêneros de risco associados à família "fontes de suprimento".



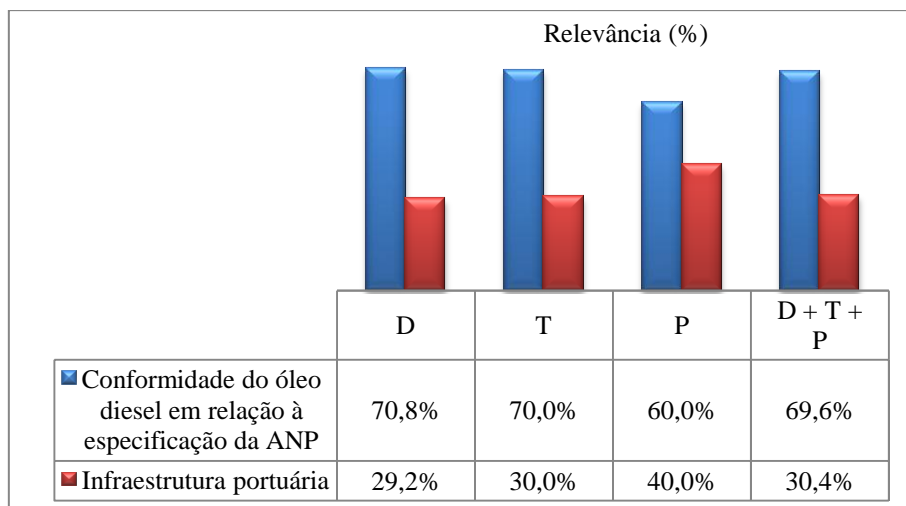
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 19: Relevância das espécies de risco associados ao gênero "produção própria da REMAN".



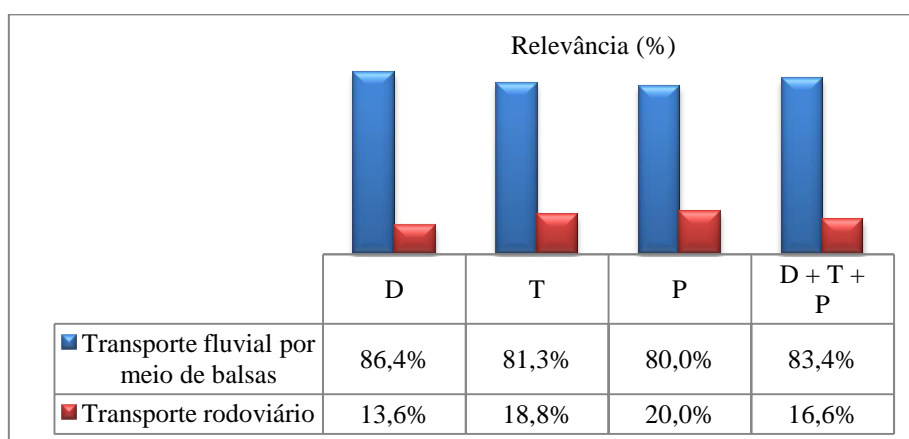
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 20: Relevância das espécies de risco associados ao gênero "transbordo da produção nacional".



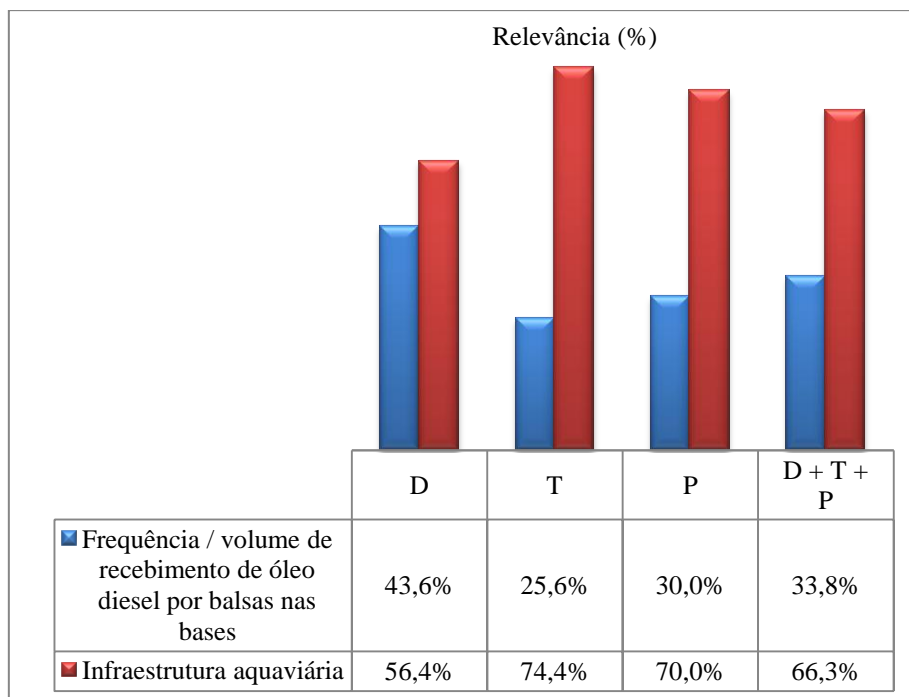
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 21: Relevância das espécies de risco associados ao gênero "transbordo da importação".



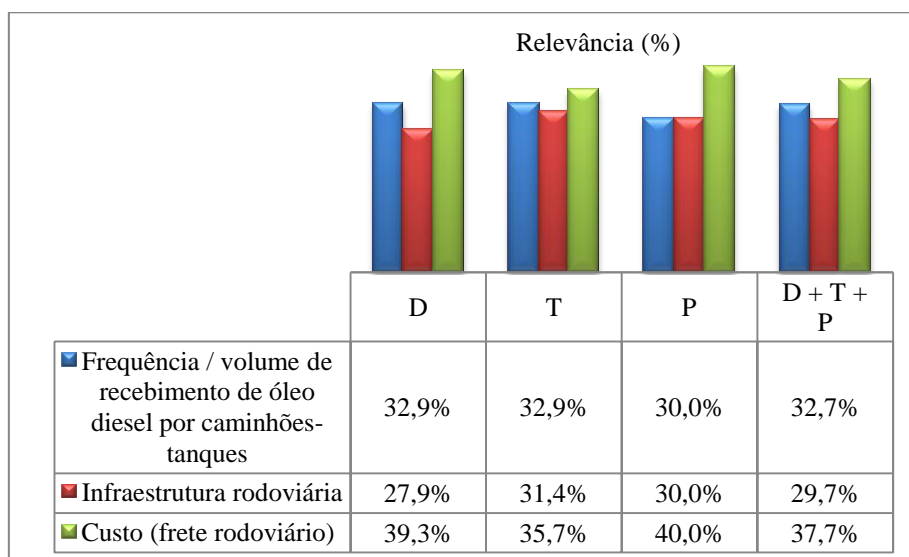
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 22: Relevância dos gêneros de risco associados à família "modos de transporte".



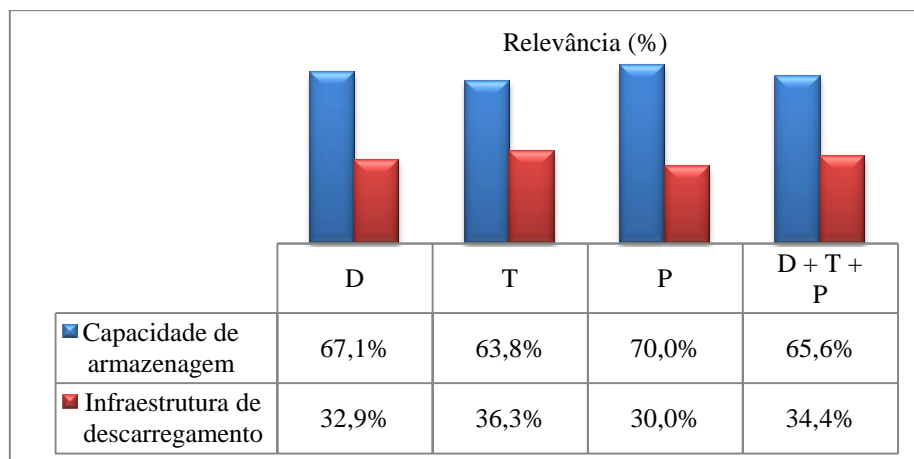
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 23: Relevância dos fatores de risco associados ao gênero "transporte fluvial por meio de balsas".



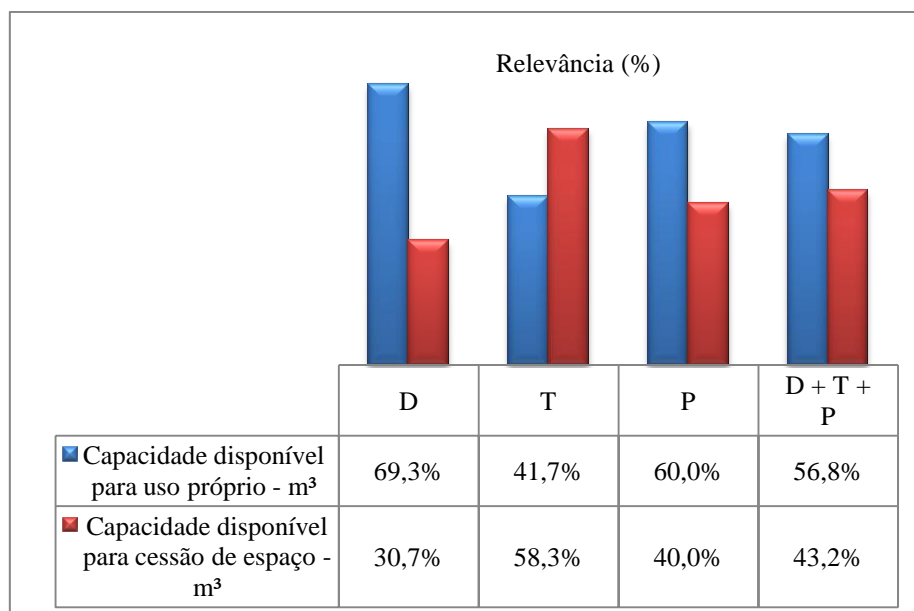
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 24: Relevância dos fatores de risco associados ao gênero "transporte rodoviário".



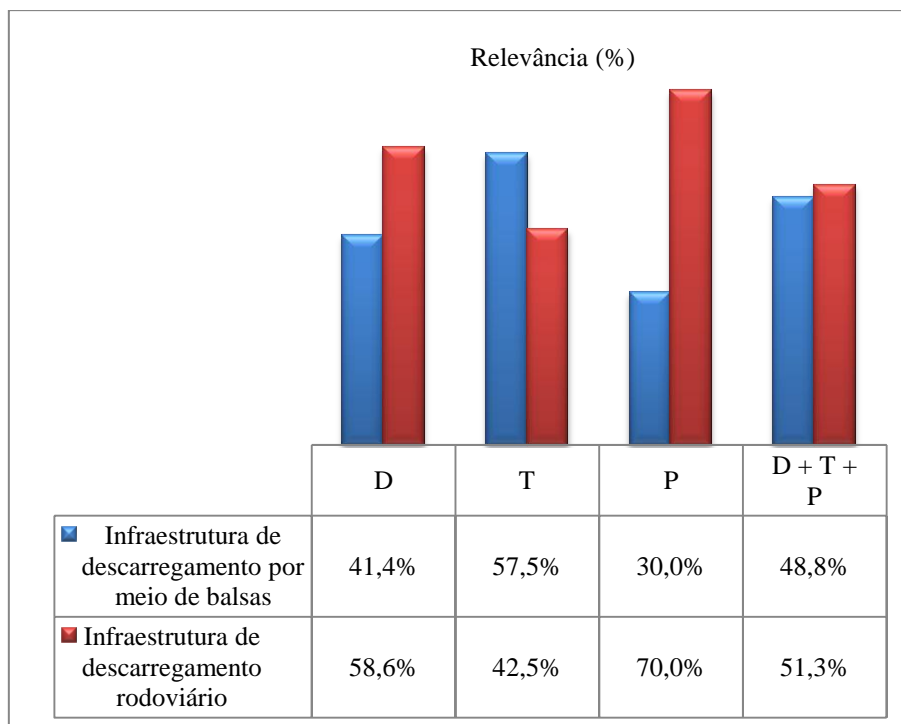
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 25: Relevância dos gêneros de risco associados à família "bases de armazenagem".



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 26: Relevância das espécies de risco associadas ao gênero "capacidade de armazenagem".



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 27: Relevância das espécies de risco associadas ao gênero "infraestrutura de descarregamento".

A Tabela 14 apresenta o resumo com as respostas às onze perguntas do 1º questionário, referente à relevância relativa (já ponderada) dos dezessete fatores de risco (espécies) incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho, considerando os resultados agregados da pesquisa, isto é, o somatório das respostas de todos os agentes econômicos que operam nestes fluxos (produtor, distribuidores e transportadores).

A relevância relativa (ponderada) da espécie do fator de risco (d) é o resultado da multiplicação da relevância absoluta da espécie (c) e pelas relevâncias da família (a) e do gênero (b) na qual está inserida.

As Tabelas 15, 16 e 17 apresentam, respectivamente, sob a ótica isolada de cada agente econômico, as relevâncias relativas referentes aos segmentos de distribuidores, transportadores e produtor.

Tabela 14: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho – ótica agregada (D + T + P).

Relevância absoluta da família (a)	Relevância absoluta do gênero (b)	Relevância absoluta do fator de risco (c)	Relevância relativa do fator de risco (d = a x b x c)	
Fontes de suprimento 39,40%	Produção própria da REMAN 38,10%	1: 11,90%	1,79%	
		2: 23,10%	3,47%	
		3: 33,40%	5,01%	
	Modos de transporte 31,30%	Transbordo da produção nacional 44,10%	4: 31,60%	4,74%
			5: 50,00%	8,69%
		Transbordo da importação 17,70%	6: 50,00%	8,69%
			7: 69,60%	4,85%
	Bases de armazenagem 29,40%	Transporte fluvial por meio de balsas 83,40%	8: 30,40%	2,12%
			9: 33,75%	8,81%
		Transporte rodoviário 16,60%	10: 66,25%	17,29%
11: 32,70%			1,70%	
12: 29,70%			1,54%	
Capacidade de armazenagem 65,60%	Infraestrutura de descarregamento 34,40%	13: 37,70%	1,96%	
		14: 56,80%	10,95%	
			15: 43,20%	8,33%
		16: 48,80%	4,94%	
		17: 51,30%	5,19%	
			100,0%	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Tabela 15: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho - ótica dos distribuidores.

Relevância absoluta da família (a)	Relevância absoluta do gênero (b)	Relevância absoluta do fator de risco (c)	Relevância relativa do fator de risco (d = a x b x c)	
Fontes de suprimento 47,9%	Produção própria da REMAN 37,00%	1: 11,40%	2,02%	
		2: 21,40%	3,79%	
		3: 33,60%	5,95%	
	Transbordo da produção nacional 45,40%	Transbordo da produção nacional 45,40%	4: 33,60%	5,95%
			5: 50,00%	10,87%
		Transbordo da importação	6: 50,00%	10,87%
			7: 70,80%	5,97%

	17,60%	8: 29,20%	2,46%
	Transporte fluvial por meio de balsas	9: 43,60%	11,56%
Modos de transporte	86,40%	10: 56,40%	14,96%
30,7%	Transporte rodoviário	11: 32,90%	1,37%
	13,60%	12: 27,90%	1,16%
		13: 39,30%	1,64%
Bases de armazenagem	Capacidade de armazenagem	14: 69,30%	9,95%
21,4%	67,10%	15: 30,70%	4,41%
	Infraestrutura de descarregamento	16: 41,40%	2,91%
	32,90%	17: 58,60%	4,13%
			100,0%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Tabela 16: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho - ótica dos transportadores.

Relevância absoluta da família (a)	Relevância absoluta do gênero (b)	Relevância absoluta do fator de risco (c)	Relevância relativa do fator de risco (d = a x b x c)
Fontes de suprimento 33,1%	Produção própria da REMAN 42,50%	1: 12,50%	1,76%
		2: 23,80%	3,35%
		3: 35,60%	5,01%
		4: 28,10%	3,95%
	Transbordo da produção nacional 43,30%	5: 47,10%	6,75%
		6: 52,90%	7,58%
	Transbordo da importação 14,20%	7: 70,00%	3,29%
Modos de transporte 33,1%	Transporte fluvial por meio de balsas 81,25%	8: 30,00%	1,41%
		9: 25,60%	6,88%
		10: 74,40%	20,01%
	Transporte rodoviário 18,75%	11: 32,90%	2,04%
		12: 31,40%	1,95%
Bases de armazenagem 33,8%		13: 35,70%	2,22%
	Capacidade de armazenagem 63,75%	14: 41,70%	8,99%
		15: 58,30%	12,56%
	Infraestrutura de descarregamento 36,25%	16: 57,50%	7,05%
		17: 42,50%	5,21%
			100,0%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Tabela 17: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho - ótica do produtor.

Relevância absoluta da família (a)	Relevância absoluta do gênero (b)	Relevância absoluta do fator de risco (c)	Relevância relativa do fator de risco (d = a x b x c)	
Fontes de suprimento 30,0%	Produção própria da REMAN 20,00%	1: 10,00%	0,60%	
		2: 30,00%	1,80%	
	Transbordo da produção nacional 40,00%	3: 15,00%	0,90%	
		4: 45,00%	2,70%	
		5: 70,00%	8,40%	
		Transbordo da importação 40,00%	6: 30,00%	3,60%
			7: 60,00%	7,20%
		8: 40,00%	4,80%	
	Modos de transporte 20,0%	Transporte fluvial por meio de balsas 80,00%	9: 30,00%	4,80%
			10: 70,00%	11,20%
Transporte rodoviário 20,00%		11: 30,00%	1,20%	
		12: 30,00%	1,20%	
Bases de armazenagem 50,0%	Capacidade de armazenagem 70,00%	13: 40,00%	1,60%	
		14: 60,00%	21,00%	
	Infraestrutura de descarregamento 30,00%	15: 40,00%	14,00%	
		16: 30,00%	4,50%	
		17: 70,00%	10,50%	
			100,0%	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

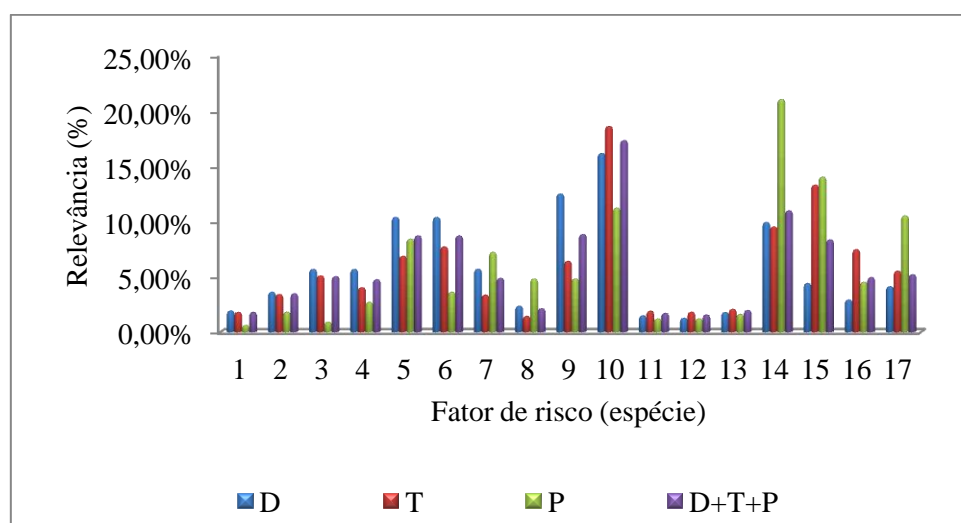
A Tabela 18 e a Figura 28 apresentam o resumo com os resultados, por agente econômico e agregado, das relevâncias dos dezessete fatores de risco.

Tabela 18: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho – resumo.

Fator de risco	Distribuidor (D)	Transportador (T)	Produtor (P)	D + T + P
n° 1	2,02%	1,76%	0,60%	1,79%
n° 2	3,79%	3,35%	1,80%	3,47%
n° 3	5,95%	5,01%	0,90%	5,01%
n° 4	5,95%	3,95%	2,70%	4,74%

n° 5	10,87%	6,75%	8,40%	8,69%
n° 6	10,87%	7,58%	3,60%	8,69%
n° 7	5,97%	3,29%	7,20%	4,85%
n° 8	2,46%	1,41%	4,80%	2,12%
n° 9	11,56%	6,88%	4,80%	8,81%
n° 10	14,96%	20,01%	11,20%	17,29%
n° 11	1,37%	2,04%	1,20%	1,70%
n° 12	1,16%	1,95%	1,20%	1,54%
n° 13	1,64%	2,22%	1,60%	1,96%
n° 14	9,95%	8,99%	21,00%	10,95%
n° 15	4,41%	12,56%	14,00%	8,33%
n° 16	2,91%	7,05%	4,50%	4,94%
n° 17	4,13%	5,21%	10,50%	5,19%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 28: Relevância dos fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho – resumo.

A seguir, serão apresentados os resultados da pesquisa em relação às respostas ao 2º questionário, que versa sobre os impactos dos fatores de risco nos fluxos logísticos estudados.

A Tabela 19 ilustra o procedimento para cálculo da EPR_I (escala de percepção de risco para o fator de risco nº 1), “paradas programadas na REMAN”, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos. A relevância relativa do fator de risco nº 1 (R_I) foi de 1,79%, extraída da Tabela 14.

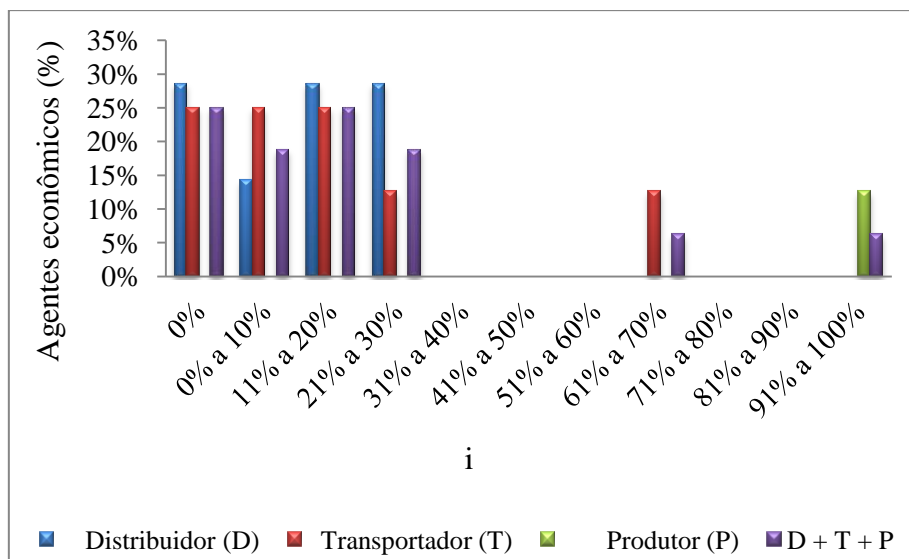
As respostas dos entrevistados ao 2º questionário da pesquisa (“#” e “%” representam, respectivamente, o número e o percentual de respostas) resultaram em valores de I para cada faixa de intenção i . F tem valor fixo para cada i (ex.: i_5 , que abrange a faixa de 30% (excluído) a 40% (incluído), tem $F_5 = 35\%$). Assim, a EPR_I , obtida pelo somatório das EPR de cada faixa, totalizou 0,35%.

Tabela 19: Cálculo da EPR_I (para $R_I = 1,79\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F	EPR_I
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)	(%)	(%)
i_1 : 0%	2	28,6	2	25,0	0	0,0	4	25,0	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	1	14,3	2	25,0	0	0,0	3	18,8	5,0	0,02
i_3 : de 10% a 20%	2	28,6	2	25,0	0	0,0	4	25,0	15,0	0,07
i_4 : de 20% a 30%	2	28,6	1	12,5	0	0,0	3	18,8	25,0	0,08
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	35,0	0,00
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	45,0	0,00
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	65,0	0,07
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	0	0,0	1	100,0	1	6,3	95,0	0,11
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		0,35

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 29 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 1 (paradas programadas na REMAN).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 29: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco n°

1.

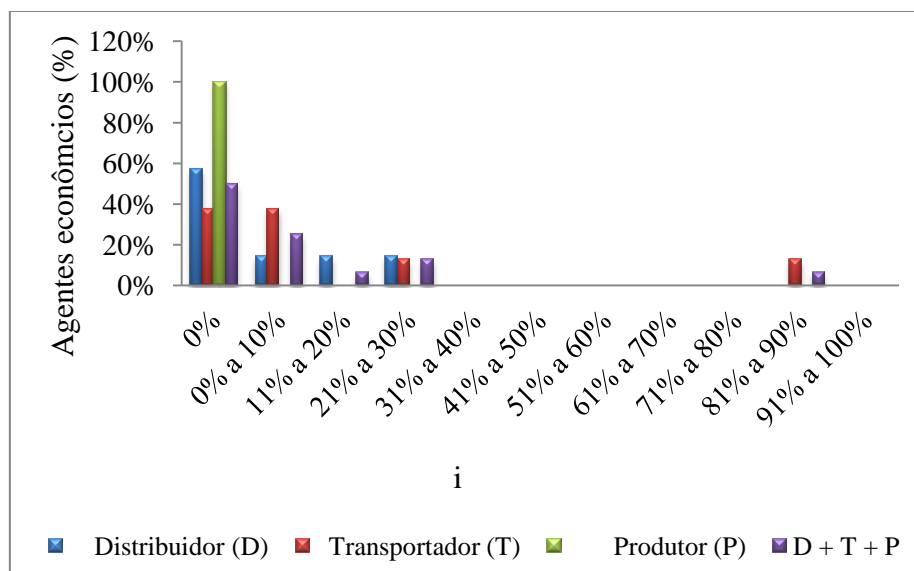
A Tabela 20 mostra que a EPR_2 , referente ao fator de risco n° 2 (paradas não previstas na REMAN), foi de 0,37%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

Tabela 20: Cálculo da EPR_2 (para $R_2=3,47\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F	EPR_2
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)	(%)	(%)
i_1 : 0%	4	57,1	3	37,5	1	100,0	8	50,0	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	1	14,3	3	37,5	0	0,0	4	25,0	5,0	0,04
i_3 : de 10% a 20%	1	14,3	0	0,00	0	0,0	1	6,3	15,0	0,03
i_4 : de 20% a 30%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	25,0	0,11
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	35,0	0,00
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	45,0	0,00
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	85,0	0,19
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	95,0	0,00
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		0,37

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 30 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 2 (paradas não previstas na REMAN).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 30: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 2.

A Tabela 21 mostra que a EPR_3 , referente ao fator de risco nº 3 (capacidade de armazenagem na REMAN), foi de 1,48%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

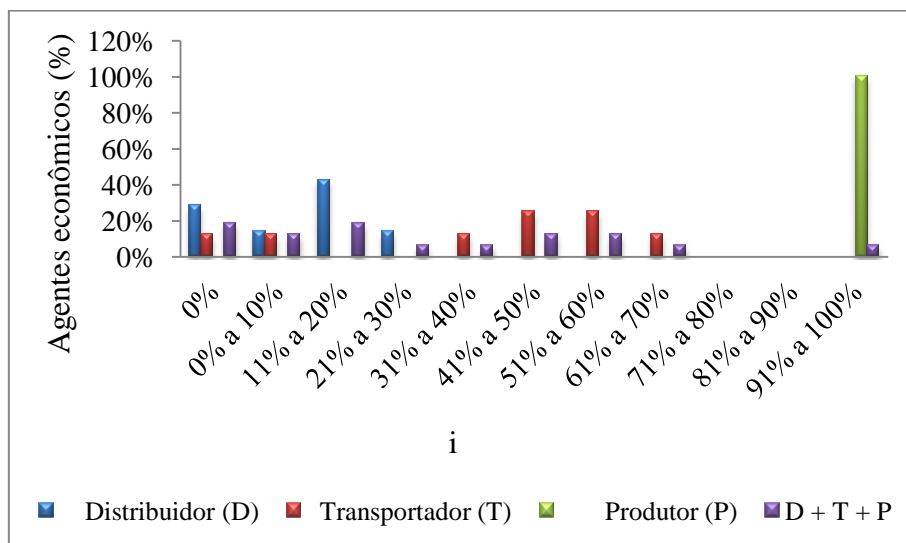
Tabela 21: Cálculo da EPR_3 (para $R_3 = 5,01\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F (%)	EPR_3 (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
i_1 : 0%	2	28,6	1	12,5	0	0,0	3	18,8	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	5,0	0,03
i_3 : de 10% a 20%	3	42,9	0	0,0	0	0,0	3	18,8	15,0	0,14
i_4 : de 20% a 30%	1	14,3	0	0,0	0	0,0	1	6,3	25,0	0,08
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	35,0	0,11
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	45,0	0,28
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	55,0	0,34
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	65,0	0,20
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00

i_{11} : de 90% a <u>100%</u>	0	0,0	0	0,0	1	100,0	1	6,3	95,0	0,30
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		1,48

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 31 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 3 (capacidade de armazenagem na REMAN).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 31: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 3.

A Tabela 22 mostra que a EPR_4 , referente ao fator de risco nº 4 (frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases), foi de 1,61%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

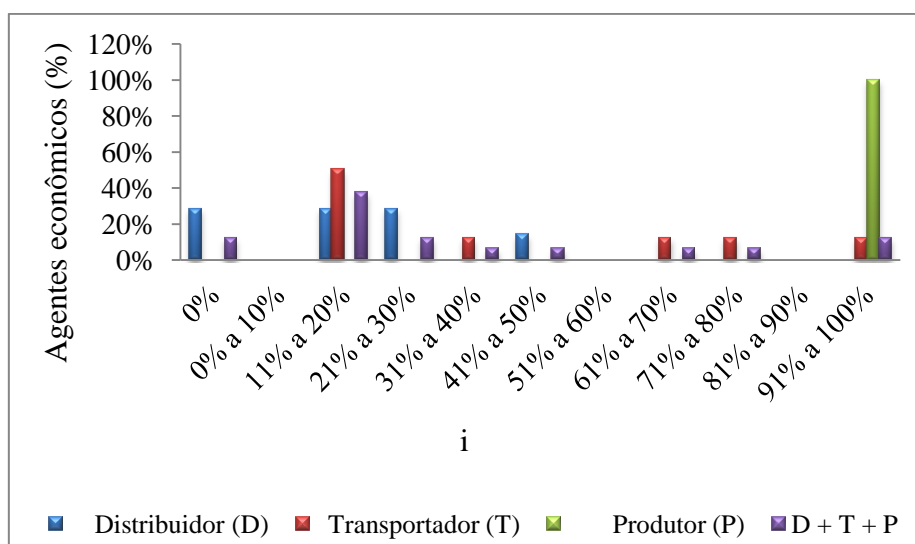
Tabela 22: Cálculo da EPR_4 (para $R_4 = 4,74\%$).

I: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F (%)	EPR_4 (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
i_1 : 0%	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	0,0	0,00
i_2 : de 0% a <u>10%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5,0	0,00
i_3 : de 10% a <u>20%</u>	2	28,6	4	50,0	0	0,0	6	37,5	15,0	0,26
i_4 : de 20% a <u>30%</u>	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	25,0	0,15
i_5 : de 30% a <u>40%</u>	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	35,0	0,10
i_6 : de 40% a <u>50%</u>	1	14,3	0	0,0	0	0,0	1	6,3	45,0	0,13

i_7 : de 50% a <u>60%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a <u>70%</u>	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	65,0	0,19
i_9 : de 70% a <u>80%</u>	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	75,0	0,22
i_{10} : de 80% a <u>90%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a <u>100%</u>	0	0,0	1	12,5	1	100,0	2	12,5	95,0	0,56
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		1,61

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 32 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 4 (frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 32: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 4.

A Tabela 23 mostra que a EPR_5 , referente ao fator de risco nº 5 (frequência/volume de recebimento de óleo diesel A na REMAN), foi de 2,62%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

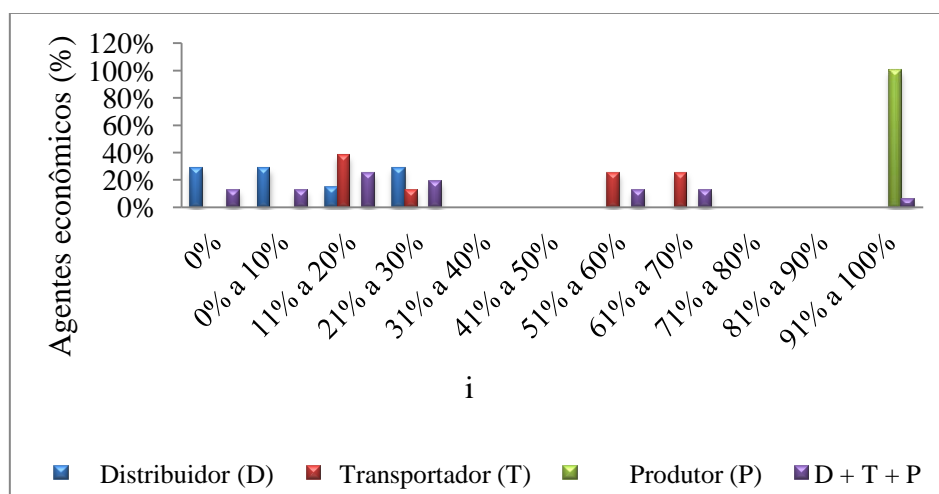
Tabela 23: Cálculo da EPR_5 (para $R_5 = 8,69\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F (%)	EPR_5
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
i_1 : 0%	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	0,0	0,00

i_2 : de 0% a <u>10%</u>	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	5,0	0,05
i_3 : de 10% a <u>20%</u>	1	14,3	3	37,5	0	0,0	4	25,0	15,0	0,33
i_4 : de 20% a <u>30%</u>	2	28,6	1	12,5	0	0,0	3	18,8	25,0	0,41
i_5 : de 30% a <u>40%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	35,0	0,00
i_6 : de 40% a <u>50%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	45,0	0,00
i_7 : de 50% a <u>60%</u>	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	55,0	0,60
i_8 : de 60% a <u>70%</u>	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	65,0	0,71
i_9 : de 70% a <u>80%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a <u>90%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a <u>100%</u>	0	0,0	0	0,0	1	100,0	1	6,3	95,0	0,52
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		2,62

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 33 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 5 (frequência/volume de recebimento de óleo diesel A na REMAN).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 33: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 5.

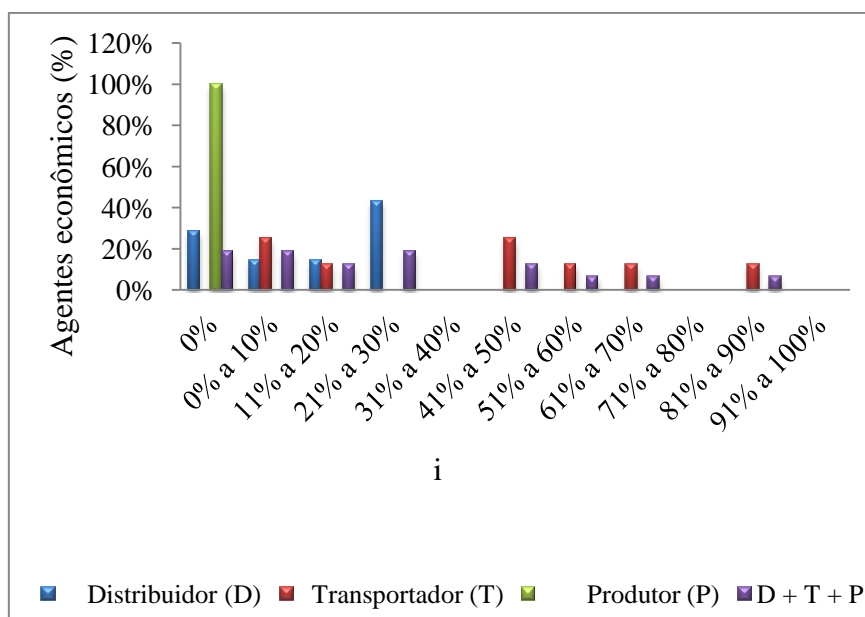
A Tabela 24 mostra que a EPR_6 , referente ao fator de risco nº 6 (infraestrutura do terminal de recebimento de óleo diesel A na REMAN), foi de 2,25%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

Tabela 24: Cálculo da EPR_6 (para $R_6 = 8,69\%$).

I: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F	EPR_6
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)	(%)	(%)
i_1 : 0%	2	28,6	0	0,0	1	100,0	3	18,8	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	1	14,3	2	25,0	0	0,0	3	18,8	5,0	0,08
i_3 : de 10% a 20%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	15,0	0,16
i_4 : de 20% a 30%	3	42,9	0	0,0	0	0,0	3	18,8	25,0	0,41
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	35,0	0,00
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	45,0	0,49
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	55,0	0,30
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	65,0	0,35
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	85,0	0,46
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	95,0	0,00
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		2,25

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 34 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 6 (infraestrutura do terminal de recebimento de óleo diesel A na REMAN).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 34: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 6.

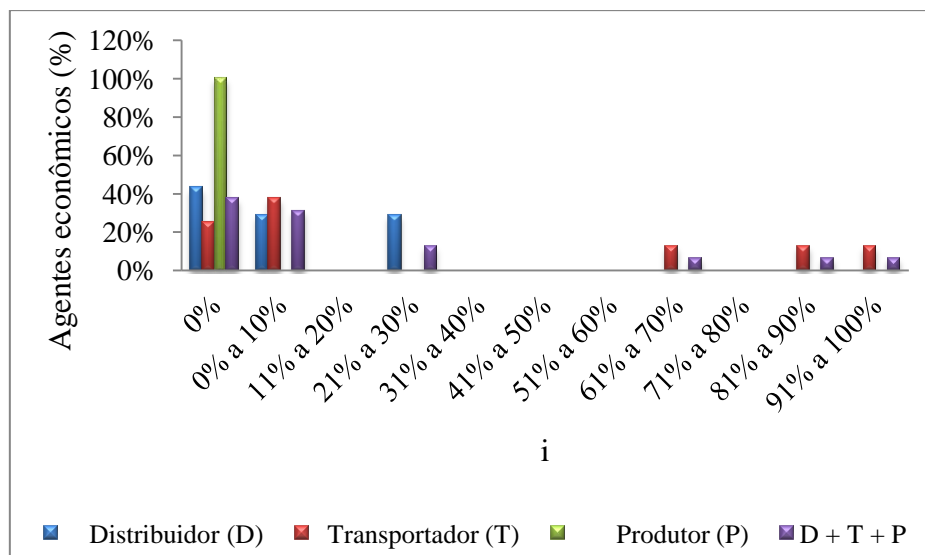
A Tabela 25 mostra que a EPR_7 , referente ao fator de risco n° 7 (conformidade do óleo diesel A em relação à especificação da ANP), foi de 0,98%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

Tabela 25: Cálculo da EPR_7 (para $R_7 = 4,85\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F	EPR_7
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)	(%)	(%)
i_1 : 0%	3	42,9	2	25,0	1	100,0	6	37,5	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	2	28,6	3	37,5	0	0,0	5	31,3	5,0	0,08
i_3 : de 10% a 20%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	15,0	0,00
i_4 : de 20% a 30%	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	25,0	0,15
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	35,0	0,00
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	45,0	0,00
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	65,0	0,20
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	85,0	0,26
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	95,0	0,29
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		0,98

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 35 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2° questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco n° 7 (conformidade do óleo diesel A em relação à especificação da ANP).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 35: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco n° 7.

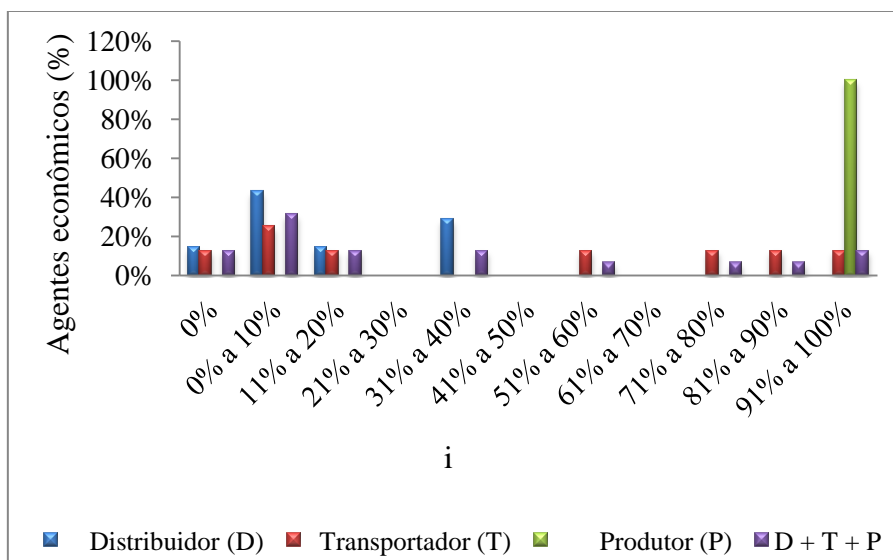
A Tabela 26 mostra que a EPR_8 , referente ao fator de risco n° 8 (infraestrutura portuária), foi de 0,69%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

Tabela 26: Cálculo da EPR_8 (para $R_8 = 2,12\%$).

I: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F (%)	EPR_8 (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
i_1 : 0%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	3	42,9	2	25,0	0	0,0	5	31,3	5,0	0,03
i_3 : de 10% a 20%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	15,0	0,04
i_4 : de 20% a 30%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	25,0	0,00
i_5 : de 30% a 40%	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	35,0	0,09
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	45,0	0,00
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	55,0	0,07
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	75,0	0,10
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	85,0	0,11
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	1	12,5	1	100,0	2	12,5	95,0	0,25
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		0,69

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 36 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 8 (infraestrutura portuária).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 36: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 8.

A Tabela 27 mostra que a EPR_9 , referente ao fator de risco nº 9 (frequência/volume de recebimento de óleo diesel A por balsas), foi de 3,30%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

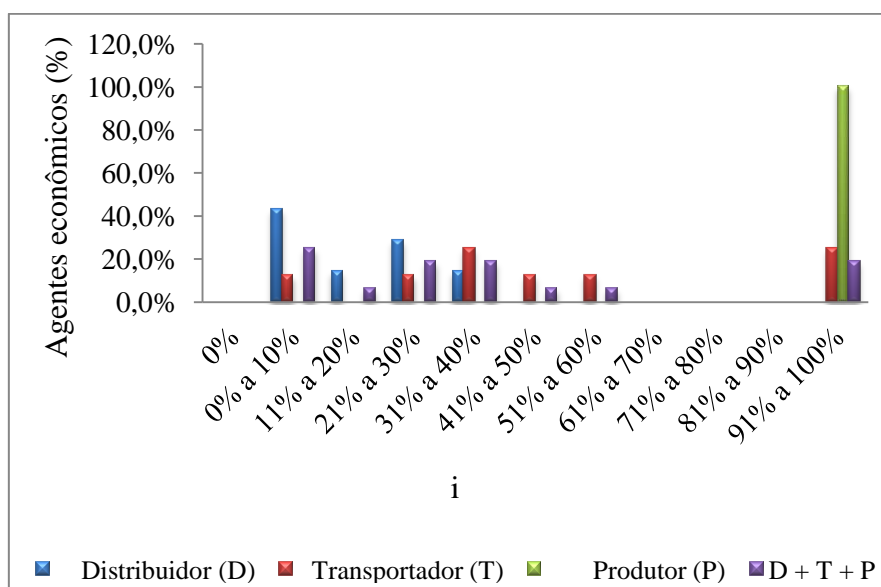
Tabela 27: Cálculo da EPR_9 (para $R_9 = 8,81\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F (%)	EPR_9 (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
i_1 : 0%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	3	42,9	1	12,5	0	0,0	4	25,0	5,0	0,11
i_3 : de 10% a 20%	1	14,3	0	0,0	0	0,0	1	6,3	15,0	0,08
i_4 : de 20% a 30%	2	28,6	1	12,5	0	0,0	3	18,8	25,0	0,41
i_5 : de 30% a 40%	1	14,3	2	25,0	0	0,0	3	18,8	35,0	0,58
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	45,0	0,25
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	55,0	0,30
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00

i_{11} : de 90% a <u>100%</u>	0	0,0	2	25,0	1	100,0	3	18,8	95,0	1,57
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		3,30

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 37 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 9 (frequência/volume de recebimento de óleo diesel A por balsas).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 37: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 9.

A Tabela 28 mostra que a EPR_{10} , referente ao fator de risco nº 10 (infraestrutura aquaviária), foi de 8,11%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

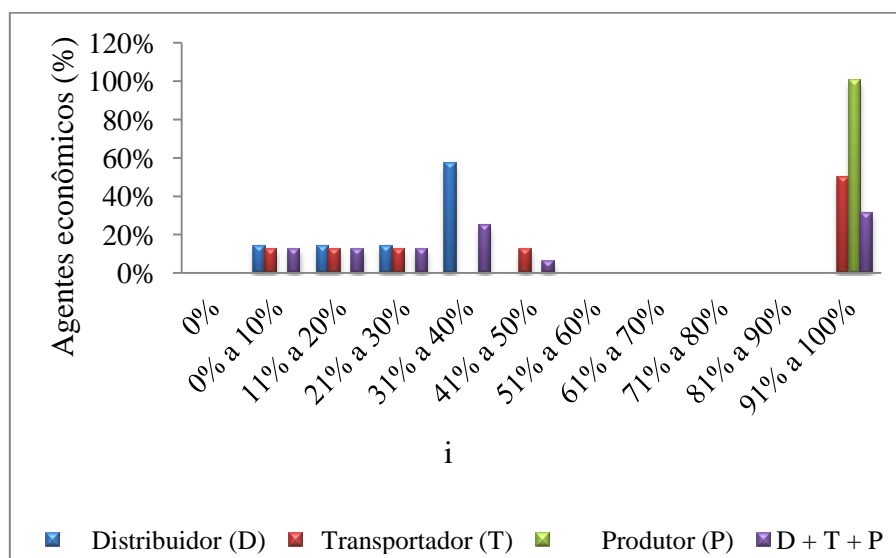
Tabela 28: Cálculo da EPR_{10} (para $R_{10} = 17,29\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F (%)	EPR_{10} (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
i_1 : 0%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,00
i_2 : de 0% a <u>10%</u>	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	5,0	0,11
i_3 : de 10% a <u>20%</u>	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	15,0	0,32
i_4 : de 20% a <u>30%</u>	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	25,0	0,54

i_5 : de 30% a <u>40%</u>	4	57,1	0	0,0	0	0,0	4	25,0	35,0	1,51
i_6 : de 40% a <u>50%</u>	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	45,0	0,49
i_7 : de 50% a <u>60%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a <u>70%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a <u>80%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a <u>90%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a <u>100%</u>	0	0,0	4	50,0	1	100,0	5	31,3	95,0	5,14
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		8,11

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 38 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 10 (infraestrutura aquaviária).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 38: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 10.

A Tabela 29 mostra que a EPR_{11} , referente ao fator de risco nº 11 (frequência/volume recebimento de óleo diesel A por caminhões), foi de 0,28%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

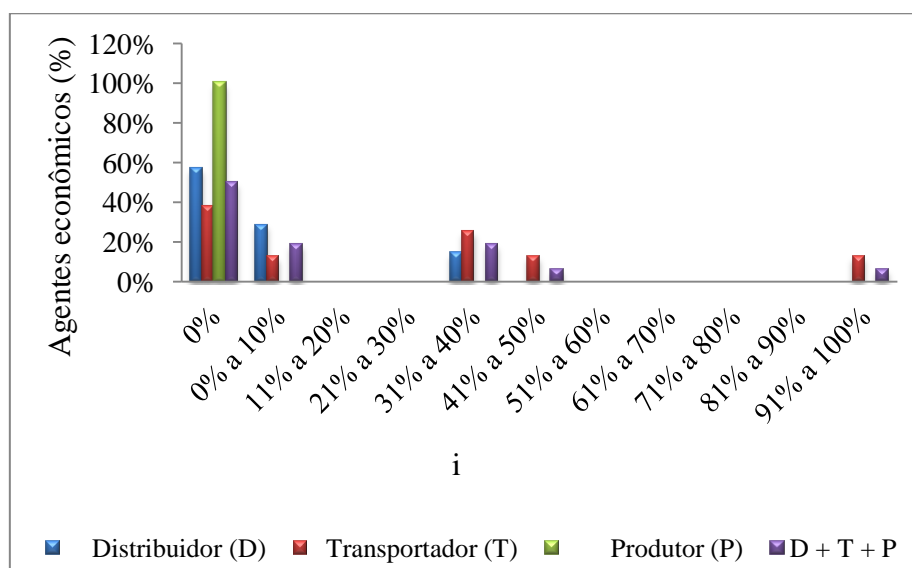
Tabela 29: Cálculo da EPR_{11} (para $R_{11} = 1,70\%$).

I: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F	EPR_{11}
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
									(%)	(%)

i_1 : 0%	4	57,1	3	37,5	1	100,0	8	50,0	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	2	28,6	1	12,5	0	0,0	3	18,8	5,0	0,02
i_3 : de 10% a 20%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	15,0	0,00
i_4 : de 20% a 30%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	25,0	0,00
i_5 : de 30% a 40%	1	14,3	2	25,0	0	0,0	3	18,8	35,0	0,11
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	45,0	0,05
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	95,0	0,10
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		0,28

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 39 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 11 (frequência/volume recebimento de óleo diesel A por caminhões).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 39: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 11.

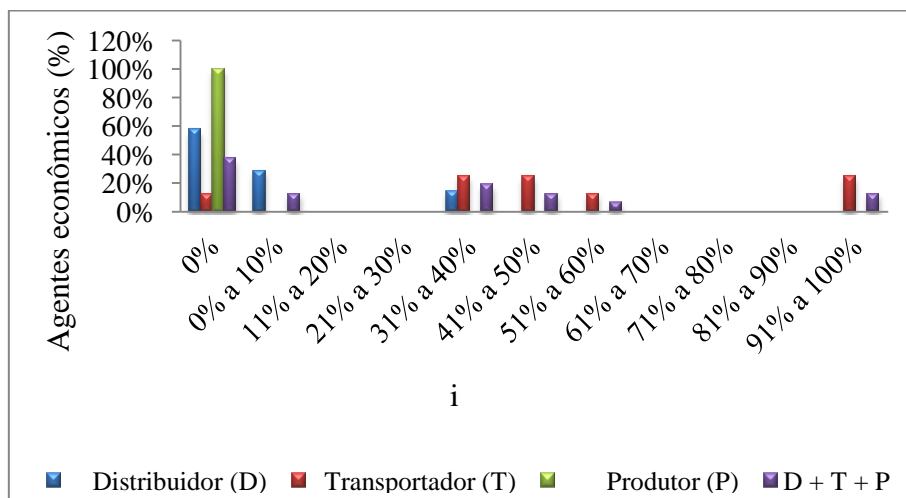
A Tabela 30 mostra que a EPR_{12} , referente ao fator de risco nº 12 (infraestrutura rodoviária), foi de 0,42%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

Tabela 30: Cálculo da EPR_{12} (para $R_{12} = 1,54\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F	EPR_{12} (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)	(%)	
i_1 : 0%	4	57,1	1	12,5	1	100,0	6	37,5	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	5,0	0,01
i_3 : de 10% a 20%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	15,0	0,00
i_4 : de 20% a 30%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	25,0	0,00
i_5 : de 30% a 40%	1	14,3	2	25,0	0	0,0	3	18,8	35,0	0,10
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	45,0	0,08
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	55,0	0,05
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	95,0	0,18
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		0,42

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 40 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 12 (infraestrutura rodoviária).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 40: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco n° 12.

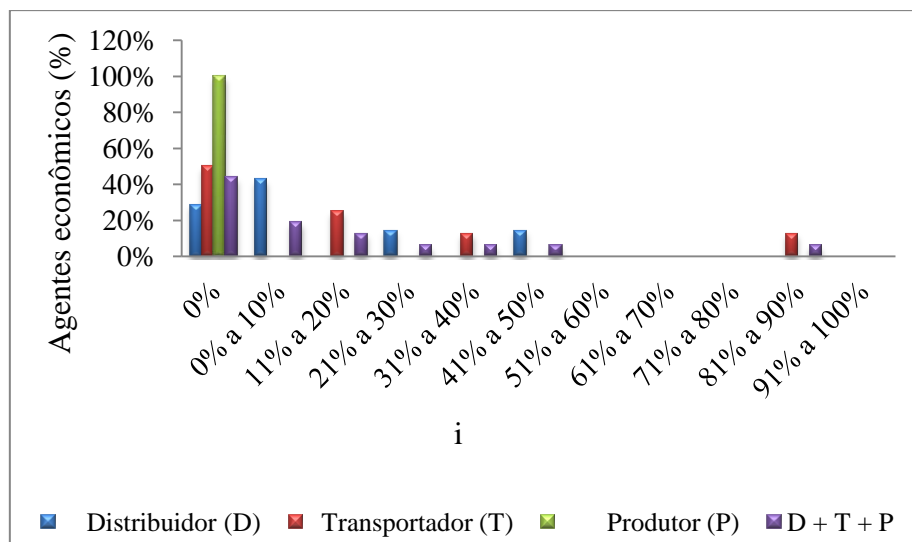
A Tabela 31 mostra que a EPR_{13} , referente ao fator de risco n° 13 (custo - frete rodoviário), foi de 0,29%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

Tabela 31: Cálculo da EPR_{13} (para $R_{13} = 1,96\%$).

I: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F	EPR_{13} (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)	(%)	
i_1 : 0%	2	28,6	4	50,0	1	100,0	7	43,8	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	3	42,9	0	0,0	0	0,0	3	18,8	5,0	0,02
i_3 : de 10% a 20%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	15,0	0,04
i_4 : de 20% a 30%	1	14,3	0	0,0	0	0,0	1	6,3	25,0	0,03
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	35,0	0,04
i_6 : de 40% a 50%	1	14,3	0	0,0	0	0,0	1	6,3	45,0	0,06
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	85,0	0,10
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	95,0	0,00
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		0,29

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 41 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2° questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco n° 13 (custo – frete rodoviário).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 41: Agente (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 13.

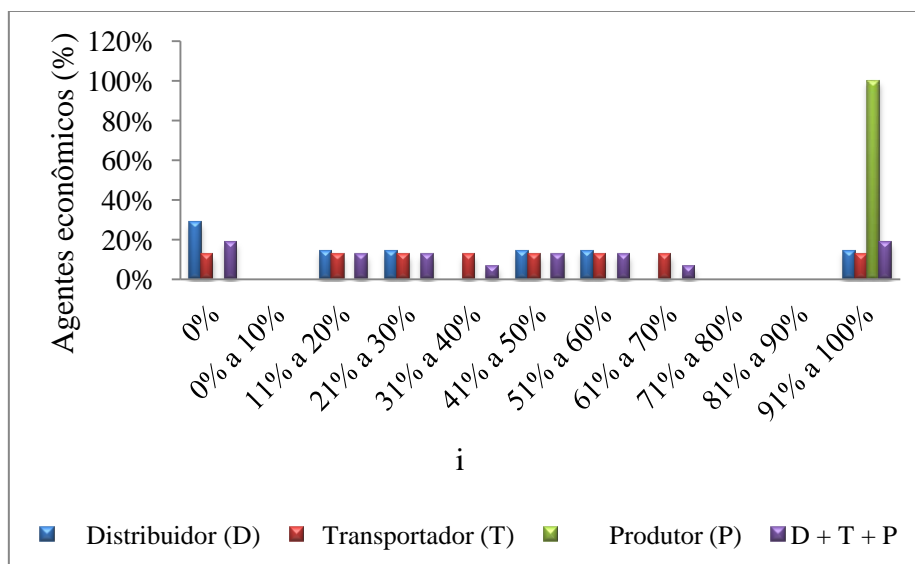
A Tabela 32 mostra que a EPR_{14} , referente ao fator de risco nº 14 (capacidade disponível para uso próprio – m^3), foi de 4,58%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

Tabela 32: Cálculo da EPR_{14} (para $R_{14} = 10,95\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F (%)	EPR_{14} (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
i_1 : 0%	2	28,6	1	12,5	0	0,0	3	18,8	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5,0	0,00
i_3 : de 10% a 20%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	15,0	0,21
i_4 : de 20% a 30%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	25,0	0,34
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	35,0	0,24
i_6 : de 40% a 50%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	45,0	0,62
i_7 : de 50% a 60%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	55,0	0,76
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	65,0	0,45
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a 100%	1	14,3	1	12,5	1	100,0	3	18,8	95,0	1,96
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		4,58

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 42 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 14 (capacidade disponível para uso próprio - m³).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 42: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 14.

A Tabela 33 mostra que a EPR_{15} , referente ao fator de risco nº 15 (capacidade disponível para cessão de espaço - m³), foi de 2,21%, considerando as respostas agregadas de todos agentes econômicos.

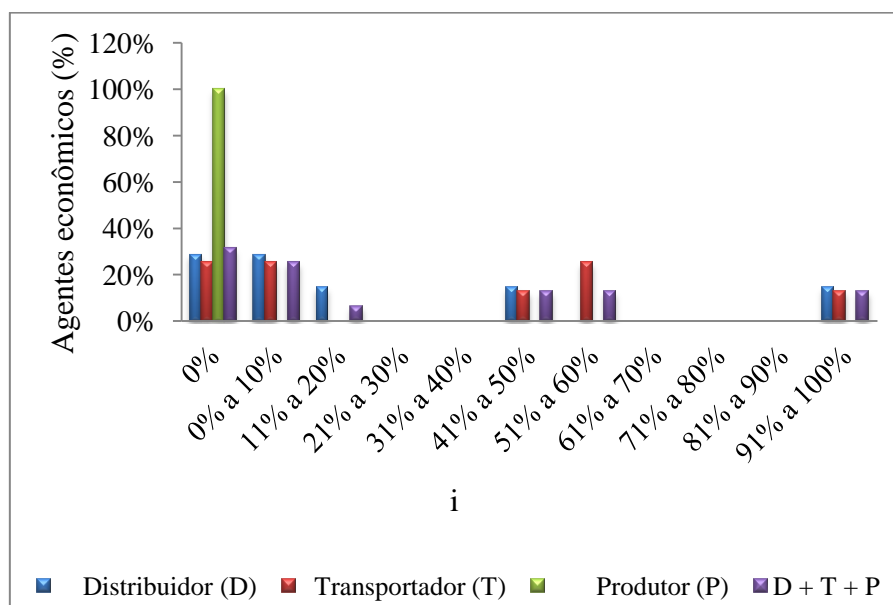
Tabela 33: Cálculo da EPR_{15} (para $R_{15} = 8,33\%$).

I: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F	EPR_{15}
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)	(%)	(%)
i_1 : 0%	2	28,6	2	25,0	1	100,0	5	31,3	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	2	28,6	2	25,0	0	0,0	4	25,0	5,0	0,10
i_3 : de 10% a 20%	1	14,3	0	0,0	0	0,0	1	6,3	15,0	0,08
i_4 : de 20% a 30%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	25,0	0,00
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	35,0	0,00
i_6 : de 40% a 50%	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	45,0	0,47
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	55,0	0,57
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00

i_{11} : de 90% a <u>100%</u>	1	14,3	1	12,5	0	0,0	2	12,5	95,0	0,99
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		2,21

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 43 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 15 (capacidade disponível para cessão de espaço – m³).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 43: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 15.

A Tabela 34 mostra que a EPR_{16} , referente ao fator de risco nº 16 (infraestrutura de descarregamento por meio de balsas), foi de 1,89%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

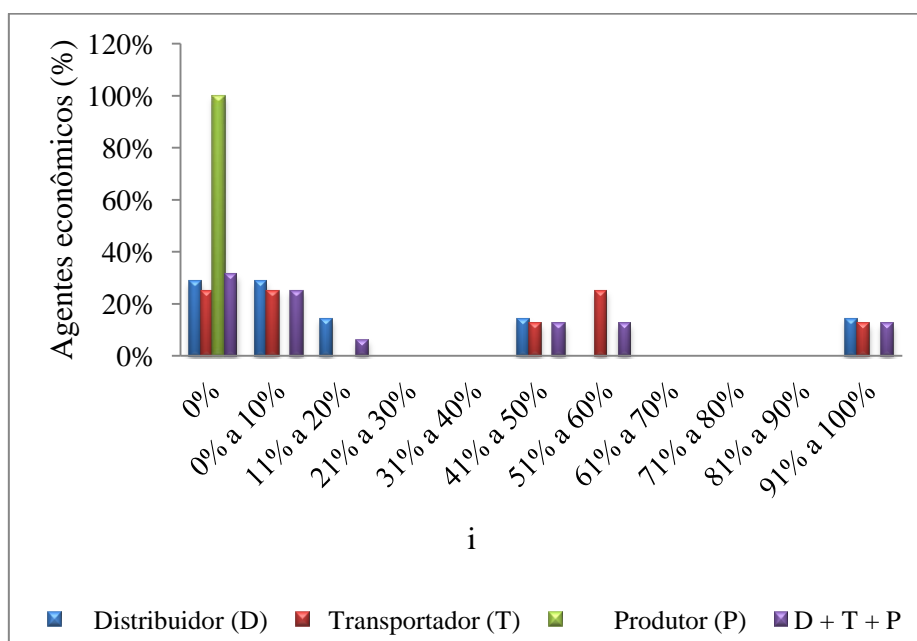
Tabela 34 Cálculo da EPR_{16} (para $R_{16} = 4,94\%$).

i: faixa de intenção de aumento de E_s	D		T		P		D + T + P		F (%)	EPR_{16} (%)
	#	%	#	%	#	%	#	I (%)		
i_1 : 0%	2	28,6	1	12,5	0	0,0	3	18,8	0,0	0,00
i_2 : de 0% a <u>10%</u>	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	5,0	0,03
i_3 : de 10% a <u>20%</u>	1	14,3	0	0,0	0	0,0	1	6,3	15,0	0,05
i_4 : de 20% a <u>30%</u>	2	28,6	2	25,0	0	0,0	4	25,0	25,0	0,31
i_5 : de 30% a <u>40%</u>	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	35,0	0,11

i_6 : de 40% a <u>50%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	45,0	0,00
i_7 : de 50% a <u>60%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a <u>70%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	65,0	0,00
i_9 : de 70% a <u>80%</u>	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	75,0	0,23
i_{10} : de 80% a <u>90%</u>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a <u>100%</u>	0	0,0	3	37,5	1	100,0	4	25,0	95,0	1,16
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		1,89

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 44 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 16 (infraestrutura de descarregamento por meio de balsas).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 44: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 16.

A Tabela 35 mostra que a EPR_{17} , referente ao fator de risco nº 17 (infraestrutura de descarregamento rodoviário), foi de 1,39%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

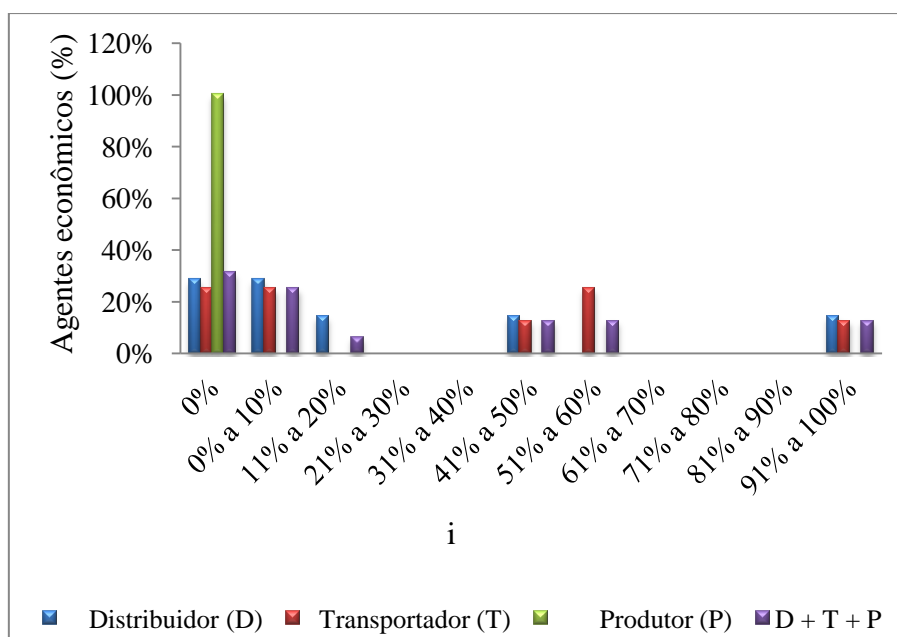
Tabela 35: Cálculo da EPR_{17} (para $R_{17} = 5,19\%$).

i: faixa de intenção de aumento	D	T	P	D + T + P	F	EPR_{17} (%)
---------------------------------	---	---	---	-----------	---	----------------

de E_s	#	%	#	%	#	%	#	I (%)	(%)	
i_1 : 0%	1	14,3	1	12,5	1	100,0	3	18,8	0,0	0,00
i_2 : de 0% a 10%	4	57,1	1	12,5	0	0,0	5	31,3	5,0	0,08
i_3 : de 10% a 20%	2	28,6	0	0,0	0	0,0	2	12,5	15,0	0,10
i_4 : de 20% a 30%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	25,0	0,00
i_5 : de 30% a 40%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	35,0	0,23
i_6 : de 40% a 50%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	45,0	0,15
i_7 : de 50% a 60%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	55,0	0,00
i_8 : de 60% a 70%	0	0,0	1	12,5	0	0,0	1	6,3	65,0	0,21
i_9 : de 70% a 80%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	75,0	0,00
i_{10} : de 80% a 90%	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	85,0	0,00
i_{11} : de 90% a 100%	0	0,0	2	25,0	0	0,0	2	12,5	95,0	0,62
Total	7	100,0	8	100,0	1	100,0	16	100,0		1,39

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Figura 45 mostra o percentual de agentes econômicos, extraído das respostas ao 2º questionário da pesquisa, para cada i (faixa de intenção de aumento de estoque), referente ao fator de risco nº 17 (infraestrutura de descarregamento rodoviário).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 45: Agentes (%) por faixa de intenção de aumento de E_s para o fator de risco nº 17.

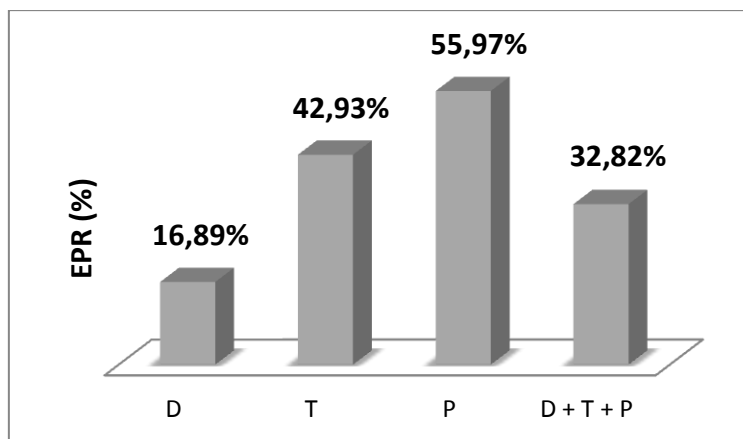
A Tabela 36 mostra que a $EPR_{1->17}$, referente à somatória das EPR para os dezessete fatores de risco, foi de 32,82%, considerando as respostas agregadas de todos os agentes econômicos.

Tabela 36: Cálculo da $EPR_{1->17:D+T+P}$.

Fator de risco (espécie)	R _n (%)	EPR _n (%)
1: Paradas programadas na REMAN	1,79%	0,35%
2: Paradas não previstas na REMAN	3,47%	0,37%
3: Capacidade de armazenagem na REMAN	5,01%	1,48%
4: Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases	4,74%	1,61%
5: Frequência/volume de recebimento na REMAN	8,69%	2,62%
6: Infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN	8,69%	2,25%
7: Conformidade do óleo diesel A em relação à especificação ANP	4,85%	0,98%
8: Infraestrutura portuária	2,12%	0,69%
9: Frequência/volume de recebimento por balsas nas bases	8,81%	3,30%
10: Infraestrutura aquaviária	17,29%	8,11%
11: Frequência/volume de recebimento por caminhões nas bases	1,70%	0,28%
12: Infraestrutura rodoviária	1,54%	0,42%
13: Custo (frete rodoviário)	1,96%	0,29%
14: Capacidade disponível para uso próprio – m ³	10,95%	4,58%
15: Capacidade disponível para cessão de espaço – m ³	8,33%	2,21%
16: Infraestrutura de descarregamento por balsas	4,94%	1,89%
17: Infraestrutura de descarregamento rodoviário	5,19%	1,39%
	100,0%	32,82%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

O resultado das EPR , considerando as respostas separadas por tipo de agente econômico, é apresentado na Figura 46, que totalizaram, respectivamente, $EPR_{1->17:Distribuidor} = 16,89%$, $EPR_{1->17:Transportador} = 42,93%$ e $EPR_{1->17:Produtor} = 55,97%$.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 46: Comparativo entre $EPR_{1->17}$ dos agentes econômicos.

As Tabelas 37, 38 e 39 mostram as $EPR_{1->17}$, considerando as respostas separadas por tipo de agente econômico, por fator de risco.

Tabela 37: Cálculo da $EPR_{1->17:Distribuidor}$.

Fator de risco (espécie)	R _n (%)	EPR_n (%)
1: Paradas programadas na REMAN	2,02%	0,25%
2: Paradas não previstas na REMAN	3,79%	0,24%
3: Capacidade de armazenagem na REMAN	5,95%	0,64%
4: Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases	5,95%	1,06%
5: Frequência/volume de recebimento na REMAN	10,87%	1,16%
6: Infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN	10,87%	1,48%
7: Conformidade do óleo diesel A em relação à especificação ANP	5,97%	0,51%
8: Infraestrutura portuária	2,46%	0,35%
9: Frequência/volume de recebimento por balsas nas bases	11,56%	1,90%
10: Infraestrutura aquaviária	14,96%	3,95%
11: Frequência/volume de recebimento por caminhões nas bases	1,37%	0,09%
12: Infraestrutura rodoviária	1,16%	0,07%
13: Custo (frete rodoviário)	1,64%	0,20%
14: Capacidade disponível para uso próprio - m ³	9,95%	3,34%
15: Capacidade disponível para cessão de espaço - m ³	4,41%	1,04%
16: Infraestrutura de descarregamento por balsas	2,91%	0,31%
17: Infraestrutura de descarregamento rodoviário	4,13%	0,30%
	100,0%	16,89%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Tabela 38: Cálculo da $EPR_{1 \rightarrow 17:Transportador}$.

Fator de risco (espécie)	R _n (%)	EPR _n (%)
1: Paradas programadas na REMAN	1,76%	0,29%
2: Paradas não previstas na REMAN	3,35%	0,52%
3: Capacidade de armazenagem na REMAN	5,01%	1,91%
4: Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases	3,95%	1,63%
5: Frequência/volume de recebimento na REMAN	6,75%	2,62%
6: Infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN	7,58%	3,03%
7: Conformidade do óleo diesel A em relação à especificação ANP	3,29%	1,07%
8: Infraestrutura portuária	1,41%	0,59%
9: Frequência/volume de recebimento por balsas nas bases	6,88%	3,35%
10: Infraestrutura aquaviária	20,01%	11,76%
11: Frequência/volume de recebimento por caminhões nas bases	2,04%	0,55%
12: Infraestrutura rodoviária	1,95%	0,99%
13: Custo (frete rodoviário)	2,22%	0,42%
14: Capacidade disponível para uso próprio - m ³	8,99%	3,76%
15: Capacidade disponível para cessão de espaço - m ³	12,56%	4,08%
16: Infraestrutura de descarregamento por balsas	7,05%	3,92%
17: Infraestrutura de descarregamento rodoviário	5,21%	2,44%
	100,0%	42,93%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Tabela 39: Cálculo da $EPR_{1 \rightarrow 17:Produtor}$.

Fator de risco (espécie)	R _n (%)	EPR _n (%)
1: Paradas programadas na REMAN	0,60%	0,57%
2: Paradas não previstas na REMAN	1,80%	0,00%
3: Capacidade de armazenagem na REMAN	0,90%	0,86%
4: Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases	2,70%	2,57%
5: Frequência/volume de recebimento na REMAN	8,40%	7,98%
6: Infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN	3,60%	0,00%
7: Conformidade do óleo diesel A em relação à especificação ANP	7,20%	0,00%
8: Infraestrutura portuária	4,80%	4,56%
9: Frequência/volume de recebimento por balsas nas bases	4,80%	4,56%
10: Infraestrutura aquaviária	11,20%	10,64%
11: Frequência/volume de recebimento por caminhões nas bases	1,20%	0,00%
12: Infraestrutura rodoviária	1,20%	0,00%
13: Custo (frete rodoviário)	1,60%	0,00%
14: Capacidade disponível para uso próprio - m ³	21,00%	19,95%
15: Capacidade disponível para cessão de espaço - m ³	14,00%	0,00%

16: Infraestrutura de descarregamento por balsas	4,50%	4,28%
17: Infraestrutura de descarregamento rodoviário	10,50%	0,00%
	100,0%	55,97%

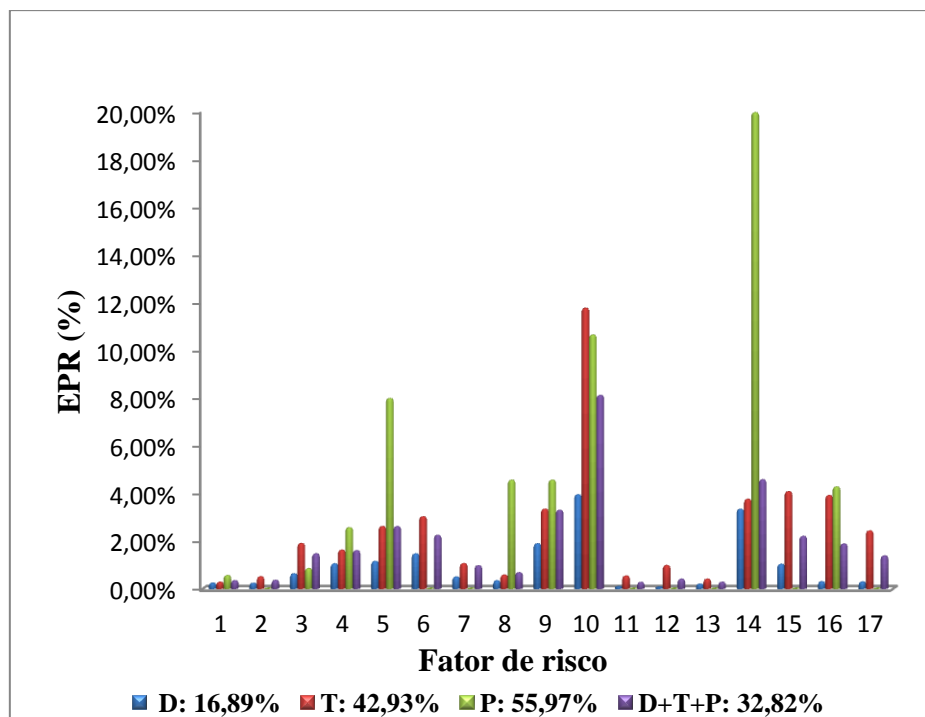
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A Tabela 40 e a Figura 47 apresentam o resumo comparativo entre as $EPR_{I->17}$ para cada segmento de agente econômico, por fator de risco, que integra os fluxos logísticos pesquisados. Consta-se o conservadorismo dos distribuidores ($EPR_{Distribuidor} = 16,89\%$) em relação aos transportadores ($EPR_{Transportador} = 42,93\%$) e ao produtor ($EPR_{Produtor} = 55,97\%$) quanto aos fatores de risco. Já os transportadores, embora tenham quantificado o risco em patamares mais elevados que os distribuidores, foram conservadores em relação ao produtor.

Tabela 40: Comparativo entre $EPR_{I->17}$ dos agentes econômicos.

Fator de Risco	$EPR_{Distribuidor}$	$EPR_{Transportador}$	$EPR_{Produtor}$	EPR_{D+T+P}
1	0,25%	0,29%	0,57%	0,35%
2	0,24%	0,52%	0,00%	0,37%
3	0,64%	1,91%	0,86%	1,48%
4	1,06%	1,63%	2,57%	1,61%
5	1,16%	2,62%	7,98%	2,62%
6	1,48%	3,03%	0,00%	2,25%
7	0,51%	1,07%	0,00%	0,98%
8	0,35%	0,59%	4,56%	0,69%
9	1,90%	3,35%	4,56%	3,30%
10	3,95%	11,76%	10,64%	8,11%
11	0,09%	0,55%	0,00%	0,28%
12	0,07%	0,99%	0,00%	0,42%
13	0,20%	0,42%	0,00%	0,29%
14	3,34%	3,76%	19,95%	4,58%
15	1,04%	4,08%	0,00%	2,21%
16	0,31%	3,92%	4,28%	1,89%
17	0,30%	2,44%	0,00%	1,39%
Total	16,89%	42,93%	55,97%	32,82%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 47: Comparativo entre EPR_n dos agentes econômicos por fator de risco.

A seguir, serão apresentados os resultados da pesquisa em relação às respostas ao 3º questionário, que trata da variabilidade da EPR ao longo do ano.

As respostas dos agentes econômicos ao 3º questionário permitiu mapear, ao longo do ano, a variabilidade da EPR (calculada pela Equação 2, a partir de dados colhidos no 2º questionário) em relação aos dezessete fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho. A Tabela 41 e as Figuras 48 e 49, com o resumo das respostas ao 3º questionário, mostraram que a percepção dos impactos dos fatores de risco (EPR) sobre o estoque de segurança não foi linear ao longo do ano.

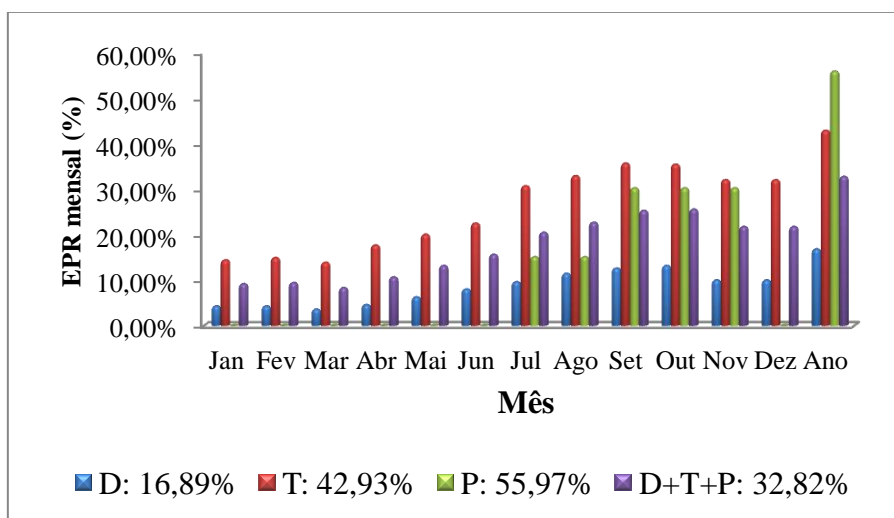
Tabela 41: Sazonalidade da EPR ao longo do ano.

Mês	$EPR_{Distribuidor}$ (%)	$EPR_{Transportador}$ (%)	$EPR_{Produtor}$ (%)	EPR_{D+T+P} (%)
Janeiro	4,38	14,48	0,00	9,26
Fevereiro	4,38	14,99	0,00	9,51
Março	3,69	13,96	0,00	8,40
Abril	4,65	17,74	0,00	10,74
Mai	6,35	20,12	0,00	13,24

Junho	8,09	22,57	0,00	15,69
Julho	9,70	30,75	15,20	20,55
Agosto	11,53	32,98	15,20	22,74
Setembro	12,68	35,74	30,31	25,34
Outubro	13,23	35,50	30,31	25,62
Novembro	10,06	32,11	30,31	21,82
Dezembro	8,59	23,73	0,00	16,25
ANO	16,89	42,93	55,97	32,82

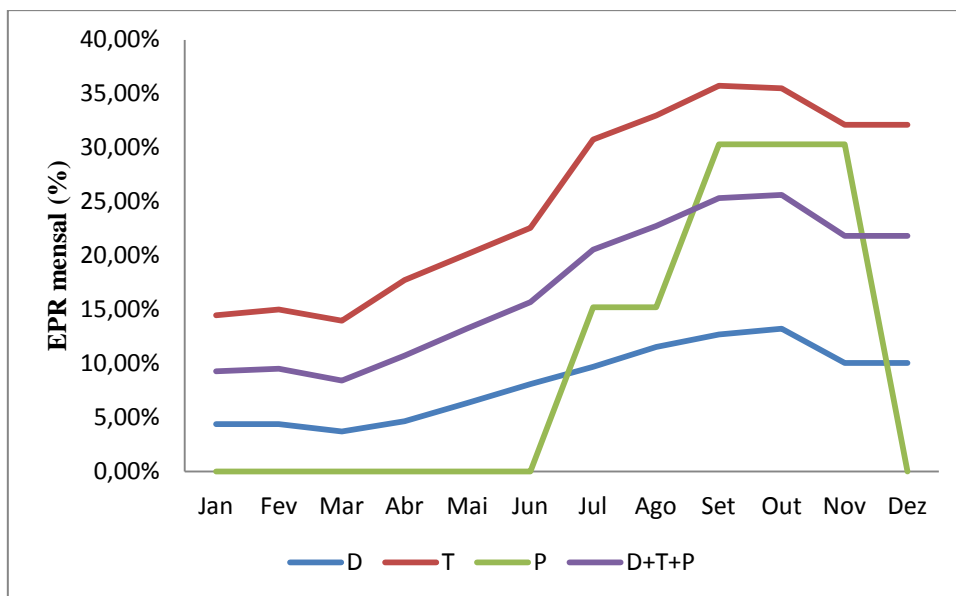
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Constatou-se, assim, que o impacto anualizado dos fatores de risco sobre o estoque de segurança ($EPR_{Distribuidor} = 16,89\%$, $EPR_{Transportador} = 42,93\%$, $EPR_{Produtor} = 55,97\%$ e $EPR_{D+T+P} = 32,82\%$), conforme calculado na subseção anterior, não se materializaria na sua totalidade, na visão dos agentes econômicos, em qualquer mês do ano.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

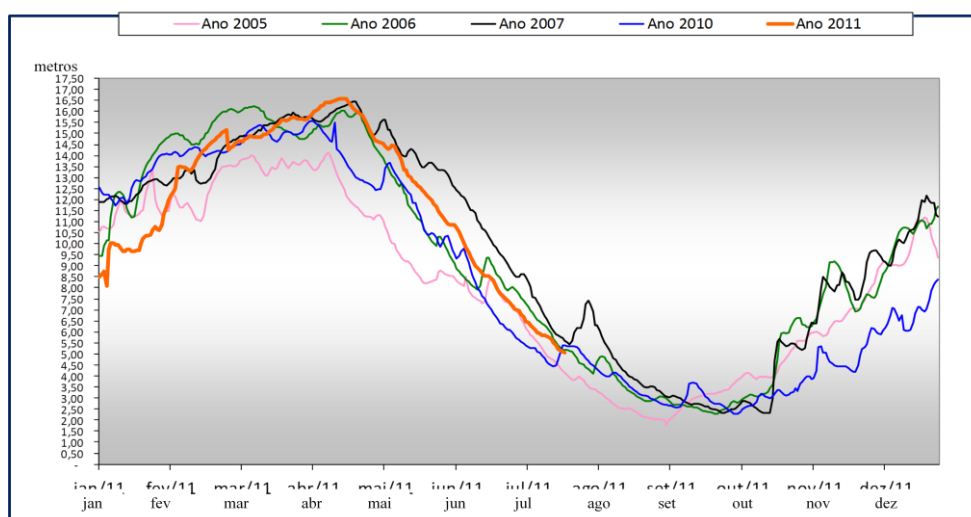
Figura 48: Sazonalidade da *EPR* ao longo do ano (gráfico de barras).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Figura 49: Sazonalidade da *EPR* ao longo do ano (gráfico de linhas).

A Figura 50 apresenta a variação na profundidade do Rio Madeira no período de 2005 a 2011 (TRANSPETRO, 2011). Comparando-se as Figuras 49 e 50, constata-se que os meses de menor profundidade do Rio Madeira (período de seca), setembro e outubro, coincidem com os meses de maiores *EPR*. Por outro lado, os meses de cheia do Rio Madeira, março e abril, estão associados aos de menores *EPR*.



Fonte: TRANSPETRO, 2011.

Figura 50: Profundidade do Rio Madeira ao longo do ano.

5.4. Cálculo do estoque de segurança, aplicando a abordagem clássica – Equação 1 (passo 7)

A Tabela 42 apresenta o resumo dos cálculos de E_S em Porto Velho, no período de janeiro/2010 a dezembro/2010, para NS de 90%, 95% e 99%. As informações sobre *lead time* foram fornecidas diretamente pelos cinco distribuidores que operam as bases primárias em Manaus, de onde é transferido o óleo diesel A para as bases secundárias em Porto Velho (para efeito dos cálculos, as bases secundárias foram agrupadas e consideradas como um único polo de armazenagem em Porto Velho).

Como a demanda atendeu o teste de normalidade, a componente resultante da multiplicação “ $L (\sigma_D)^2$ ”, extraída da Equação 1, teve pouco peso no cálculo de E_S . Por outro lado, na presença de variações acentuadas no *lead time*, conforme se observa na coluna σ_L da Tabela 42, a componente “ $(\sigma_L)^2 D^2$ ” da Equação 1 teve relevância significativa na determinação de E_S , apontando que o *lead time* pode estar embutindo ineficiências associadas a fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A até as bases secundárias em Porto Velho.

Tabela 42: Cálculo do estoque de segurança (E_S) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, utilizando a abordagem clássica.

Mês/ano	σ_L (dias)	L (dias)	σ_D (m ³ /dia)	D (m ³ /dia)	E_S (m ³) NS : 90%	E_S (m ³) NS : 95%	E_S (m ³) NS : 99%
01/2010	4,89	13,75	717,54	1.951,99	12.689,40	16.258,30	23.098,70
02/2010	6,36	15,07	464,89	2.573,23	21.086,90	27.017,60	38.384,70
03/2010	11,05	17,22	366,54	2.633,05	37.294,20	47.783,20	67.887,10
04/2010	8,69	17,19	575,56	2.776,35	31.033,70	39.761,90	56.491,00
05/2010	5,00	16,00	658,74	3.000,26	19.495,60	24.978,70	35.488,10
06/2010	3,90	14,88	881,70	3.013,05	15.666,30	20.072,50	28.517,60
07/2010	5,43	16,13	585,04	3.144,75	22.068,40	28.275,10	40.171,40
08/2010	5,34	18,50	696,61	2.884,72	20.093,60	25.744,90	36.576,60
09/2010	7,14	15,88	546,56	2.485,52	22.880,80	29.316,00	41.650,20
10/2010	4,64	14,09	619,89	2.392,77	14.533,50	18.621,10	26.455,50
11/2010	4,43	15,57	571,77	2.789,93	16.094,20	20.620,70	29.296,50
12/2010	3,64	15,64	553,58	2.336,82	11.238,70	14.399,60	20.458,00

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANP e distribuidores (2011).

Os resultados apresentados na Tabela 42 vão ao encontro de CAI et al. (2011), que associam a gestão de estoque de segurança à gestão de conflitos oriundos de variações no *lead time*, sustentando que é possível otimizar estoques de segurança por meio de melhorias no *lead time* (média e desvio-padrão), dado o nível de serviço proposto ao cliente.

5.5. Recálculo do estoque de segurança, aplicando a metodologia proposta – Equações 2 e 3 (passo 8)

Na Tabela 43 estão apresentados, a partir dos valores dispostos na Tabela 41, o fator de desconto ($1 + EPR$) de ineficiências no *lead time* a ser utilizado na Equação 3. Vale lembrar que a *EPR* foi calculada pela Equação 2, utilizando-se os dados colhidos no 2º questionário, e que a variabilidade da *EPR*, ao longo do ano, foi obtida utilizando-se os dados colhidos no 3º questionário. Assim, como para cada mês há um valor específico da *EPR*, o cálculo de E_{SR} considerou a sazonalidade do risco.

Tabela 43: Fator de desconto ($1 + EPR$) de ineficiências no *lead time*.

Mês	$1+EPR_{Distribuidor}$	$1+EPR_{Transportador}$	$1+EPR_{Produtor}$	$1+EPR_{D+T+P}$
Janeiro	1,0438	1,1448	1,0000	1,0926
Fevereiro	1,0438	1,1499	1,0000	1,0951
Março	1,0369	1,1396	1,0000	1,0840
Abril	1,0465	1,1774	1,0000	1,1074
Mai	1,0635	1,2012	1,0000	1,1324
Junho	1,0809	1,2257	1,0000	1,1569
Julho	1,0970	1,3075	1,1520	1,2055
Agosto	1,1153	1,3298	1,1520	1,2274
Setembro	1,1268	1,3574	1,3031	1,2534
Outubro	1,1323	1,3550	1,3031	1,2562
Novembro	1,1006	1,3211	1,3031	1,2182
Dezembro	1,0859	1,2373	1,0000	1,1625
ANO	1,1689	1,4293	1,5597	1,3282

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

São apresentados na Tabela 44 o recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) nas bases secundárias de Porto Velho, por meio da aplicação das Equações 2 e 3, considerando os riscos agregados para todos os agentes econômicos (EPR_{D+T+P}), para os três níveis de

serviço oferecido pelo distribuidor (90%, 95% e 99%), e as estatísticas de demanda (D ; σ_D) e *lead time* (L ; σ_L) no ano de 2010.

Tabela 44: Recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, expurgando as incertezas no *lead time* - resultados agregados (EPR_{D+T+P}).

Mês/ano	σ_L	L	σ_D	D	E_{SR} (m ³)	E_{SR} (m ³)	E_{SR} (m ³)
	(dias)	(dias)	(m ³ /dia)	(m ³ /dia)	NS : 90%	NS : 95%	NS : 99%
01/2010	4,89	13,75	717,54	1.951,99	11.652,70	14.930,00	21.211,50
02/2010	6,36	15,07	464,89	2.573,23	19.266,60	24.685,40	35.071,30
03/2010	11,05	17,22	366,54	2.633,05	34.408,20	44.085,50	62.633,60
04/2010	8,69	17,19	575,56	2.776,35	28.038,50	35.924,30	51.038,80
05/2010	5,00	16,00	658,74	3.000,26	17.250,30	22.101,90	31.400,90
06/2010	3,90	14,88	881,70	3.013,05	13.623,50	17.455,10	24.799,00
07/2010	5,43	16,13	585,04	3.144,75	18.341,30	23.499,80	33.387,00
08/2010	5,34	18,50	696,61	2.884,72	16.438,50	21.061,80	29.923,20
09/2010	7,14	15,88	546,56	2.485,52	18.289,30	23.433,10	33.292,20
10/2010	4,64	14,09	619,89	2.392,77	11.631,50	14.902,90	21.173,00
11/2010	4,43	15,57	571,77	2.789,93	13.257,80	16.986,60	24.133,40
12/2010	3,64	15,64	553,58	2.336,82	9.716,40	12.449,20	17.687,00

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANP e de distribuidores (2011).

As Tabelas 45, 46 e 47 apresentam o cálculo de E_{SR} , sob a ótica de cada agente econômico, nas bases secundárias de Porto Velho, por meio da aplicação das Equações 2 e 3, descontando-se, respectivamente, as $EPR_{Distribuidor}$, $EPR_{Transportador}$ e $EPR_{Transportador}$, para os três níveis de serviço (90%, 95% e 99%), referente às estatísticas de demanda (D ; σ_D) e *lead time* (L ; σ_L) no ano de 2010.

Tabela 45: Recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, expurgando as incertezas no *lead time* - ótica dos distribuidores

($EPR_{Distribuidor}$).

Mês/ano	σ_L	L	σ_D	D (m ³ /dia)	E_{SR} (m ³)	E_{SR} (m ³)	E_{SR} (m ³)
	(dias)	(dias)	(m ³ /dia)		NS : 90%	NS : 95%	NS : 99%
01/2010	4,89	13,75	717,54	1.951,99	12.176,10	15.600,70	22.164,40
02/2010	6,36	15,07	464,89	2.573,23	20.207,30	25.890,60	36.783,70
03/2010	11,05	17,22	366,54	2.633,05	35.968,80	46.085,00	65.474,50
04/2010	8,69	17,19	575,56	2.776,35	29.661,40	38.003,70	53.993,10
05/2010	5,00	16,00	658,74	3.000,26	18.349,00	23.509,60	33.400,80

06/2010	3,90	14,88	881,70	3.013,05	14.539,00	18.628,10	26.465,50
07/2010	5,43	16,13	585,04	3.144,75	20.135,20	25.798,20	36.652,30
08/2010	5,34	18,50	696,61	2.884,72	18.054,10	23.131,80	32.864,10
09/2010	7,14	15,88	546,56	2.485,52	20.325,10	26.041,50	36.998,00
10/2010	4,64	14,09	619,89	2.392,77	12.871,00	16.491,00	23.429,30
11/2010	4,43	15,57	571,77	2.789,93	14.646,80	18.766,20	26.661,80
12/2010	3,64	15,64	553,58	2.336,82	10.377,30	13.295,90	18.889,90

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANP e de distribuidores (2011).

Tabela 46: Recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, expurgando as incertezas no *lead time* - ótica dos transportadores

($EPR_{Transportador}$).

Mês/ano	σ_L	L	σ_D	D	E_{SR} (m ³)	E_{SR} (m ³)	E_{SR} (m ³)
	(dias)	(dias)	(m ³ /dia)	(m ³ /dia)	NS : 90%	NS : 95%	NS : 99%
01/2010	4,89	13,75	717,54	1.951,99	11.142,10	14.275,80	20.282,10
02/2010	6,36	15,07	464,89	2.573,23	18.354,50	23.516,70	33.410,90
03/2010	11,05	17,22	366,54	2.633,05	32.731,90	41.937,80	59.582,30
04/2010	8,69	17,19	575,56	2.776,35	26.380,50	33.800,00	48.020,70
05/2010	5,00	16,00	658,74	3.000,26	16.278,90	20.857,30	29.632,70
06/2010	3,90	14,88	881,70	3.013,05	12.892,50	16.518,50	23.468,30
07/2010	5,43	16,13	585,04	3.144,75	16.926,50	21.687,00	30.811,50
08/2010	5,34	18,50	696,61	2.884,72	15.200,70	19.475,90	27.670,10
09/2010	7,14	15,88	546,56	2.485,52	16.901,00	21.654,40	30.765,10
10/2010	4,64	14,09	619,89	2.392,77	10.805,50	13.844,60	19.669,40
11/2010	4,43	15,57	571,77	2.789,93	12.245,30	15.689,20	22.290,20
12/2010	3,64	15,64	553,58	2.336,82	9.150,00	11.723,50	16.655,90

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANP e de distribuidores (2011).

Tabela 47: Recálculo do estoque de segurança (E_{SR}) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, expurgando as incertezas no *lead time* - ótica do produtor ($EPR_{Produtor}$).

Mês/ano	σ_L	L	σ_D	D	E_{SR} (m ³)	E_{SR} (m ³)	E_{SR} (m ³)
	(dias)	(dias)	(m ³ /dia)	(m ³ /dia)	NS : 90%	NS : 95%	NS : 99%
01/2010	4,89	13,75	717,54	1.951,99	12.689,40	16.258,30	23.098,70
02/2010	6,36	15,07	464,89	2.573,23	21.086,90	27.017,60	38.384,70
03/2010	11,05	17,22	366,54	2.633,05	37.294,20	47.783,20	67.887,10
04/2010	8,69	17,19	575,56	2.776,35	31.033,70	39.761,90	56.491,00
05/2010	5,00	16,00	658,74	3.000,26	19.495,60	24.978,70	35.488,10
06/2010	3,90	14,88	881,70	3.013,05	15.666,30	20.072,50	28.517,60
07/2010	5,43	16,13	585,04	3.144,75	19.183,60	24.579,00	34.920,20

08/2010	5,34	18,50	696,61	2.884,72	17.490,60	22.409,80	31.838,30
09/2010	7,14	15,88	546,56	2.485,52	17.598,20	22.547,70	32.034,20
10/2010	4,64	14,09	619,89	2.392,77	11.223,80	14.380,50	20.430,90
11/2010	4,43	15,57	571,77	2.789,93	12.410,80	15.901,40	22.591,60
12/2010	3,64	15,64	553,58	2.336,82	11.238,70	14.399,60	20.458,00

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

5.6. Medição, se houver, do superdimensionamento do estoque de segurança: [Equação 1 - Equação 3 (Equação 2)]: “passo 9”

A diferença entre os valores originais de estoque de segurança calculados pela abordagem clássica (Equação 1) e os valores recalculados pela metodologia proposta (Equações 2 e 3), considerando os resultados agregados, está apresentada na Tabela 48, que aponta a redução no estoque de segurança (E_S), mês a mês, nas bases secundárias de Porto Velho, devido ao expurgo das ineficiências sobre o *lead time* associadas à *EPR*.

Tabela 48: Redução mensal no E_S em face do desconto do fator $1 + EPR_{D+T+P}$.

Mês /ano	E_s (m ³)	E_s (m ³)	E_s (m ³)
	NS : 90%	NS : 95%	NS : 99%
01/2010	1.036,80	1.328,40	1.887,30
02/2010	1.820,20	2.332,20	3.313,40
03/2010	2.886,00	3.697,70	5.253,50
04/2010	2.995,20	3.837,60	5.452,20
05/2010	2.245,30	2.876,80	4.087,20
06/2010	2.042,90	2.617,40	3.718,70
07/2010	3.727,10	4.775,30	6.784,40
08/2010	3.655,10	4.683,00	6.653,40
09/2010	4.591,50	5.882,90	8.358,00
10/2010	2.902,00	3.718,20	5.282,50
11/2010	2.836,40	3.634,20	5.163,20
12/2010	1.522,30	1.950,40	2.771,10

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Pela análise da Tabela 48, pode ser constatado que, em setembro/2010, para o nível de serviço de 95,0%, o estoque de segurança (E_S) em Porto Velho poderia ser reduzido em 5.882,90 m³, se os fatores de risco causadores de incertezas no *lead time* fossem totalmente mitigados.

As tabelas 49, 50 e 51 apresentam o resumo comparativo, entre os agentes econômicos, da redução do estoque de segurança ($E_S - E_{SR}$), a partir da diferença entre os valores contidos na Tabela 42 (E_S) e aqueles contidos nas Tabelas 44, 45, 46 e 47 (E_{SR}), para os três níveis de serviço oferecido pelos distribuidores, 90,0%, 95,0% e 99,0%, respectivamente, considerando que todas as ineficiências do *lead time*, embutidas nas *EPR* mensais, tivessem sido sanadas.

Tabela 49: Redução no estoque de segurança ($E_S - E_{SR}$) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, por agente, expurgando-se as ineficiências no *lead time*, para nível de serviço de 90,0 %.

Mês/Ano	Distribuidor	Transportador	Produtor	D+T+P
	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)
01/2010	513,30	1.547,40	-	1.036,80
02/2010	879,50	2.732,40	-	1.820,20
03/2010	1.325,40	4.562,30	-	2.886,00
04/2010	1.372,30	4.653,20	-	2.995,20
05/2010	1.146,60	3.216,70	-	2.245,30
06/2010	1.127,30	2.773,90	-	2.042,90
07/2010	1.933,20	5.141,90	2.884,80	3.727,10
08/2010	2.039,50	4.892,90	2.603,00	3.655,10
09/2010	2.555,70	5.979,80	5.282,60	4.591,50
10/2010	1.662,50	3.728,00	3.309,70	2.902,00
11/2010	1.447,40	3.849,00	3.683,40	2.836,40
12/2010	861,40	2.088,70	-	1.522,30

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Tabela 50: Redução no estoque de segurança ($E_S - E_{SR}$) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, por agente, expurgando-se as ineficiências no *lead time*, para nível de serviço de 95,0 %.

Mês/Ano	Distribuidor	Transportador	Produtor	D+T+P
	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)
01/2010	657,70	1.982,60	-	1.328,40
02/2010	1.126,90	3.500,90	-	2.332,20
03/2010	1.698,10	5.845,40	-	3.697,70
04/2010	1.758,20	5.962,00	-	3.837,60
05/2010	1.469,10	4.121,40	-	2.876,80

06/2010	1.444,40	3.554,00	-	2.617,40
07/2010	2.477,00	6.588,10	3.696,10	4.775,30
08/2010	2.613,10	6.269,00	3.335,10	4.683,00
09/2010	3.274,50	7.661,60	6.768,30	5.882,90
10/2010	2.130,10	4.776,50	4.240,60	3.718,20
11/2010	1.854,50	4.931,50	4.719,30	3.634,20
12/2010	1.103,70	2.676,20	-	1.950,40

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Tabela 51: Redução no estoque de segurança ($E_S - E_{SR}$) de óleo diesel A em Porto Velho/RO, por agente, expurgando-se as ineficiências no *lead time*, para nível de serviço de 99,0 %.

Mês/Ano	Distribuidor	Transportador	Produtor	D+T+P
	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)	$E_S - E_{SR}$ (m ³)
01/2010	934,40	2.816,70	-	1.887,30
02/2010	1.601,00	4.973,80	-	3.313,40
03/2010	2.412,60	8.304,80	-	5.253,50
04/2010	2.498,00	8.470,30	-	5.452,20
05/2010	2.087,20	5.855,40	-	4.087,20
06/2010	2.052,10	5.049,30	-	3.718,70
07/2010	3.519,10	9.359,90	5.251,20	6.784,40
08/2010	3.712,50	8.906,50	4.738,30	6.653,40
09/2010	4.652,20	10.885,10	9.616,00	8.358,00
10/2010	3.026,30	6.786,10	6.024,70	5.282,50
11/2010	2.634,80	7.006,30	6.704,90	5.163,20
12/2010	1.568,10	3.802,10	-	2.771,10

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

A seção 6 se dedicará à análise dos resultados do estudo de caso para o polo de bases de armazenagem de distribuidores em Porto Velho, no qual foram identificados e mensurados dezessete fatores de risco que impactam sobre o estoque de segurança nesse polo.

Serão discutidos a relevância, o impacto e a sazonalidade dos fatores de risco, bem como serão apresentadas recomendações de mitigação dos riscos incidentes nos fluxos logísticos no polo de Porto Velho.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

A análise de resultados do estudo de caso realizado em bases de distribuidores em Porto Velho, conforme apresentado na Seção 5, no qual foi aplicada a metodologia proposta para cálculo de estoque de segurança de óleo diesel A na presença de incertezas no *lead time* relacionados aos fluxos logísticos, abordará a relevância, o impacto e a sazonalidade dos fatores de risco sobre o estoque de segurança. Também será apresentada uma breve avaliação do custo adicional com a manutenção de estoque de segurança sobrecarregado (ineficiente). Concluindo, serão recomendadas ações de prevenção de risco (plano de mitigação dos fatores de risco) focadas nos fluxos logísticos do estudo de caso.

6.1. Relevância dos fatores de risco (R)

A relevância das três famílias de fatores de risco variou entre os agentes econômicos. O produtor viu mais risco nas bases de armazenagem (sob a responsabilidade de distribuidores), enquanto os distribuidores atribuíram maior risco às fontes de suprimento (sob a responsabilidade do produtor). Esta divergência pode se amparar em duas hipóteses distintas: produtor e distribuidores poderiam ter dificuldades (miopia) em quantificar a relevância do risco ligado ao seu próprio processo operacional; ou produtor e distribuidores, de forma defensiva, tentaram transferir a responsabilidade pelas ineficiências nos fluxos logísticos para fora de seus limites operacionais. Quanto aos transportadores, equilibraram o risco entre as três famílias de fatores.

A família que agrupa os fatores de risco “fontes de suprimento” é composta por três gêneros e oito espécies. Quando se analisa a relevância dos gêneros associados a essa família de fatores de risco, distribuidores e transportadores concentraram o risco tanto no gênero “produção própria da REMAN”, quanto no gênero “transbordo da produção nacional”, enquanto o produtor (PETROBRAS-REMAN), apesar de ter atribuído peso à relevância do risco dos gêneros “transbordo da produção nacional” e “transbordo da importação”, deu pouca ênfase ao risco do gênero “produção própria da REMAN”, sob sua responsabilidade. No agrupamento de todos os agentes, prevaleceu a visão de distribuidores e transportadores.

Dentro do gênero “produção própria da REMAN”, houve convergência da relevância do risco apenas para a espécie “paradas programadas na REMAN”. Nas demais espécies, distribuidor e transportador se alinharam quanto à relevância do risco, divergindo do produtor, que minimizou o risco relacionado com a espécie “capacidade de armazenagem na REMAN” e focou mais no risco envolvendo as espécies “frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases” e “paradas não previstas na REMAN”. No resultado agregado, prevaleceu a posição do distribuidor.

No que diz respeito ao gênero “transbordo da produção nacional”, distribuidores e transportadores convergiram quanto à relevância do risco das espécies relacionadas, enquanto o produtor atribuiu maior relevância à espécie “frequência/volume de recebimento na REMAN” (sob a responsabilidade da TRANSPETRO), atenuando a relevância do risco relacionado à espécie “infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN” (sob sua responsabilidade). No resultado agrupado, prevaleceu a percepção de distribuidores e transportadores.

Quanto ao gênero “transbordo da importação”, houve convergência da relevância do risco entre distribuidores e transportadores para as espécies “conformidade do óleo diesel A em relação à especificação da ANP” e “infraestrutura portuária”, que muito se aproximou da visão do produtor.

A família que agrupa os fatores de risco “modos de transporte” é composta por dois gêneros e cinco espécies. Quando se analisa a relevância dos gêneros associados a essa família de fatores de risco, o gênero “transporte fluvial por meio de balsas” foi unânime e inquestionável entre os agentes econômicos como o de risco mais relevante, relegando ao segundo plano o gênero “transporte rodoviário”. Este resultado já era esperado, em face da hidrovia do Rio Madeira ser o elo principal de ligação entre origem e destino dos fluxos logísticos de óleo diesel A até as bases secundárias de Porto Velho.

No que diz respeito ao gênero “transporte fluvial por meio de balsas”, houve convergência do risco percebido entre produtor e transportadores para as espécies relacionadas, que se distanciou da visão do distribuidor. Enquanto os primeiros deram mais relevância ao risco relacionado à espécie “infraestrutura aquaviária (Rio Madeira)”, o distribuidor viu na espécie “frequência/volume de recebimento por balsas

nas bases”, voltada para o nível de serviço oferecido pelos transportadores, como o risco de maior relevância. No valor agregado, prevaleceu a visão dos transportadores e do produtor.

Para o gênero “transporte rodoviário”, houve convergência entre os agentes econômicos quanto à relevância do risco das espécies relacionadas. Deve-se frisar, mais uma vez, que o transporte rodoviário tem o papel de fluxo logístico alternativo, só acionado em situações de restrições na navegabilidade no Rio Madeira.

A família dos fatores de risco “bases de armazenagem” é composta por dois gêneros e quatro espécies. Quando se analisa a relevância dos gêneros associados a essa família de fatores de risco, verifica-se que houve convergência entre os agentes econômicos quanto à relevância do risco das espécies relacionadas. A maior relevância foi atribuída à espécie “capacidade de armazenagem nas bases”, ficando a espécie “infraestrutura de descarregamento nas bases” relegada ao segundo plano.

O gênero “capacidade de armazenagem” teve na espécie “capacidade disponível para uso próprio - m³”, sob a ótica de todos os agentes econômicos, relevância de risco muito superior àquela da espécie “capacidade disponível para cessão de espaço - m³”. Este resultado já era esperado, pois a cessão de espaço é secundária (alternativa), isto é, só se concretiza quando há ociosidade na capacidade própria (principal forma de se armazenar óleo diesel A).

Em relação ao gênero “infraestrutura de descarregamento”, também houve convergência na relevância do risco percebido pelos agentes econômicos para as espécies relacionadas, que expressaram maior preocupação com a espécie “infraestrutura de descarregamento por balsas” se comparada à relevância da espécie “Infraestrutura de descarregamento rodoviário”. Esta constatação também já era esperada, em face de o modo de transporte rodoviário ser apenas uma alternativa ao modo de transporte aquaviário para os fluxos logísticos estudados.

Em resumo, como pode ser extraído da Tabela 14, a espécie “infraestrutura aquaviária” (fator de risco nº 10), inserida no gênero “transporte aquaviário” da família “modos de transporte”, foi o fator de risco mais relevante na visão consolidada dos agentes

econômicos, alcançando relevância relativa de 17,29% ($R_{10} = 31,30\% \times 83,40\% \times 66,25\%$).

O segundo fator de risco mais relevante derivou da espécie “capacidade disponível para uso próprio - m³” (fator de risco nº 14), inserida no gênero “capacidade de armazenagem” da família “bases de armazenagem”, que totalizou 10,95% ($R_{14} = 29,40\% \times 65,60\% \times 56,80\%$).

O terceiro fator de risco mais relevante veio da espécie “frequência/volume de recebimento por balsas nas bases” (fator de risco nº 9), também inserida no gênero “transporte aquaviário” da família “modos de transporte”, que totalizou 8,81% ($R_9 = 31,30\% \times 83,40\% \times 33,75\%$).

Por outro lado, os três fatores de risco menos relevantes (inseridos no gênero “transporte rodoviário” da família “modos de transporte”), na visão agregada dos entrevistados, foram os de nº 12, 11 e 13, cuja relevância atingiu apenas $R_{12} = 1,54\%$, $R_{11} = 1,70\%$ e $R_{13} = 1,96\%$, respectivamente.

6.2. Impacto dos fatores de risco sobre o estoque de segurança (EPR)

Os fatores de risco de nº 1 a nº 4 são gerados dentro da REMAN (pertencem ao gênero “produção própria da REMAN”) e têm pouca ou nenhuma ação direta por parte de distribuidores e transportadores. Contudo, é o produtor que percebe maior risco nestes fatores (para três dos quatro fatores, o produtor aumentaria os estoques em até 100,0%).

Isto indica que o produtor, que controla os processos afetados pelos riscos destes quatro fatores, está sinalizando para distribuidores e transportadores que eles estão com postura muito conservadora em relação à gestão de estoques de óleo diesel A para esses grupos de fatores, subdimensionando os reais impactos sobre os fluxos logísticos.

Os fatores de risco de nº 5 a nº 8 (pertencem aos gêneros “transbordo da produção nacional” e “transbordo da importação”) estão vinculados ao transporte aquaviário marítimo de cabotagem realizado pela TRANSPETRO, que transborda o óleo diesel A produzido fora da região norte (produção nacional de outras refinarias e de outros

países) para as instalações da REMAN. Há pouca ou nenhuma ação direta por parte de distribuidores e transportadores regionais sobre estes fatores. Verifica-se que o produtor percebe alto risco em relação a dois fatores que estão fora de sua gerência direta (frequência/volume de recebimento do óleo diesel A transportado pela TRANSPETRO e infraestrutura portuária) e aumentaria os estoques em até 100,0% para estes fatores.

Por outro lado, para os dois fatores sob sua gestão (infraestrutura do terminal de recebimento da REMAN e conformidade do óleo diesel A), o produtor não associa qualquer risco (não aumentaria os estoques). A maioria dos distribuidores mostrou-se pouco propensa a aumentar seus estoques em demasia (entre 10,0% e 30,0% de aumento) por conta dos riscos associados a estes fatores. Já os transportadores regionais ficaram divididos, com aumentos variando de um extremo (até 10,0%) a outro (até 100,0%). Os transportadores foram mais céticos em relação ao risco advindo da infraestrutura portuária, do terminal de recebimentos da REMAN e do nível de serviço oferecido pela TRANSPETRO.

Os fatores de risco de nº 9 e nº 10 (pertencem ao gênero “transporte fluvial por meio de balsas”) estão integralmente vinculados ao transporte aquaviário fluvial por balsas no Rio Madeira, aquavia que liga a REMAN (origem) às bases dos distribuidores (destino). Tanto os distribuidores como o produtor pouco podem interferir na mitigação dos riscos oriundos desses dois fatores.

No que se refere ao fator “frequência/volume de recebimento de óleo diesel A por balsas”, cabem aos transportadores regionais as ações mais efetivas para reduzir estes riscos, associados ao nível de serviço oferecido pelo transportador ao distribuidor, principalmente quanto à variabilidade do *lead time*.

Quanto ao fator “infraestrutura aquaviária”, a redução do risco ultrapassa as fronteiras de atuação do transportador, pois se trata de competência atribuída aos Governos Federal e Estadual, responsáveis por garantir a infraestrutura adequada para a navegabilidade, sem restrições ou interrupções, das aquavias na região amazônica.

Os fatores de risco de nº 11 a nº 13 (pertencem ao gênero “transporte rodoviário”) estão associados à utilização do modo de transporte rodoviário como alternativa ao modo de

transporte aquaviário (fluvial por balsas) no Rio Madeira. Os resultados da pesquisa para esses três fatores mostraram o esperado: como são soluções alternativas, caras e pouco utilizadas (apenas em situações extremas de risco de interrupção no abastecimento), os agentes econômicos atribuíram impactos de risco reduzido para os citados fatores.

Os fatores de risco de nº 14 a nº 17 (pertencem ao gênero “capacidade de armazenagem” e “estrutura de descarregamento”) estão associados às bases de armazenagem em Porto Velho. Estes fatores representam o destino final do óleo diesel A nos fluxos analisados neste estudo, sendo o local real onde os estoques de segurança são mantidos. O produtor, apesar de não ter ação direta sobre estes fatores, cuja responsabilidade é atribuída integralmente aos distribuidores, sinaliza preocupação quanto à capacidade de armazenagem nas bases.

Os distribuidores, principalmente em relação às *EPR* que apresentaram maior valor, foram mais conservadores que o produtor. Uma provável e possível explicação para essa constatação é a responsabilidade e ônus financeiro pela formação de estoques de segurança nas bases atribuída exclusivamente aos distribuidores, o que os levaria a serem mais defensivos na avaliação das *EPR*.

Sob a ótica do produtor, a *EPR* para o fator de risco nº 14 (capacidade disponível para uso próprio - m³) foi cinco vezes maior que a *EPR* para transportadores e seis vezes maior que a *EPR* para distribuidores. Pelos resultados da pesquisa, o produtor sinalizou que, para se reduzir os riscos sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A, a ação prioritária seria a ampliação da capacidade de armazenagem nas bases de distribuidores.

A *EPR* para o fator de risco nº 10 (infraestrutura aquaviária - Rio Madeira) destacou-se, em termos relativos, para os três segmentos, confirmando as expectativas de que a insegurança trazida pelo Rio Madeira em períodos de seca é unânime entre os pesquisados.

Como pode ser observado nas *EPR* para os fatores de risco nº 5 (frequência de recebimento de óleo diesel A na REMAN) e nº 8 (infraestrutura portuária), o produtor foi muito mais cético se comparado aos distribuidores e transportadores. A explicação

mais plausível para este resultado estaria na maior sensibilidade do produtor quanto à variabilidade dos níveis de serviço oferecidos pela TRANSPETRO (fator nº 5) e pelos administradores dos portos (fator nº 8).

A *EPR* para o fator de risco nº 9 (frequência/recebimento de recebimento de óleo diesel A por balsas nas bases) também foi, em termos relativos, semelhante para os três segmentos. Uma explicação para este resultado seria que o nível de serviço oferecido pelos transportadores, independente das condições de navegabilidade do Rio Madeira, estaria sendo visto por todos (inclusive pelos próprios transportadores), como uma janela de oportunidades para melhoria desse serviço.

Contudo, por outra perspectiva, os agentes econômicos poderiam estar considerando o nível de serviço oferecido pelos transportadores como consequência das restrições de navegabilidade do Rio Madeira. Esta segunda hipótese tenderia a ter mais sentido sob a ótica dos transportadores, que estariam se isentando de melhorar o nível de serviço oferecido, responsabilizando a hidrovia por níveis de serviço porventura insatisfatórios.

A *EPR* para o fator de risco nº 16 (infraestrutura de descarregamento por meio de balsas) sinalizou que tanto o produtor como os transportadores viram deficiências na infraestrutura de descarregamento das bases, que exigiria investimentos por parte dos distribuidores, tanto na melhoria como na ampliação da infraestrutura existente, o que traria celeridade no descarregamento de óleo diesel A das balsas para os tanques de armazenagem nas bases secundárias.

Em complemento a análise dos resultados relacionados à *EPR*, a Subseção 6.5 apresentará recomendações de mitigação de riscos para todos os fatores de risco, inclusive aqueles com menor *EPR* (em relação aos demais fatores).

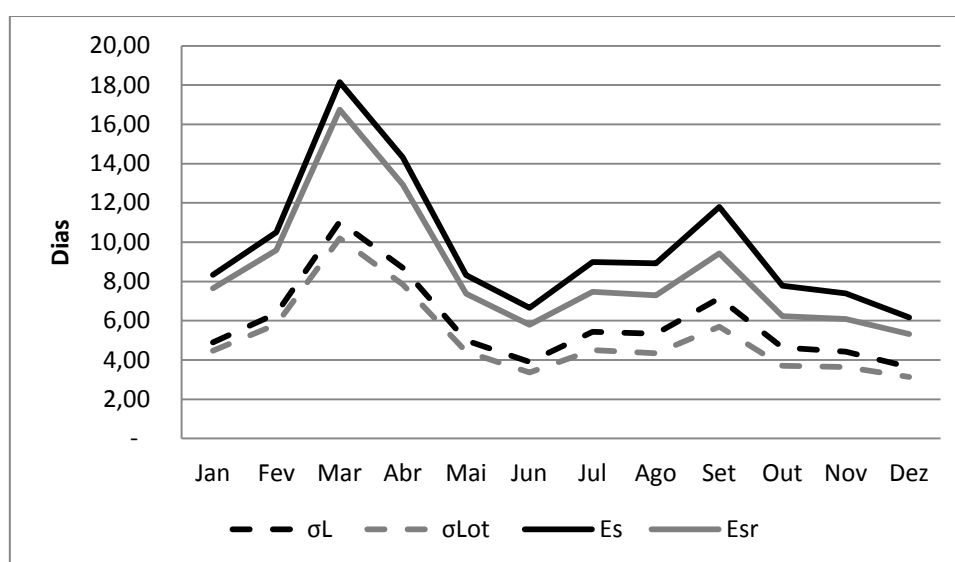
Importante destacar que a *EPR* é uma expectativa, que pode ou não se concretizar para todos os fatores de risco simultaneamente.

Além do mais, como será visto a seguir, a *EPR* deve ser avaliada como risco mensal.

6.3. Sazonalidade da *EPR*

É importante enfatizar, inicialmente, a diferença temporal entre σ_L e *EPR*. Enquanto o primeiro retrata series históricas passadas relacionadas à variação do desvio padrão do *lead time* (no caso específico do estudo de caso, relativas ao ano de 2010), o último refere-se a dados subjetivos coletados junto aos agentes econômicos, que podem ou não se materializar em determinado ano.

Como pode ser observado na Figura 51, σ_L é diretamente proporcional a E_s , em conformidade com a Equação 1. Por outro lado, *EPR* é inversamente proporcional a E_{SR} , de acordo com a Equação 3, pois embute riscos e desconfianças em relação a σ_L . Assim, quanto maior for *EPR*, maior será a lacuna entre E_s e E_{SR} (mais sobrecarregado ficará o estoque de segurança de óleo diesel A). Se os riscos fossem removidos por meio de planos estruturados de mitigação, *EPR* tenderia a zero e E_{SR} , recalculado a partir do desvio padrão de *lead time* otimizado (σ_{Lotimo}), embutido na Equação 3 [$\sigma_{Lotimo} = \sigma_L / (1 + EPR)$], e espelharia o estoque de segurança ótimo (E_{SR}) para a garantia do nível de serviço prometido ao consumidor final.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 51: Influência de σ_L e σ_{Lot} sobre E_s e E_{SR} para nível de serviço de 95%.

Se os dezessete fatores de risco identificados ocorressem simultaneamente, considerando um caso hipotético, *EPR* alcançaria 32,82% para um dado ano (Tabela

36). Entretanto, o caso hipotético parece improvável, pois os fatores de risco derivam de diferentes famílias e gêneros (Tabela 12) e, por essa razão, tenderiam a ocorrer de forma independente, não simultânea, como discutido na Seção 4.

De acordo com as características dos fluxos logísticos previamente mapeados no estudo de caso, os agentes econômicos apontaram arranjos específicos de fatores de risco em cada mês do ano (ano qualquer), como se observa na Tabela 41, com EPR variando de 8,40% a 25,62% (de um total de 32,82%).

O segundo semestre (exceção para dezembro), mostrou EPR mais elevadas que o primeiro semestre, o que pode ser explicado pelo período de secas nos rios amazônicos (Figura 50), que tipicamente ocorre de julho a novembro. A relevância e impacto da hidrovia do rio Madeira sobre os fluxos logísticos ($R_{10} = 17,29\%$; $EPR_{10} = 8,11\%$), conforme apresentado na Tabela 36, corrobora essa explicação.

A maior diferença entre E_s e E_{SR} (5.882,90 m³ ou 2,37 dias de estoque; SL 95%) ocorreu em setembro de 2010, como se observa na Figure 51 e na Tabela 48, resultado da combinação da $EPR_{setembro}$ (25,34%) com $\sigma_{Lsetembro}$ (7,14 dias).

O primeiro semestre registrou as menores EPR , como consequência da estação chuvosa, que na verdade se inicia em dezembro. A menor diferença entre E_s e E_{SR} ocorreu em janeiro de 2010 e alcançou 1,328.40 m³ ou 0.68 dia de estoque para SL 95% ($EPR_{janeiro} = 9,26\%$; $\sigma_{L-janeiro}$ 4.89 dias). Em relação a março e abril de 2010, apesar da EPR baixa ($EPR_{março} = 8,40\%$; $EPR_{abril} = 10,74\%$), σ_L real alavancou E_s ($\sigma_{Lmarço/2010} = 11,05$ dias; $\sigma_{Labril/2010} = 8,69$ dias).

Parece, contudo, que tanto março/2010 como abril/2010 foram uma excepcionalidade (não explicada pelos agentes econômicos), pois, em 2011, como informado pelos distribuidores, $\sigma_{Lmarço/2011}$ e $\sigma_{Labril/2011}$ foram reduzidos para 4,23 dias e 3,15 dias, respectivamente.

Em termos relativos $[(E_s - E_{SR})/E_s]$, os estoques de segurança são sobrecarregados de forma igualitária para o mesmo mês de dado ano, independente do nível de serviço oferecido ($NS_{90\%}$, $NS_{95\%}$ ou $NS_{99\%}$), embora, em termos absolutos ($E_s - E_{SR}$), como

mostram as Tabelas 49, 50 e 51, quanto maior o nível de serviço, mais sobrecarregados ficarão os estoques para compensar os fatores de risco que levam incertezas ao *lead time*.

Em mercado livres, a competição determina o *trade-off* entre nível de serviço oferecido e custos/lucros auferidos pelos agentes econômicos.. No Brasil, apesar de o mercado ser livre, o abastecimento de combustíveis é considerado, por lei, de utilidade pública, conforme abordado na subseção 3.1, e os agentes econômicos devem se esforçar para garantir o abastecimento ao consumidor em qualquer ponto do território nacional. Caso contrário, ficarão sujeitos às penalidades da agência reguladora (ANP), que podem ser superiores aos custos com manutenção de estoques.

6.4. Custo adicional com manutenção de estoque

É importante mencionar que o foco dessa tese é operacional e estratégico, não de custos. Todavia, cabe uma breve análise do custo adicional gerado pelos estoques sobrecarregados nas bases de distribuidores. Embora esses estoques possuam a externalidade positiva de reduzir os riscos de restrição ou interrupção no suprimento de combustíveis, eles aumentam os custos dos distribuidores.

Em consulta ao sítio eletrônico da ANP, referente a preços praticados para o óleo diesel B em Porto Velho/RO na última semana de fevereiro de 2013, a margem bruta unitária média do distribuidor foi de R\$80,80/m³, e o preço unitário médio de venda do distribuidor para a revenda varejista, deduzida a margem bruta do distribuidor, foi de R\$2.092,00/ m³.

Considerando, a título exemplificativo, taxas médias de juros de 2,0% ao mês para capital de giro (essas taxas variam em função da reciprocidade entre bancos e empresas), o custo unitário adicional médio, devido exclusivamente ao volume de estoque sobrecarregado ($SS - SS_R$), alcançaria R\$41,86/m³ ao mês (2.092,00 x 0,02). Distribuidores podem, contudo, repassar esse custo adicional para os consumidores, por meio das vendas varejistas. O nível de repasse dos custos dependeria de avaliação da estrutura competitiva do mercado em análise.

6.5. Recomendações de mitigação dos riscos incidentes nos fluxos logísticos de óleo diesel A nas bases de Porto velho/RO

FERMA (2003) apontou que os riscos identificados e estimados devem ser comparados, definindo-se prioridades, com o objetivo de se implementar medidas de controle e mitigação.

CHOPRA E SODHI (2004) mostraram que estratégias de mitigação apropriadas deveriam ser colocadas em prática para evitar que a cadeia de suprimentos entrasse em colapso, devido a interrupções ou atrasos nas entregas.

GAUDENZI E BORGHESI (2006) ressaltaram que um dos benefícios da identificação e avaliação de risco na cadeia de suprimentos é o aprofundamento dos gestores sobre os fatores de risco incidentes nos fluxos logísticos, disseminando a cultura da prevenção, materializada por ações de mitigação dos riscos.

Um dos desafios dos gestores logísticos é balancear o *trade off* entre a garantia de estoques de segurança adequados ao nível de serviço proposto aos clientes/consumidores e os custos totais condizentes com a sobrevivência da empresa.

A determinação de estoques de segurança, baseada na abordagem clássica da gestão de estoques, está diretamente relacionada à variabilidade da demanda e do *lead time*, dado o nível de serviço proposto ao consumidor final.

A demanda de óleo diesel B, tanto a nacional como a regional, mostrou-se aderente a uma curva de distribuição normal, com alto grau de previsibilidade, conforme demonstrado no Anexo A. Contudo, o *lead time*, devido às peculiaridades ou gargalos na infraestrutura logística regional, pode estar eivado de incertezas, cuja relevância e impacto sobre os fluxos logísticos tendem a trazer riscos à garantia do abastecimento ininterrupto de óleo diesel A.

Dessa forma, entender os fluxos logísticos do óleo diesel A e os fatores de risco associados é o esteio para a proposição de ações de mitigação de risco para a garantia do

abastecimento de óleo diesel B, materializado por estoques de segurança compatíveis com o nível de serviço requerido.

Tendo como foco as regras contidas no sistema nacional de abastecimento de combustíveis, foram mapeados os fluxos logísticos nacionais de transporte e armazenagem, contemplando os respectivos modos de transporte de interligação origem-destino dos fluxos.

Os fatores de risco, com potencial para desencadear ineficiências no *lead time* associado aos fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel A até as bases de Porto Velho, podem ser mitigados por meio de implementação de ações envolvendo os agentes econômicos que operam os fluxos e os Governos Federal e Estadual.

Mapeados os fluxos logísticos e identificados a relevância e o impacto dos dezessete fatores de risco sobre esses fluxos, foi possível priorizar ações de prevenção de risco, apresentadas na Tabela 52, na qual estão discriminadas as recomendações de ações para mitigação dos fatores de risco (elencados em ordem decrescente de *EPR*, resultado agregado), acompanhadas dos responsáveis por sua implementação, que poderão contribuir de forma efetiva para a melhoria na gestão de estoques de segurança de óleo diesel nas bases de Porto Velho.

Tabela 52: Mitigação dos fatores de risco - ações e responsáveis.

Fator de risco _n	<i>EPR</i> _n : <i>D+T+P</i> (%)	Ação de mitigação	Responsável
10	8,11	Melhorias na infraestrutura da hidrovia do Rio Madeira	Governo Federal e Estadual
14	4,58	Ampliação da capacidade de armazenagem nas bases	Distribuidores
9	3,30	Investimento em balsas e planejamento logístico	Transportadores
5	2,62	Planejamento logístico	TRANSPETRO
6	2,25	Melhorias na infraestrutura do terminal na refinaria	PETROBRAS
15	2,21	Ampliação da capacidade de descarregamento por balsas nas bases	Distribuidores
16	1,89	Melhorias na infraestrutura de recebimento nas bases	Distribuidores
4	1,61	Melhorias na infraestrutura de recebimento na REMAN	PETROBRAS
3	1,48	Ampliação da capacidade de armazenagem na REMAN	PETROBRAS
17	1,39	Ampliação da capacidade de descarregamento rodoviário nas bases	Distribuidores

7	0,98	Procedimentos operacionais de controle da qualidade	Todos agentes econômicos
8	0,69	Investimentos na infraestrutura portuária	Governo Federal
12	0,42	Investimentos na infraestrutura rodoviária	Governo Federal
2	0,37	Compartilhamento de informações	PETROBRAS
1	0,35	Compartilhamento de informações	PETROBRAS
13	0,29	Negociação antecipada de fretes	Distribuidores
11	0,28	Procedimentos operacionais	Distribuidores

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da pesquisa.

Os seis fatores de risco com *EPR* superior a 2,00%, como observado na Tabela 52, acumularam *EPR* de 23,07% (para o máximo de $EPR_{I \rightarrow 17:D+T+P}$: 32,82%): infraestrutura aquaviária do Rio Madeira (EPR_{10} : 8,11%); capacidade de armazenagem nas bases secundárias para uso próprio (EPR_{14} : 4,58%); frequência / recebimento de óleo diesel por balsas (EPR_9 : 3,30%); frequência / recebimento de óleo diesel na REMAN (EPR_5 : 2,62%); infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN (EPR_6 : 2,25%); capacidade de armazenagem nas bases para cessão de espaço (EPR_{15} : 2,21%).

A navegabilidade na hidrovia do Rio Madeira (EPR_{10} : 8,11%), principalmente ao longo do 2º semestre, quando sua profundidade se torna tão baixa a ponto de surgirem pedras e bancos de areia que impedem ou restringem a navegação de balsas, deve ser tratada como prioridade pelo Governo Federal e pelos Governos Estaduais na região norte, que têm este rio como uma das principais vias de circulação de riquezas na região. As alocações de verbas nos orçamentos governamentais precisam se materializar em obras que permitam a navegabilidade no Rio Madeira ao longo de todo o ano.

As bases de armazenagem devem receber investimentos dos distribuidores para ampliação na capacidade de armazenagem (EPR_{14} : 4,58% e EPR_{15} : 2,21%). Distribuidores que não investirem na ampliação de suas instalações poderão conviver com níveis de serviço inadmissíveis sobre a ótica legal do sistema nacional de abastecimento de combustíveis.

Os transportadores, embora menos demandados em relação aos fatores de risco, precisam investir na melhoria do nível de serviço oferecido aos distribuidores, o qual envolve investimento em balsas com maior capacidade de transporte (desde que a hidrovia permita a navegação destas balsas em períodos de vazantes) e planejamento operacional para atender os níveis de serviço requeridos (EPR_9 : 3,30%). A

TRANSPETRO também precisa investir na melhoria do nível de serviço oferecido à REMAN, o qual envolve o planejamento operacional de sua frota (EPR_5 : 2,62%).

A REMAN precisa investir na infraestrutura de seu terminal de recebimento e de armazenagem do transbordo (EPR_6 : 2,25%) da produção nacional e da importação, permitindo maior eficiência no descarregamento das embarcações da TRANSPETRO para os tanques da refinaria.

Ações de mitigação também deveriam ser implementadas para as EPR abaixo de 2,00%, que acumuladas atingiram 9,75% (para o máximo de $EPR_{I \rightarrow 17:D+T+P}$: 32,82%).

As bases de armazenagem também devem receber investimentos dos distribuidores para melhoria da infraestrutura que aumente a produtividade no descarregamento de balsas (EPR_{16} : 1,89%).

É necessário que a REMAN amplie sua capacidade de armazenagem de óleo diesel (EPR_3 : 1,48%), utilizada na armazenagem da produção própria e do transbordo, para dar maior flexibilidade de suprimento às bases primárias em face de situações de restrição nos fluxos logísticos.

A refinaria também precisa investir na melhoria da infraestrutura dos bombeios para as bases primárias em Manaus/AM (EPR_4 : 1,61%), possibilitando que os distribuidores aumentem a produtividade no carregamento de balsas que se destinam à Porto Velho.

Quanto à conformidade do óleo diesel A em relação à especificação da ANP (EPR_7 : 0,98%), as ações de mitigação recaem sobre a REMAN e a TRANSPETRO, juntos encarregados da produção, importação e transbordo do óleo diesel A. Essas ações contemplam programas rígidos de garantia da qualidade do óleo diesel A, abrangendo a produção, armazenagem e o transporte (dutoviário e aquaviário). De forma similar, distribuidores e transportadores regionais devem, também, implementar rígidos procedimentos de controle de qualidade de produto.

Em relação ao compartilhamento de informações, é imprescindível que a REMAN dê transparência aos distribuidores e transportadores quanto às paradas programadas na

refinaria (EPR_1 : 0,35%), bem como àquelas não previstas (EPR_2 : 0,37%). Apesar de o risco percebido para esses fatores ser pequeno, essa ação sinaliza para distribuidores e transportadores o compromisso do produtor em buscar os níveis de serviços previamente planejados.

A infraestrutura portuária (EPR_8 : 0,69%), principalmente em relação ao Porto de Itaquí/MA, deve ser ampliada com foco na celeridade do recebimento e transbordo de óleo diesel A. Este investimento, para se concretizar, depende de diretrizes do Governo Federal quanto às concessões para a iniciativa privada operar os portos. Vale destacar que, até o fechamento do texto dessa tese, estava em análise no Congresso Nacional a Medida Provisória nº 595, de 07/12/2012, novo marco legal na exploração direta e indireta, pela União, de portos e instalações portuárias e atividades desempenhadas pelos operadores portuários. A MP 595, se convertida em lei, provavelmente reduzirá os gargalos na infraestrutura portuária e reduzirá, de forma definitiva, o *lead time* sobre os fluxos logísticos inseridos nos portos públicos e privados do Brasil.

O modo de transporte rodoviário, embora alternativo ao aquaviário e utilizado apenas em situações de restrições na navegabilidade do Rio Madeira, também deve ser incluído nas ações de mitigação. A infraestrutura de descarregamento rodoviário nas bases (EPR_{17} : 1,39%) precisa estar preparada para os picos operacionais gerados em situações de restrições no modo aquaviário fluvial (balsas), permitindo o descarregamento eficiente de dezenas de caminhões-tanques diariamente (EPR_{11} : 0,28%), quando necessário.

Quanto aos demais riscos vinculados ao modo de transporte rodoviário, a melhoria da infraestrutura rodoviária (EPR_{12} : 0,42%) está ligada às diretrizes do Governo Federal quanto à manutenção das rodovias. Em relação aos custos com fretes rodoviários (EPR_{13} : 0,29%), o longo percurso para transferência de óleo diesel A da região sudeste para Rondônia, embora torne esses fretes muito pouco competitivos em relação ao frete aquaviário, podem ser amenizados por meio de negociações antecipadas com os transportadores rodoviários, fazendo-se uso, por exemplo, dos fretes de retorno com os biocombustíveis produzidos na região centro oeste.

Por fim, cabe à ANP o aprimoramento das normas regulatórias, dentro de sua competência legal, para garantir o sistema de abastecimento nacional e regional de óleo diesel A. A Agência pode, também, atuar como interlocutora junto aos órgãos do Governo Federal e Estadual, alertando sobre as ineficiências na formação de estoque de segurança de óleo diesel A, que oneram custos e podem colocar em risco o abastecimento em períodos mais críticos do ano, gerando externalidades negativas que sempre recaem sobre o consumidor final na forma de falta de combustível ou de preços elevados.

A seção 7 conclui essa tese, apresentando as conclusões, limitações e sugestões para a aplicação, em nível global, nacional e regional, da metodologia proposta para cálculo de estoque de segurança de combustíveis (não limitado ao óleo diesel A) em bases de distribuidores na presença de incertezas no *lead time*.

7. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

Esta tese teve como objetivo a proposição de metodologia para cálculo do estoque de segurança de óleo diesel A em bases de armazenagem na presença de incertezas no *lead time*, complementando a gestão clássica (tradicional) de estoques de segurança.

Como contribuição acadêmica inovadora, a tese introduziu o fator de risco que gera incerteza no *lead time* e criou metodologia de nove passos para identificar e quantificar o impacto deste fator sobre a formação e manutenção de estoques de segurança de óleo diesel em base de distribuidores.

A revisão bibliográfica conduzida na seção 2 indicou lacunas nas pesquisas voltadas para a gestão de estoques de combustíveis na presença de incertezas no *lead time*. O preenchimento dessas lacunas, por meio da consecução do objetivo proposto, representou o cunho inovador da tese, que traspassou a abordagem clássica, abrindo janelas de oportunidades para o aprimoramento da gestão de estoques de combustíveis envolvendo fluxos logísticos submetidos a incertezas no *lead time*.

O trabalho de pesquisa, que permitiu a construção da metodologia, amparou-se em banco de dados fidedignos que assegurasse o correto mapeamento dos fluxos logísticos de combustíveis. O valioso banco de dados, colhido junto à agência reguladora e aos agentes econômicos inseridos no sistema nacional de abastecimento de combustíveis, possibilitou não apenas esse mapeamento, mas também a identificação e a mensuração de potenciais incertezas associadas ao *lead time* e a avaliação dos impactos diretos sobre os estoques de segurança.

O objetivo da tese foi alcançado pelo desenvolvimento da metodologia, cuja aplicação, em estudo de caso na região norte, identificou e quantificou dezessete fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos de óleo diesel A até as base de distribuidores em Porto Velho/RO, que, ao trazerem ineficiências ao *lead time* associado aos fluxos, sobrecarregaram os estoques de segurança dos agentes econômicos que operam os fluxos.

Em complemento ao objetivo da tese, foi elaborado plano de mitigação para os dezessete fatores de risco incidentes sobre os fluxos logísticos, composto de ações efetivas e factíveis, sob responsabilidade tanto da esfera governamental quanto dos operadores dos fluxos logísticos, com o propósito de atenuar ou tornar improvável a ocorrência dos fatores de risco, impedindo que restrições ou interrupções nos fluxos logísticos subtraíam o bem estar dos consumidores.

A metodologia apresentada já rompeu as fronteiras da universidade. Em setembro de 2012, foi submetido e aprovado pelo Comitê Avaliador da Rio Oil & Gas 2012, que ocorreu no Rio de Janeiro/RJ, o artigo DIESEL OIL SAFETY STOCK IN STORAGE AND DISTRIBUTION TERMINALS – A CASE STUDY: PORTO VELHO/RO, BRAZIL (Freitas, R. C., D’agosto, M.A), baseado no trabalho dessa tese. O processo de aprovação do artigo passou por exigências do Comitê Avaliador, que muito contribuiu para o aprimoramento da pesquisa.

Em março de 2013, foi submetido ao *International Journal of Production Economics – IJPE* o artigo FUELS SAFETY STOCK REVALUATION IN THE PRESENCE OF LEAD TIME UNCERTAINTIES DERIVED FROM RISK FACTORS RELATED TO LOGISTIC FLOWS, o qual está sob a revisão dos editores desde 02/04/2013.

Ao longo da pesquisa foi se consolidando a importância estratégica do aprofundamento do conhecimento sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de combustíveis. A imersão nos fluxos, por meio de mapeamentos que permitiram a identificação dos fatores de risco associados a ineficiências no *lead time*, levou à criação, antes mesmo da conclusão da tese, do Grupo de Fluxos Logísticos de Transporte e Armazenagem de Combustíveis Líquidos - GFL dentro da estrutura organizacional da Superintendência de Abastecimento da ANP.

Assim, em 13/11/2012, a Diretoria Geral da ANP aprovou a criação do GFL, coordenado e liderado pela ANP, mas composto por representantes dos agentes econômicos que operam os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de combustíveis, que são os responsáveis pela formação de estoques de segurança que garantem o abastecimento ao consumidor final.

O GFL, além de realizar o mapeamento detalhado dos fluxos logísticos de combustíveis em todo o país, nasceu com a missão de elaborar e colocar em prática planos de mitigação de riscos, preventivos e corretivos, contemplando alternativas de suprimentos em caso de restrições nos fluxos principais e atuando como interlocutor junto aos Governos Federal e Estadual na busca de soluções mais céleres para os gargalos na infraestrutura logística nacional.

Em maio de 2013, o GFL concluiu o mapeamento dos fluxos logísticos em todo o território nacional, bem como apresentou à ANP os respectivos planos de mitigação de riscos envolvendo todas as regiões brasileiras. O GFL, nas palavras da Diretora Geral da ANP, *consolidou-se como um dos mais importantes trabalhos realizados pela Agência, ultrapassando a fronteira do gerenciamento de fluxos logísticos de combustíveis, abrindo caminho para a elaboração de diagnósticos e a implementação de ações preventivas voltadas para a garantia do abastecimento nacional.*

O GFL converteu os esforços de pesquisa, levados a termo nessa tese, em benefícios reais para a sociedade, sob a forma de proteção do consumidor e da economia brasileira quanto à garantia de oferta de combustíveis em todo o território nacional.

Não pode haver limitações para a continuidade desse trabalho de pesquisa. O mapeamento dos fluxos logísticos em nível nacional deve servir de base para a formulação de políticas de estoques estratégicos de combustíveis e de planos de contingências em caso de crises localizadas ou estruturais de abastecimento.

Por fim, sob uma visão ainda mais abrangente, essa tese pode contribuir com pesquisadores que se dedicam ao estudo e à avaliação de fatores de risco em fluxos logísticos complexos. A contribuição inovadora da metodologia desenvolvida tem o potencial de se estender além do mercado de combustíveis, alcançando fluxos logísticos com expressivos níveis de incerteza, tais como aqueles oriundos de catástrofes naturais ou de conflitos bélicos, cuja eficiência no nível de serviço representa o bem estar máximo para a sociedade, qual seja, a ajuda humanitária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABGINEHCHI, S., FARAHANI, R. Z. “Modeling and analysis for determining optimal suppliers under stochastic lead time”, *Applied Mathematical Modelling*, n. 34, pp. 1311-1328, 2009.
- AHMED, S., ÇAKMAK, U., SHAPIRO, A. “Coherent risk measures in inventory problems”, *European Journal of Operational Research*, n. 182, pp. 226-238, 2007.
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Dados estatísticos*, 2011. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=64555&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1369422641869>. Acesso em: Julho de 2012.
- ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. *Transporte de cargas na hidrovia do rio madeira*, 2010. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/EstatisticaNavInterior/HidroviaMadeira.pdf>. Acesso em: Dezembro de 2012.
- ARIFOGLU, K., OZEKICI, S. “Inventory management with random supply and imperfect information: A hidden Markov model”, *International Journal of Production Economics*, n. 134, pp.123-137, 2011.
- ARTZNER, P., DELBAEN, F., EBER, J.M. *et al.* “Coherent measures of risk”, *Mathematical Finance*, v.9, n. 3, pp. 203-228, 1999.
- BIGUN, E.S. “Risk analysis of catastrophes using experts' judgements: An empirical study on risk analysis of major civil aircraft accidents in Europe”, *European Journal of Operational Research*, n. 87, pp. 599-612, 1995.
- CAI, Y., ZHANG, M.F., HUANG, L. “Safety stock management based on lead time optimization”. In: *Electric Technology and Civil Engineering International Conference*, pp. 6150-6153, Lushan, Abril/2011.
- CAMPOS, E. B. “Previsão da demanda de óleos básicos lubrificantes: uma análise através de regressão múltipla”, *Dissertação de M.Sc.*, Faculdade Ibmec, Rio de Janeiro, Brasil, 2008.
- CARMO, B. B. T., PONTES, H. L. J., ALBERTIN, M. R *et al.* “Avaliação da demanda por biodiesel em função de um modelo de previsão de demanda por diesel”, *Revista Produção on line*, v. 9, n. 3, pp. 511-535, 2009.
- CHANDRA, C., GRABIS, J. “Inventory management with variable lead-time dependent procurement cost”, *Omega*, n. 36, pp. 877-887, 2008.
- CHIANG, C. “Order splitting under periodic review inventory systems”, *International Journal of Production Economics*, n. 70, pp. 67-76, 2001.
- CHIANG, C. “Periodic review inventory models with stochastic supplier’s visit intervals”, *International Journal of Production Economics*, n. 115, pp. 433-438, 2008.
- CHOPRA, S., SODHI, M.S. “Managing risk to avoid supply-chain breakdown”, *MIT Sloan Management Review*, pp. 53-61, 2004.
- CHRISTOPHER, M. “The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets”, *Industrial Marketing Management*, v. 29, n. 1, pp. 37-44, 2000.

- CHRISTOPHER, M., PECK, H. "Building the resilient supply chain", *International Journal of Logistics Management*, v.15, n. 2, pp. 1-13, 2004.
- CLOSS, D.J., ROATH, A.S., GOLDSBY, T.J. *et al.* "An empirical comparison of anticipatory and response-based supply chain strategies", *The International Journal of Logistics Management*, v.9, n. 2, pp. 21-34, 1998.
- CNT – Confederação Nacional do Transporte, 2009. Disponível em: <<http://www.sistamacnt.org.br/portal/img/arquivos/IDET%20Novembro%202009%20COMPLETO%20SITE.pdf>>. Acesso em: Julho de 2012.
- COHEN, M.A., KUNREUTHER, H. "Operations risk management: overview of Paul Kleindorfer's contributions", *Production and Operations Management*, v.16, n. 5, pp. 525-541, 2007.
- DULLAERT. W., MAES. B., VERNIMMEN. B. *et al.* "An evolutionary algorithm for order splitting with multiple transport alternatives", *Expert Systems with Applications*, n. 28, pp. 201-208, 2005.
- EIA - Energy Information Administration. *Annual Energy Outlook 2009 (projections to 2030)*, 2009. Disponível em: <<http://www.eia.gov/oiaf/archive/aeo09/index.html>>. Acesso em: Julho de 2012.
- ERDEM, A.S., OZEKICI, S. "Inventory models with random yield in a random environment", *International Journal of Production Economics*, n.78, pp. 239-253, 2002.
- FERMA - Federation of European Risk Management. *Norma de gestão de riscos*, 2003. Disponível em: <<http://www.ferma.eu/wp-content/uploads/2011/11/a-risk-management-standard-portuguese-version.pdf>>. Acesso em: Março de 2012.
- GALLEGO, G., KATIRCIOGLU, K., RAMACHANDRAN, B. "Inventory management under highly uncertain demand", *Operations Research Letters*, n.35, pp. 281-289, 2007.
- GANESHAN, R., TYWORTH, J.E., GUO, Y. "Dual sourced supply chains: the discount supplier option", *Transportation Research Part E* 35, pp. 11-23, 1999.
- GARDNER, J.T., COOPER, M.C. "Strategic supply chain mapping approaches", *Journal of Business Logistics*, v.24, n. 2, pp. 37-64, 2003.
- GAUDENZI, B., BORGHESI, A. "Managing risks in the supply chain using the AHP method", *The International Journal of Logistics Management*, v.17, n. 1, pp. 114-136, 2006.
- GULLU, R., ONOL, E., ERKIP, N. "Analysis of an inventory system under supply uncertainty", *International Journal of Production Economics*, n. 59, pp. 377-385, 1999.
- GUPTA, A., MARANAS, C. D., MCDONALD, C. M. "Mid-term supply chain planning under demand uncertainty: customer demand satisfaction and inventory management", *Computers and Chemical Engineering*, n. 24, pp. 2613-2621, 2000.
- HANDFIELD, R.B. "A resource dependence perspective of Just-in-Time purchasing", *Journal of Operations Management*, n. 11, pp. 289-311, 1993.
- HARLAND, C., BRENCHLEY, R., WALKER, H. "Risk in supply networks", *Journal of Purchasing & Supply Management*, n. 9, pp. 51-62, 2003.
- HILL, R.M. "Order splitting in continuous review (Q, r) inventory models", *European Journal of Operational Research*, n. 95, pp. 53-61, 1996.
- HOPP, W.J., IRAVANI, S.M.R., LIU, Z. "Strategic risk from supply chain disruptions", *Management Science (under revision)*, 2008.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Contas Nacionais Trimestrais*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaultcnt.shtm>>. Acesso em: Julho de 2012.
- JÜTTNER, U. “Supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective”, *International Journal of Logistics Management*, v. 16, n.1, pp. 120-141, 2005.
- KELLE, P., SILVER, E.A. “Decreasing expected shortages through order splitting”, *Engineering Costs and Production Economics*, n. 19, pp. 351-357, 1990.
- KELLE, P., TRANSCHEL, S., MINNER, S. “Buyer–supplier cooperation and negotiation support with random yield consideration”, *International Journal of Production Economics*, n. 118, pp. 152–159, 2009.
- KLEIJNEN, J.P.C., SMITS, M.T. “Performance metrics in supply chain management”, *Journal of the Operational Research Society*, v. 0, pp. 1-8, 2003.
- KLEINDORFER, P.R., SAAD, G.H. “Managing disruption risks in supply chains”, *Production and Operations Management*, v. 14, n. 1, pp. 53-68, 2005.
- KORPELA, J., LEHMUSVAARA, A., KYLÄHEIKO, K. *et al.* “Adjusting Safety Stock Requirements with an AHP-based Risk Analysis”. In: *Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences*, Grand Wailea, Maui, HI, USA, Janeiro/2002.
- KRALJIC, P. “Purchasing must become supply management”, *Harvard Business Review*, pp. 1-13, Setembro-Outubro/1983.
- KULL, T., CLOSS, D. “The risk of second-tier supplier failures in serial supply chains: Implications for order policies and distributor autonomy”, *European Journal of Operational Research*, n. 186, pp. 1158-1174, 2008.
- LAU, H.S., ZHAO, L.G. “Optimal ordering policies with two suppliers when lead time and demands are all stochastic”, *European Journal of Operational Research*, n. 68, pp. 120-133, 1993.
- LEE, H.L. “Aligning supply chain strategies with product uncertainties”, *California Management Review*, v. 44, n. 3, pp. 105-119, 2002.
- LEE, H.L., BILLINGTON, C. “Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities”, *Sloan Management Review*, v. 33, n. 3, 1992.
- LEE, H.L., PADMANABHAN, V., WHANG, S. “Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect”, *Management Science*, v. 43, n. 4, pp. 546-558, 1997.
- LEMOES, F.O., SOUZA, J.S., NETO, F.J.K. *et al.* “Estruturação de um sistema de gestão otimizada de níveis de estoque em uma empresa de transporte público”. In: *16º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito*, Maceió/AL, Brasil, Outubro/2007.
- LI, J., WANG, S., CHENG, T.C.E. “Competition and cooperation in a single-retailer two-supplier supply chain with supply disruption”, *International Journal of Production Economics*, n. 124, pp. 137-150, 2010.
- LIANFU, Z., SHUZHONG, Z., MIN, W. *et al.* “Analyzing on impact factors of safety stock under random requirement”. In: *International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing*, pp. 744-747, Wuhan, China, 2009.

- MALHOTRA, N. K., *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. 3 ed. Porto Alegre, Bookman, 2001.
- MILGATE, M. "Supply chain complexity and delivery performance: an international exploratory study", *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 6, n. 3, pp. 106-118, 2001.
- MINNER, S. "Multiple-supplier inventory models in supply chain management: A review", *International Journal of Production Economics*, n. 81-82, pp. 265-279, 2003.
- MOREIRA, A. R. B. *Modelos para a projeção do consumo nacional e regional de óleo diesel*. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas - IPEA/DIPES, 1998. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=3635> Acesso em: 22/07/2011.
- NARASIMHAN, R., TALLURI, S. "Perspectives on risk management in supply chains", *Journal of Operations Management*, n. 27, pp. 114-118, 2009.
- NORRMAN, A., JANSSON, U. "Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 34, n.5, pp. 434-456, 2004.
- RYU, S.W., LEE, K.K. "A stochastic inventory model of dual sourced supply chain with lead-time reduction", *International Journal of Production Economics*, n. 81-82, pp. 513-524, 2003.
- SAHIN, F., ROBINSON, E.P. "Flow coordination and information sharing in supply chains: review, implications, and directions for future research", *Decision Sciences*, v. 33, n. 4, 2002.
- SAJADIEH, M. S., ESHGHI, K. "Sole versus dual sourcing under order dependent lead time and prices", *Computers & Operations Research*, n. 36, pp. 3272-3280, 2009.
- SANTIAGO, F.S., MATTOS, R. S., PEROBELLI, F. S. *Um modelo econométrico + insumo-produto para a previsão de longo prazo da demanda de combustível no Brasil*. Nova Economia, v. 21, n. 3, 2011.
- SEDARAGE, D., FUJIWARA, O., LUONG, H.T. "Determining optimal order splitting and reorder level for N-supplier inventory systems", *European Journal of Operational Research*, n. 116, pp. 389-404, 1999.
- SPEKMAN, R.E., DAVIS, E.W. "Risky business: expanding the discussion on risk and the extended enterprise", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 4, n. 5, pp. 414-433, 2004.
- STEVENSON, W. J. *Estatística aplicada à administração*. São Paulo, Harbra, 1981.
- SVENSSON, G. "Key areas, causes and contingency planning of corporate vulnerability in supply chains: a qualitative approach", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 34, n. 9, pp. 728-748, 2004.
- TANG, C. S. "Perspectives in supply chain risk management", *International Journal of Production Economics*, n. 103, pp. 451-488, 2006.
- THOMAS, J.D., TYWORTH, E.J. "Pooling lead-time risk by order splitting: A critical review", *Transportation Research Part E* 42, pp. 245-257, 2006.
- TOMLIN, B. "On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks", *Management Science*, v. 5, n. 52, pp. 639-657, 2006.

- WAGNER, S.M., BODE, C. "An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk", *Journal of Business Logistics*, v.1, n. 29, pp. 307-325, 2008.
- ZINN, W., MARMORSTEIN, H. "Comparing two alternatives methods of determining safety stock levels: the demand and forecasts systems", *Journal of Business Logistics*, v.1, n. 11, pp. 95-110, 1990.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (LEGISLAÇÃO)

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em:
<<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>.

Acesso em: Abril de 2011.

Leis: nº 9.478 de 07/08/1997, nº 9.847 de 27/10/1999, nº 10.233 de 05/06/2001, nº 11.097 de 14/01/2005.

Disponível em:

<<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>.

Acesso em: Abril de 2011.

MP nº 595 de 07/12/2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Mpv/595.htm>. Acesso em: Dezembro de 2012.

Portarias ANP: nº 170 de 26/11/1998, nº 29 de 09/02/1999, nº 202 de 30/12/1999, nº 72 de 26/04/2000, nº 115 de 05/07/2000, nº 116 de 05/07/2000, nº 313 de 27/12/2001. Disponível em:

<<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>.

Acesso em: Abril de 2011.

Resoluções ANP: nº 30 de 26/10/2006, nº 8 de 06/03/2007, nº 12 de 21/03/2007, nº 34 de 21/03/2007, nº 7 de 20/03/2008, nº 25 de 02/09/2008, nº 16 de 10/06/2010, nº 42 de 18/08/2011, nº 65 de 12/12/2011, nº 14 de 18/05/2012. Disponível em:

<<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>.

Acesso em: Junho de 2012.

Resoluções ANTT nº 420 de 12/02/2004, nº 3.665 de 04/05/2011. Disponível em:

<<http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/355/Legislacao.html>>. Acesso em: Junho de 2012.

ANEXO A

A. PREVISÃO E TESTE DE NORMALIDADE DA DEMANDA DE ÓLEO DIESEL B

O comportamento da demanda tem impacto sobre o cálculo do estoque de segurança de produtos. Demandas probabilísticas que aderem a curvas de distribuição normal possibilitam a aplicação da abordagem clássica na gestão de estoques, ao contrário de demandas estocásticas, que requerem fórmulas mais complexas de cálculo.

Este anexo tem como objetivo avaliar a previsibilidade da demanda de óleo diesel B no Brasil, bem como verificar se essa demanda adere a uma curva de distribuição normal. Será feita breve revisão bibliográfica sobre modelos de previsão de demanda. A seguir, serão apresentados dois modelos, ambos relacionados ao PIB - Produto Interno Bruto. O primeiro foi elaborado pelo próprio autor dessa pesquisa. O segundo foi realizado pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, que também avaliou a normalidade da curva de demanda de óleo diesel B.

A.1. Modelos de previsão de demanda de óleo diesel B: revisão bibliográfica

Ao longo dos últimos anos, pesquisas conduzidas por diversos autores e instituições, voltadas para a previsão da demanda de combustíveis, biocombustíveis e derivados de petróleo em geral, têm sido realizadas com o objetivo de determinar modelos preditivos para este mercado estratégico.

MOREIRA (1998) propôs dois modelos - um nacional, outro regional - para a projeção, em longo prazo, do consumo de óleo diesel no Brasil. Em nível nacional, o modelo avaliou a relação de equilíbrio entre a variável nível global de atividade (PIB) e a variável preço como determinante do consumo de óleo diesel. Em nível regional, o consumo das unidades federadas foi projetado condicionado ao consumo nacional e às tendências do crescimento de óleo diesel em cada Estado. O preço do óleo diesel foi considerado como variável exógena ao modelo, em face das interferências do Governo Federal na sua fixação.

Ao testar a relação de longo prazo entre consumo de óleo diesel e nível de atividade econômica (PIB), este autor concluiu que haveria equilíbrio entre estas duas variáveis, que seguiria uma tendência probabilística, mas não apresentou modelo preditivo específico. Em relação ao consumo regional, ressaltou que a demanda de óleo diesel seria afetada heterogeneamente pelo nível global de atividade de cada unidade federada brasileira.

CAMPOS (2008) realizou pesquisa com o objetivo de desenvolver modelo para a previsão da demanda de óleo lubrificante básico no mercado brasileiro, investigando as variáveis que poderiam afetar o consumo deste derivado de petróleo. O autor aplicou técnicas de regressão múltipla (com o apoio da econometria), por acreditar que esse procedimento produziria melhores resultados em comparação às regressões simples.

Com base no modelo da *Energy Information Administration - EIA*, este autor recorreu às seguintes variáveis quantitativas para a modelagem: indexador da produção industrial (PIB); temperatura média mensal; consumo de óleo diesel; consumo agregado ciclo otto (gasolina e etanol); produção de veículos; e doze variáveis binárias temporais. Destacou que, em consulta aos especialistas neste mercado, o PIB foi unanimidade como variável independente para a modelagem da demanda de lubrificante, embora tenha constatado a defasagem temporal entre a expansão da atividade econômica e a demanda de lubrificante. Acrescentou, também, que há forte correlação entre PIB e óleo diesel, não apenas nas atividades primárias (agrícolas), como nas industriais.

Contudo, os resultados alcançados pelo autor levaram-no à conclusão de que não seria possível elaborar um modelo de previsão para demanda de óleo lubrificante básico no Brasil, utilizando-se a modelagem de regressão múltipla, seja a partir das variáveis independentes inseridas no modelo desenvolvido pela *EIA*, ou por meio de variáveis levantadas junto a especialistas de mercado.

A *EIA*, ligada ao *U.S. Department of Energy*, no relatório intitulado *Annual Energy Outlook 2009 (projections to 2030)*, elaborou o balanço energético entre oferta e demanda americana, por combustível e atividade econômica, utilizando o sistema modular denominado *National Energy Modeling System - NEMS*.

O principal fluxo de ligação entre os módulos do *NEMS* é o preço da energia. As variáveis macroeconômicas utilizadas foram PIB, renda, produção industrial, construção civil, venda de veículos leves, taxa de juros e de empregos. Estas variáveis foram analisadas em função de três cenários macroeconômicos: de referência, de baixo e de alto crescimento.

O *NEMS* possui módulo específico para a avaliação da demanda no setor de transportes, que projeta o consumo de combustíveis neste segmento, segregado por modos de transportes e tipos de veículos. Este módulo sofre a influência do preço de combustíveis e das variáveis macroeconômicas anteriormente listadas. Adicionalmente, o módulo inclui como componente de avaliação a penetração (ganho de *market-share*) dos veículos que consomem combustíveis alternativos e avalia os efeitos de avanços tecnológicos e da eficiência energética sobre o consumo de combustíveis.

Os resultados gerais do relatório da *EIA*, embora não explicita o modelo adotado para as previsões, projetaram para o mercado energético norte-americano, até o horizonte de 2030, que a energia consumida em transportes crescerá 0,5 % ao ano. Em relação ao óleo diesel (71,0 % deste combustível é direcionado para transportes), apontou incremento de consumo no segmento de veículos pesados (caminhões e ônibus), resultante do aumento da produção industrial, embora com menores ganhos em eficiência energética. O relatório previu o aumento nas vendas de veículos leves a diesel, dadas as exigências ambientais locais, e sinalizou que o setor de transportes continuaria a dominar o consumo americano de combustíveis líquidos, influenciado pela robustez na demanda de diesel e biocombustíveis.

CARMO et al. (2009) estudaram modelo de previsão de demanda para a produção de óleo diesel A, com o objetivo de servir de base para a previsão do consumo de biodiesel no mercado brasileiro. Este modelo teve como fonte dados disponíveis em séries temporais (vendas históricas de óleo diesel A), sobre os quais foram aplicadas técnicas de previsão quantitativas e de decomposição de séries temporais para a projeção de demanda.

O modelo de previsão elaborado retirou os efeitos da sazonalidade dos dados históricos, pela utilização da técnica estatística da *média móvel centrada no período* para a

determinação da reta de regressão linear. Contudo, o estudo considerou tão somente a variável tempo, sem a inserção de outra variável independente que pudesse explicar a demanda futura de óleo diesel A.

SANTIAGO (2011) desenvolveu modelo de previsão de longo prazo para a demanda de combustíveis no Brasil, baseado na integração de modelo econométrico de séries temporais com modelo de insumo-produto híbrido. Os dados utilizados no modelo econométrico foram as séries históricas anuais dos componentes da demanda do PIB (consumo de famílias, investimento, gastos do Governo, exportações e importações). Para o módulo insumo-produto híbrido, foi utilizada a matriz nacional de insumo-produto, também integrante do PIB, em associação com os dados de combustíveis derivados de petróleo disponibilizados no BEN - Balanço Energético Nacional.

As previsões anuais do modelo foram realizadas levando-se em consideração dois cenários alternativos, tendo como referência a duração da crise econômica mundial em 2009. O primeiro, de crise curta, retratou a perspectiva de que a economia mundial se recuperaria rapidamente. No outro, de crise longa, a recuperação seria mais lenta. Contudo, em ambos os cenários, o modelo integrado apontou crescimento significativo da demanda de combustíveis.

Apesar de se apresentar como ferramenta de previsão do consumo de combustíveis, conforme defendeu este autor, o modelo integrado envolveu técnicas econométricas complexas, tornando difícil sua compreensão, o que poderia prejudicar sua disseminação e aplicação junto a outros pesquisadores e a agentes econômicos de mercado.

A.2. Modelo de previsão de demanda de óleo diesel B: elaboração do autor

Há, no senso comum do mercado de combustíveis, a crença de que mudanças no nível de atividade econômica se refletem em variações proporcionais no consumo de óleo diesel B. Para se testar o quão verdadeiro é esta crença, será apresentado nesta seção modelo para previsão de demanda de óleo diesel B, acompanhado de teste de normalidade, independente dos percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel A.

A variável independente que será testada neste modelo é o nível de atividade econômica do país, medido pelo PIB - Produto Interno Bruto, divulgado no Sistema de Contas Nacionais, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. A influência do PIB sobre a demanda do óleo diesel B será investigada em função dos componentes agrícola, industrial e de serviços que compõem esse indicador de atividade econômica.

A construção do modelo será realizada a partir de séries temporais históricas do nível de atividade econômica - desagregadas em seus componentes agrícola, industrial e de serviços - e do consumo do óleo diesel ao longo da última década. O modelo será materializado por meio de retas de regressão linear (equações) que possam explicar o grau de relacionamento entre a variável independente, PIB e seus componentes, e a dependente, demanda do óleo diesel.

O componente PIB “agropecuária” engloba as atividades agropecuárias em geral, extrativismo vegetal e silvicultura. O componente PIB “indústria” está subdividido nas atividades de extração mineral, de transformação, de construção civil e de produção e distribuição de eletricidade / gás / água / esgoto / limpeza urbana.

O componente PIB “serviços” compreende as atividades de comércio, de transporte / armazenagem / correio, de informação, de intermediação financeira / seguros / previdência complementar, de aluguéis e imobiliárias, de administração / saúde / educação pública / seguridade social, além de outros serviços.

Como pode ser observado na Tabela A1, que discriminou a participação (%) de cada componente do PIB e suas atividades, no período 2000-2008, o peso de “serviços” em relação ao PIB total brasileiro foi de aproximadamente dois terços. O PIB “serviços” foi mais que o dobro do PIB “indústria” e cerca de onze vezes maior que o PIB “agropecuário”.

Utilizou-se, neste trabalho, a série histórica encadeada do Sistema de Contas Nacionais Trimestrais, cuja base de referência foi fixada no ano de 1995, a partir da qual foi gerado o encadeamento dos valores trimestrais até o 1º trimestre de 2009.

A ANP publica dados estatísticos (séries históricas) referentes ao óleo diesel A produzido e comercializado no país. Essa informação está disponível por meio dos seguintes agrupamentos: produção nacional; importações e exportações; vendas de distribuidores. Neste trabalho, foram utilizados os dados da ANP agrupados em “vendas de distribuidoras”, no período do ano 2000 ao de 2009, que representaram o volume de óleo diesel, declarado pelos distribuidores, comercializado no mercado interno brasileiro.

Tabela A1: Participação (%) dos componentes do PIB.

Componente PIB / Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AGROPECUÁRIA (%)	5,6	6,0	6,6	7,4	6,9	5,7	5,5	5,6	5,9
INDÚSTRIA (%)	27,7	26,9	27,1	27,8	30,1	29,3	28,8	27,8	27,3
- extrativa mineral	1,6	1,5	1,6	1,7	1,9	2,5	2,9	2,3	3,2
- transformação	17,2	17,1	16,9	18,0	19,2	18,1	17,4	17,0	15,6
- construção civil	5,5	5,3	5,3	4,7	5,1	4,9	4,7	4,9	5,0
- produção serviços públicos	3,4	3,0	3,3	3,4	3,9	3,8	3,8	3,6	3,5
SERVIÇOS (%)	66,7	67,1	66,3	64,8	63,0	65,0	65,7	66,6	66,8
- comércio	11,8	11,8	11,2	11,5	11,9	12,1	11,5	12,1	12,4
- transporte e correio	4,9	5,0	4,8	4,7	4,7	5,0	4,8	4,8	5,1
- informação	3,6	3,5	3,6	3,6	3,8	4,0	3,8	3,8	3,6
- financeiro	6,0	6,8	7,5	7,1	5,8	7,1	7,2	7,7	7,6
- outros serviços	14,3	13,8	13,6	13,1	12,9	12,9	14,5	14,2	14,2
- imobiliárias e aluguéis	11,3	10,7	10,2	9,6	9,1	9,0	8,7	8,5	8,2
- administração pública	14,8	15,5	15,4	15,2	14,8	14,9	15,2	15,5	15,7
PIB total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: IBGE (2009).

Alguns tratamentos foram conferidos aos dados disponibilizados pela ANP. Em primeiro lugar, para se adequar à temporalidade dos dados trimestrais coletados no PIB, as vendas mensais de óleo diesel foram agrupadas trimestralmente, mantidos os valores nominais.

Em seguida, as vendas trimestrais de óleo diesel foram recalculadas por meio de média móvel. O efeito da utilização de média móvel, como destaca STEVENSON (1981), é remover variações sazonais, cíclicas, irregulares e aleatórias em tal processo, restando-se apenas a tendência dos dados. Isolada a tendência em séries temporais, torna-se possível identificá-la e utilizá-la em exercícios de previsões. Para remoção dos padrões sazonais associados ao óleo diesel, foi aplicado o método da *razão-para-a-média-móvel*.

De forma idêntica, foram recalculadas as séries históricas do PIB total e de seus componentes “agrícola, industrial, e serviços”. Também foi estudada a junção dos componentes “agrícola e industrial”, denominado nesta pesquisa como “agroindustrial”. A Tabela A2 apresenta os resultados consolidados das séries históricas trimestrais, no período do III/tri de 2000 ao I/tri de 2009, recalculadas pela *razão-para-a-média-móvel* para as vendas de óleo diesel e para o PIB total e seus componentes.

Tabela A2: Séries históricas trimestrais de comercialização de óleo diesel e PIB.

Ano	Período	Vendas de óleo diesel (mil m ³)	PIB (milhão R\$)				total
			agrícola	industrial	agroindustrial	serviços	
2000	III	8.822	10.516	44.970	55.486	114.447	169.933
	IV	8.896	10.668	45.244	55.912	115.154	171.066
2001	I	9.034	10.802	45.135	55.937	115.793	171.730
	II	9.195	10.967	44.723	55.690	116.171	171.861
	III	9.306	11.150	44.243	55.393	116.709	172.101
	IV	9.366	11.343	44.042	55.385	117.459	172.844
2002	I	9.370	11.568	44.282	55.850	118.354	174.204
	II	9.391	11.739	44.945	56.684	119.474	176.157
	III	9.340	12.000	45.391	57.391	120.326	177.717
	IV	9.233	12.383	45.377	57.760	120.696	178.456
2003	I	9.207	12.518	45.583	58.101	120.803	178.904
	II	9.213	12.478	45.887	58.364	120.892	179.256
	III	9.295	12.575	46.479	59.054	121.518	180.573
	IV	9.449	12.762	47.640	60.402	122.920	183.322
2004	I	9.614	12.845	48.566	61.412	124.593	186.005
	II	9.757	12.803	49.219	62.022	126.216	188.238
	III	9.827	12.745	49.731	62.476	127.635	190.111
	IV	9.873	12.700	50.001	62.701	128.847	191.548
2005	I	9.878	12.713	50.255	62.967	130.014	192.981
	II	9.824	12.776	50.501	63.277	131.136	194.413
	III	9.803	12.791	50.847	63.638	132.423	196.061
	IV	9.777	12.733	50.993	63.727	133.740	197.467
2006	I	9.722	12.899	51.105	64.004	135.038	199.042
	II	9.728	13.246	51.546	64.792	136.512	201.303
	III	9.812	13.467	51.987	65.453	138.250	203.704
	IV	9.952	13.576	52.643	66.219	140.299	206.518
2007	I	10.105	13.747	53.492	67.238	142.380	209.618
	II	10.284	13.983	54.169	68.152	144.547	212.699
	III	10.491	14.158	54.933	69.091	146.658	215.749
	IV	10.739	14.440	55.803	70.243	148.653	218.896
2008	I	11.006	14.739	56.721	71.460	150.842	222.302
	II	11.158	14.858	57.060	71.917	152.355	224.272
	III	11.120	14.830	56.184	71.014	153.037	224.051
	IV	10.988	14.675	54.867	69.541	153.733	223.274
2009	I	10.909	14.407	53.720	68.127	154.524	222.651

Fonte: elaboração própria, a partir de dados do IBGE (2009).

Com os dados de vendas de óleo diesel e dos diversos agrupamentos do PIB recalculados pela média móvel, sincronizados temporalmente (periodicidade trimestral, do III trimestre de 2000 ao I de 2009), iniciou-se a análise das relações estatísticas entre as duas variáveis (óleo diesel como variável dependente, PIB como independente), conforme apresentado na Tabela A3, englobando a reta de regressão linear, o coeficiente de determinação r^2 e o coeficiente de correlação r de Pearson.

Tabela A3: Relações estatísticas entre PIB e consumo de óleo diesel.

Variáveis	Reta de regressão	Coeficiente de determinação r^2	Coeficiente de correlação r de Pearson
Y = diesel; x = PIB agrícola	$Y = 3520 + 0,491.x$	0,860	0,927
Y = diesel; x = PIB industrial	$Y = 2587 + 0,146.x$	0,866	0,932
Y = diesel; x = PIB agroindustrial	$Y = 2634 + 0,115.x$	0,887	0,942
Y = diesel; x = PIB serviços	$Y = 3493 + 0,048.x$	0,921	0,960
Y = diesel; x = PIB total	$Y = 3179 + 0,034.x$	0,914	0,959

Fonte: elaboração própria.

De acordo com STEVENSON (1981), o coeficiente de determinação r^2 , associado à reta de regressão linear, mede o grau em que as previsões baseadas na reta de regressão (Y) superam as previsões baseadas no valor médio (Y_{medio}) da série histórica de dados. O valor de r^2 , que pode variar de 0 a 1, mostra o quanto a variável independente PIB pode explicar a variável dependente demanda de óleo diesel. Quanto mais próximo de 1, menor será a dispersão dos valores históricos de óleo diesel ao redor da reta de regressão, comparada à dispersão em torno de sua média, demonstrando que a variação explicada dos dados pela reta de regressão responde por grande percentual da variação total (explicada + não-explicada).

Pela análise dos resultados da Tabela A3, o coeficiente de determinação da reta de regressão indicou que 86,0 % ($r^2 = 0,860$) da variação na demanda de óleo diesel estão relacionados à variação no PIB “agrícola”, 86,6 % no PIB “industrial”, 88,7% no PIB “agroindustrial”, 92,1% no PIB “serviços” e 91,4% no PIB “total”. Os resultados demonstraram que as previsões de demanda de óleo diesel baseadas na reta de regressão (Y) se aproximaram muito satisfatoriamente da demanda efetiva. Contudo, verificou-se que o PIB “serviços” e o PIB “total” explicam melhor a demanda de óleo diesel do que o PIB “agrícola”, “industrial” e o “agroindustrial”.

A análise de correlação determina a força do relacionamento entre duas variáveis. A forma mais comum de análise de correlação envolvendo dados contínuos é definida pelo coeficiente de correlação *r de Pearson*. O sinal e a magnitude de *r* caracterizam a natureza de uma relação entre duas variáveis. O sinal (positivo ou negativo) de *r* é o mesmo do coeficiente angular da reta de regressão. A magnitude de *r* expressa a proximidade dos pontos individuais da reta de regressão, ou seja, quanto maior *r*, mais próximos os pontos estarão da reta (STEVENSON, 1981).

Voltando-se à Tabela A3, foi constatado que *r* indicava forte relação entre a demanda de óleo diesel e o PIB, pois o relacionamento linear entre essas variáveis se aproximava da relação perfeita ($r = 1,000$). Entretanto, seguindo o mesmo padrão constatado para r^2 , houve diferenças na magnitude de *r* para os componentes pesquisados do PIB. O componente “agrícola”, apesar do forte relacionamento com a demanda de óleo diesel ($r = 0,927$), em magnitude apresentou *r* menor que o encontrado para o “industrial” ($r = 0,932$), que por sua vez foi menor que a correlação de “serviços” ($r = 0,960$), a qual praticamente se igualou à correlação de óleo diesel com o PIB “total” ($r = 0,959$).

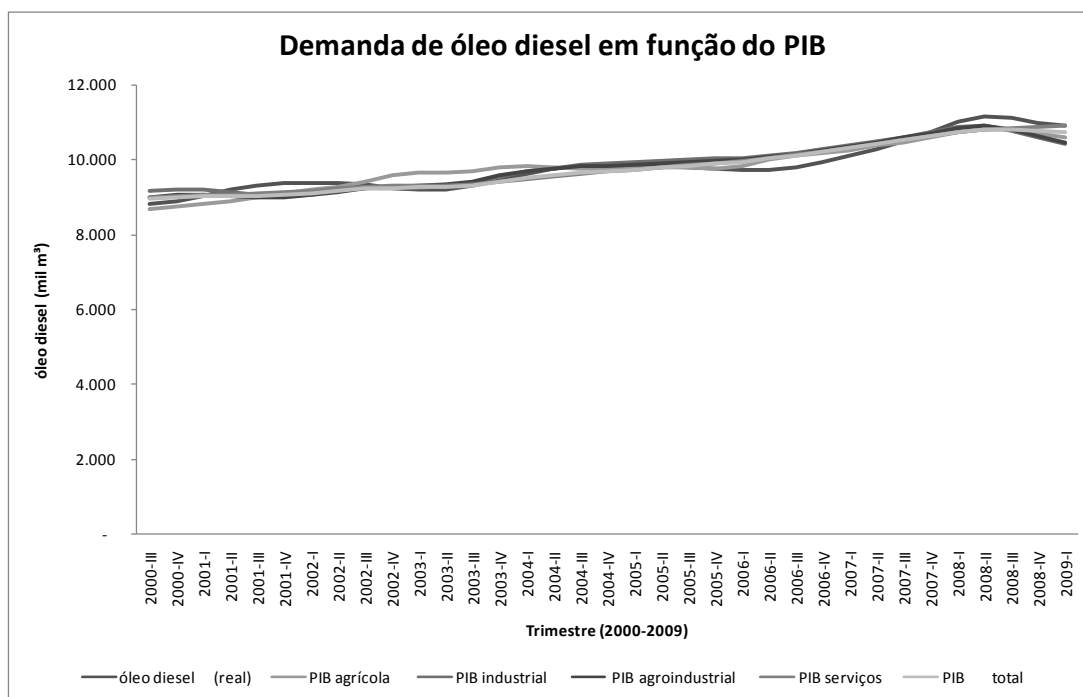
Resolvendo-se as retas de regressão linear em relação às séries históricas do PIB (III trimestre de 2000 a I trimestre de 2009), e comparando-se os resultados com a demanda real de óleo diesel no período pesquisado, verificou-se, conforme ilustrado na Tabela A4 e Figura A1, a robusta influência do PIB e seus componentes sobre a demanda de óleo diesel.

A ANP publica dados estatísticos (séries históricas) referentes ao óleo diesel A produzido e comercializado no país. Essa informação está disponível por meio dos seguintes agrupamentos: produção nacional; importações e exportações; vendas de distribuidores. Neste trabalho, foram utilizados os dados da ANP agrupados em “vendas de distribuidoras”, no período do ano 2000 ao de 2009, que representaram o volume de óleo diesel, declarado pelos distribuidores, comercializado no mercado interno brasileiro.

Tabela A4: Comparativo entre a demanda real de óleo diesel e a estimada em relação aos diversos componentes do PIB.

Ano	Período	Óleo diesel (real)	Demanda estimada de óleo diesel (mil m ³) em função do PIB				
			PIB agrícola	PIB industrial	PIB agroindustrial	PIB serviços	PIB total
2000	2000-III	8.822	8.683	9.153	9.015	8.986	8.957
	2000-IV	8.896	8.758	9.193	9.064	9.020	8.995
2001	2001-I	9.034	8.824	9.177	9.067	9.051	9.018
	2001-II	9.195	8.905	9.117	9.038	9.069	9.022
	2001-III	9.306	8.995	9.046	9.004	9.095	9.030
	2001-IV	9.366	9.089	9.017	9.003	9.131	9.056
2002	2002-I	9.370	9.200	9.052	9.057	9.174	9.102
	2002-II	9.391	9.284	9.149	9.153	9.228	9.168
	2002-III	9.340	9.412	9.214	9.234	9.269	9.221
	2002-IV	9.233	9.600	9.212	9.276	9.286	9.246
2003	2003-I	9.207	9.666	9.242	9.316	9.292	9.262
	2003-II	9.213	9.647	9.286	9.346	9.296	9.274
	2003-III	9.295	9.694	9.373	9.425	9.326	9.318
	2003-IV	9.449	9.786	9.542	9.580	9.393	9.412
2004	2004-I	9.614	9.827	9.678	9.696	9.473	9.503
	2004-II	9.757	9.806	9.773	9.767	9.551	9.579
	2004-III	9.827	9.778	9.848	9.819	9.619	9.643
	2004-IV	9.873	9.756	9.887	9.845	9.678	9.692
2005	2005-I	9.878	9.762	9.924	9.875	9.734	9.740
	2005-II	9.824	9.793	9.960	9.911	9.788	9.789
	2005-III	9.803	9.800	10.011	9.952	9.849	9.845
	2005-IV	9.777	9.772	10.032	9.963	9.913	9.893
2006	2006-I	9.722	9.853	10.048	9.994	9.975	9.946
	2006-II	9.728	10.024	10.113	10.085	10.046	10.023
	2006-III	9.812	10.132	10.177	10.161	10.129	10.105
	2006-IV	9.952	10.186	10.273	10.249	10.227	10.201
2007	2007-I	10.105	10.270	10.397	10.366	10.327	10.306
	2007-II	10.284	10.386	10.496	10.472	10.431	10.411
	2007-III	10.491	10.472	10.607	10.579	10.533	10.514
	2007-IV	10.739	10.610	10.734	10.712	10.628	10.621
2008	2008-I	11.006	10.757	10.868	10.852	10.733	10.737
	2008-II	11.158	10.815	10.918	10.904	10.806	10.804
	2008-III	11.120	10.801	10.790	10.801	10.839	10.797
	2008-IV	10.988	10.725	10.598	10.631	10.872	10.770
2009	2009-I	10.909	10.594	10.430	10.469	10.910	10.749

Fonte: elaboração própria.



Fonte: elaboração própria.

Figura A1: Demanda trimestral recalculada para o óleo diesel em função do PIB.

A análise do modelo de previsão de demanda, materializado pelas retas de regressão calculadas e apresentadas na Tabela A3, a partir das séries históricas trimestrais dessazonalizadas do PIB e das vendas de óleo diesel, foi complementada com a análise do perfil do transporte de carga e de passageiro no Brasil, notadamente aquele que consome óleo diesel.

A Tabela A5, elaborada a partir de dados extraídos do IDET - Índice de Desempenho Econômico do Transporte (CNT, 2009), mostra a movimentação nacional de cargas e de passageiros, no ano de 2009, relacionada aos modos de transporte consumidores de óleo diesel.

Pelos dados no IDET, o modo de transporte de carga, em termos de momento de transporte (t.km), se sobrepõe ao modo rodoviário de passageiro (coletivo urbano, intermunicipal e interestadual), sinalizando que o primeiro é maior consumidor de óleo diesel que o último. Deve-se ressaltar que o transporte ferroviário de passageiro, que inclui o metrô, tem a eletricidade como fonte preponderante de energia.

Tabela A5: Momentos de transporte de passageiro e carga.

Modo de transporte	Rodoviário de passageiro		
Indicador	Coletivo urbano	Intermunicipal	Interestadual
passageiros transportados (pass.)	948.683.988	54.890.319	6.082.101
passageiros x km	1.565.328.580	3.359.040.253	1.903.410.106
Modo de transporte	Carga		
Indicador	Rodoviário	Ferroviário	Aquaviário
toneladas transportadas (t)	93.443.547	35.813.580	53.132.205
toneladas x km	35.053.414.807	20.517.509.963	-

Fonte: elaboração própria a partir de dados no IDET (CNT, 2009).

O PIB “serviços”, que como visto na Tabela A1 respondeu por dois terços do PIB total no período analisado, afeta a mobilidade das pessoas, alterando a demanda por serviços de transporte de passageiro. Por sua vez, o PIB “agrícola” e o “industrial” geram demanda por transporte de carga entre centros produtores e consumidores. Ambos os componentes do PIB se relacionam com o consumo de óleo diesel, conforme calculado e demonstrado anteriormente, pois geram demanda por transporte. Contudo, deve-se notar que houve diferença em relação ao que se transporta: pessoas ou carga em geral.

O PIB “serviços” apresentou maior aderência ao modelo de previsão proposto que o PIB “agrícola”, o “industrial” e o “agroindustrial”. Esta constatação pode estar sinalizando que o modo de transporte rodoviário de passageiro responde mais diretamente às variações no PIB “serviços”, se comparado ao modo rodoviário de carga em relação às variações no PIB “agrícola” e “industrial”.

O PIB “agrícola” e o “industrial” foram mensurados em valores monetários (R\$), resultado da multiplicação da quantidade produzida de cada produto por seu valor unitário a preço de mercado (R\$), excluídos os tributos. Assim, dependendo da evolução do perfil da matriz agrícola e industrial, associada à variação de preços, podem-se ter variações (positivas ou negativas) no PIB não lineares com as variações na demanda pelo transporte da carga produzida. Em outras palavras, produtos agrícolas e industriais podem ter maior ou menor valor agregado, determinado não pelo seu peso em quilogramas, mas por seu conteúdo tecnológico ou variações abruptas no preço de *commodities*.

Por outro lado, o PIB “serviços”, associado à mobilidade de pessoas, dissocia-se do conceito de valor agregado de produto, em face de sua vocação para o transporte de passageiros. Assim, se as atividades de comércio ou de administração pública (integram o PIB “serviços”) dobrassem de valor, provavelmente a demanda pelo transporte de pessoas aumentaria de forma proporcional, pois pessoas, ao contrário de produtos agrícolas e industriais, não possuem valor (R\$) agregado quando são transportadas.

Para fins didáticos, utilizando-se um exemplo extremo, se a matriz industrial do PIB migrasse de produtos básicos (combustíveis, minérios e matérias-primas) para produtos manufaturados de alto conteúdo tecnológico (*tablets*, *notebooks*, TVs 3D e *smart phones*), haveria incremento acentuado no valor do PIB (R\$), não acompanhados proporcionalmente pela demanda no transporte de carga, já que o *coeficiente de carga transportada* (R\$/kg) de *tablets* seria muito superior ao de minério de ferro. Em outras palavras, ao se transportar cargas de maior valor agregado em reais (PIB aumenta), necessitar-se-ia de menos caminhões ou vagões em termos de valor (R\$/kg) de carga transportada, e, assim, provavelmente o consumo de óleo diesel não acompanharia proporcionalmente o aumento do PIB.

Raciocínio semelhante poderia ser aplicado ao PIB “agrícola”, considerando, desta vez, a variável preço unitário da *commodity* agrícola. Por exemplo, o PIB “agrícola” poderia sofrer variações abruptas de um ano para outro devido à correspondente oscilação no preço internacional da soja, mantendo-se, contudo, a quantidade produzida desta oleaginosa, não afetando, em tese, a demanda por transporte desta carga agrícola. Quebras de safra também poderiam interferir de forma errática na relação PIB/consumo de óleo diesel (preço do produto aumentaria, mas volume de produção decresceria).

Contudo, o perfil do PIB “industrial” só se alteraria de forma paulatina, ao longo de anos, e o perfil do PIB “agrícola”, apesar de ser mais susceptível a variações de preços em curto prazo, poderia compensar estas variações pelo somatório dos preços das *commodities* agrícolas (ex.: soja aumentaria de preço, mas milho diminuiria).

Certamente, essas asserções deveriam ser objeto de pesquisas mais aprofundadas sobre o tema. Porém, vão ao encontro da melhor aderência do PIB “serviços” ao modelo de previsão proposto para a demanda de óleo diesel. Entretanto, em face do PIB “total” (*r*

= 0,959) praticamente apresentar a mesma força do PIB “serviços” ($r = 0,960$) na correlação com a demanda de óleo diesel, e considerando a relevância do transporte de cargas (agrícola e industrial) dentro da matriz de transporte brasileira, conforme apresentado na Tabela A3, optou-se, neste estudo, pela adoção do PIB “total” como variável independente no modelo de previsão de demanda de óleo diesel no Brasil, determinado pela equação A1 abaixo especificada:

$$Y = 3.179,0 + 0,034.x \quad (A1)$$

em que Y: consumo trimestral estimado de óleo diesel [mil m³];
x: PIB trimestral total [milhão R\$].

Ressalta-se que o modelo de previsão, elaborado neste trabalho, tratou o preço do óleo diesel como variável exógena, pois a precificação do produto não se enquadra nas leis de mercado de fixação de preços por meio de equilíbrios entre oferta e procura, devido à política de controle da inflação, promovida pelo Governo Federal, que restringe aumentos no preço do óleo diesel.

A falta de substitutos para o óleo diesel, em curto e médio prazo, também corroborou a hipótese de se tratar o preço como variável exógena ao modelo de previsão de demanda deste combustível. Não havendo substitutos economicamente viáveis, o preço pouco interferiria na decisão do consumidor quanto ao consumo de óleo diesel.

Deve-se ressaltar que a variável eficiência no consumo energético (km/l) também não foi considerada como parâmetro do modelo, pois não se espera, em curto prazo, melhorias robustas em motores do Ciclo Diesel, como também nas especificações do combustível, que justificassem a inserção desta variável no modelo. Contudo, a introdução dos motores Euro V (PROCONVE P7), a partir de janeiro/2012, que consomem o óleo diesel de baixo teor de enxofre, tendem a melhorar a eficiência energética da nova frota, cujos resultados só serão palpáveis em médio e longo prazo.

Por fim, excluíram-se do modelo os potenciais ganhos advindos de políticas educacionais de conscientização de empresários e motoristas autônomos quanto à correta manutenção e condução da frota de caminhões e ônibus.

A investigação levada a termo neste estudo, com o objetivo de proposição de modelo matemático para a previsão da demanda nacional de óleo diesel em função do nível de atividade econômica do país, corrobora a suspeita de que o PIB “total” pode ser utilizado como estimador confiável para a determinação do consumo deste combustível, como demonstrado pela equação “ $y = 3.179,0 + 0,034.x$ ”.

O PIB “serviços” apresentou a melhor correlação com a demanda de óleo diesel, superior às correlações do PIB “agrícola”, do “industrial” e do “agroindustrial”. Porém, em face da relevância do transporte de carga nos modos rodoviário e ferroviário no Brasil, e dado que o PIB “total” apresentou correlação semelhante à do PIB “serviços”, optou-se, neste estudo, pela adoção do PIB “total” como variável independente para a previsão da demanda de óleo diesel.

A.3. Modelo de previsão de demanda de óleo diesel B: perspectiva da ANP

A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, por meio da Superintendência de Abastecimento - SAB, desenvolveu modelo de projeção de demanda de óleo diesel B, devido à necessidade de se determinar os volumes de biodiesel negociados periodicamente nos leilões promovidos por essa agência reguladora. O modelo apoiou-se em metodologia econométrica, a partir de reduzido número de variáveis, utilizando a estimação por mínimos quadrados ordinários, convertidas as variáveis em logaritmo, tanto as explicativas como a dependente. De acordo com a ANP, este procedimento permite a interpretação dos coeficientes de regressão como elasticidades, facilitando a previsão, supondo variações percentuais das variáveis explicativas.

Neste contexto, foram selecionadas e testadas três variáveis explicativas: PIB “total”, PIB “agrícola” e PIB “transportes”. Todas as séries obtidas do IBGE possuíam periodicidade trimestral. A variável PIB “total” a preços de mercado foi adotada no modelo da ANP, pois demonstrou melhor significância estatística.

A variável dependente foi extraída das vendas nacionais de óleo diesel B (dados declarados à ANP pelas distribuidoras), trimestralmente, no período de 2000 a 2012. As séries de vendas foram estimadas em três cortes temporais: na íntegra (de 2000 a 2012),

de 2005 a 2012 e de 2008 a 2012. A última seleção de observações, de acordo com a ANP, foi a que gerou os resultados de melhor ajuste, possivelmente devido a uma quebra estrutural na relação entre PIB e consumo de óleo diesel B desde 2008, indicada pela abordagem econométrica.

A fim de melhorar o ajuste do modelo, foram testadas quatro variáveis binárias (*dummies*) periódicas entre as explicativas, uma para cada trimestre do ano, no máximo de três simultâneas, evitando-se o problema da multicolinearidade.

Estas variáveis captariam a ocorrência de sazonalidade no consumo de óleo diesel B, adicional à sazonalidade do PIB. Com base na sua significância, foi mantida apenas a *dummy* para o 3º trimestre, com um coeficiente positivo e um *p-valor* de 0,0659.

A forma funcional foi expressa pela equação:

$$\ln D_t = 8,20599 + 1,60533 \ln Y_t + 0,0279969 d_t \quad (A2)$$

em que D_t = Vendas de óleo de diesel B no trimestre t [mil m³];
 Y_t = PIB a preços de mercado no trimestre t [milhões R\$];
 d_t = variável binária [“1” para 3º trimestre, “0” para os demais].

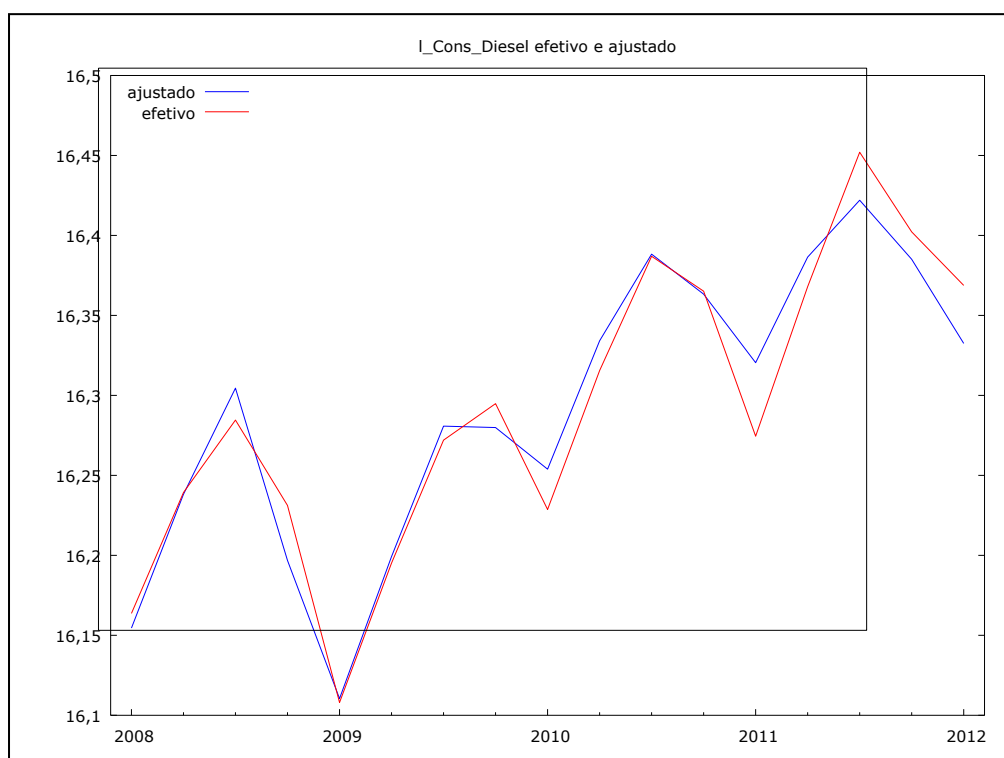
As Figuras A2 e A3 mostram os resultados da regressão. A ANP, ao analisar a estatística de Durbin-Watson calculada para a regressão (1,674), observou que o modelo não apresentava o problema da correlação serial, visto que o valor se aproximava satisfatoriamente de 2.

Paralelamente, na análise da evolução dos resíduos no tempo, como pode ser observado na Figura A4, tampouco se detectou a presença de heteroscedasticidade.

Modelo 7: MQO, usando as observações 2008:1-2012:1 (T = 17)				
Variável dependente: l_Cons_Diesel				
	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	8,20599	0,579479	14,16	1,09e-09 ***
Tri_3	0,0279969	0,0140360	1,995	0,0659 *
l_PIB	1,60533	0,115301	13,92	1,36e-09 ***
Média var. dependente	16,29121	D.P. var. dependente	0,091951	
Soma resid. quadrados	0,007939	E.P. da regressão	0,023814	
R-quadrado	0,941312	R-quadrado ajustado	0,932928	
F(2, 14)	112,2753	P-valor(F)	2,40e-09	
Log da verossimilhança	41,06581	Critério de Akaike	-76,13162	
Critério de Schwarz	-73,63198	Critério Hannan-Quinn	-75,88316	
rô	0,089563	Durbin-watson	1,674345	

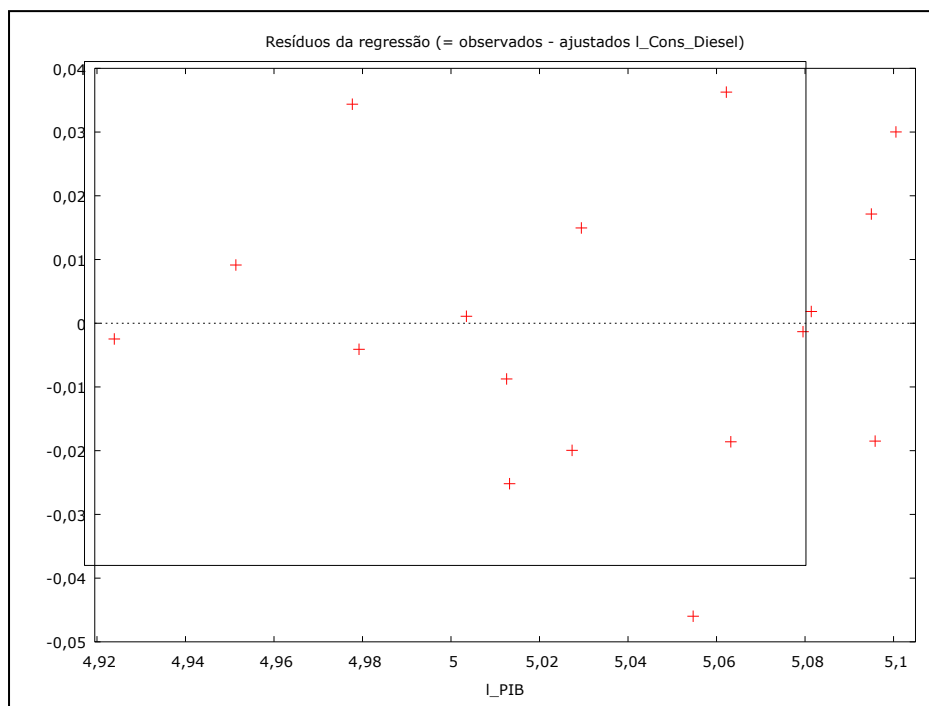
Fonte: ANP (2012).

Figura A2: Resultados da regressão da curva de demanda.



Fonte: ANP (2012).

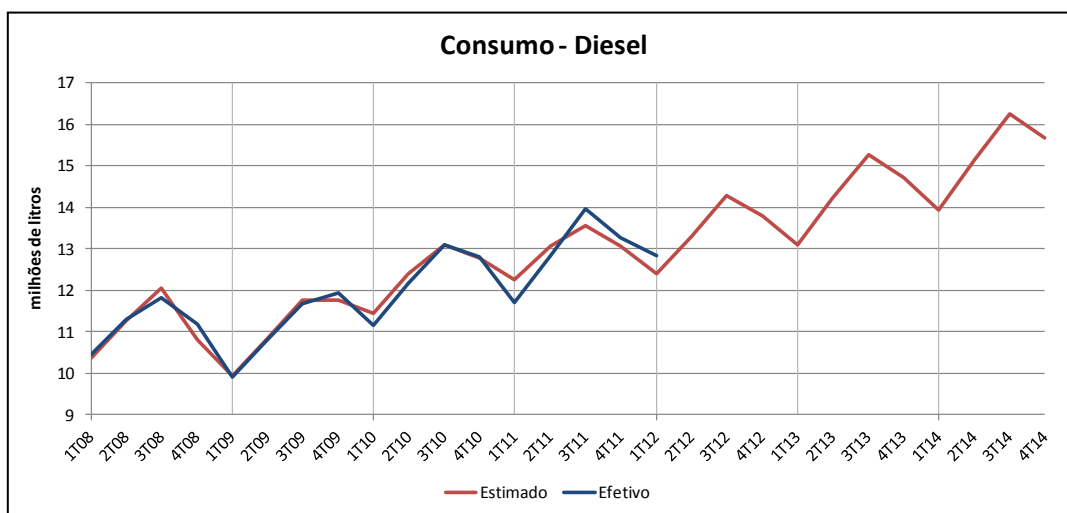
Figura A3: ln da demanda (consumo) de óleo diesel B - Efetivo x Estimado.



Fonte: ANP (2012).

Figura A4: Evolução dos resíduos versus ln PIB.

De acordo com as projeções do modelo da ANP, como se observa na Tabela A6 e nas Figuras A5 e A6, se a economia brasileira crescesse em 2012, 2013 e 2014, respectivamente, às taxas de 2,2%, 4,0% e 4,0%, o consumo anual de óleo diesel B atingiria 61,0 milhões de m³ em 2014. Em 2012, somaria 54,2 milhões de m³ e, em 2013, 57,3 milhões de m³.



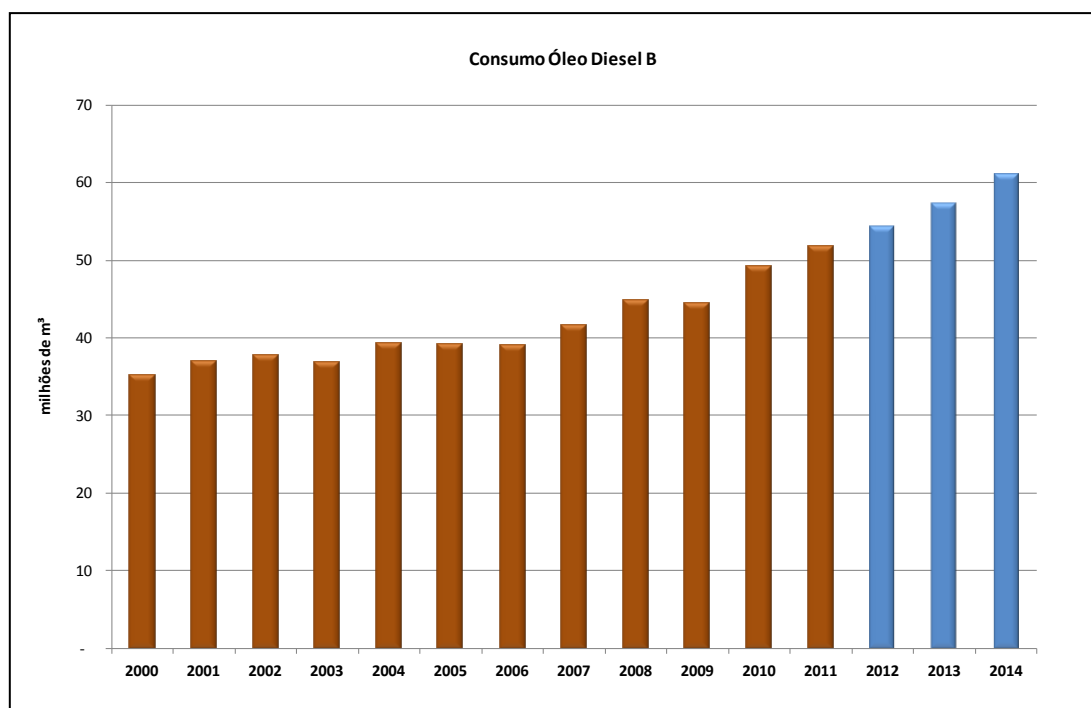
Fonte: ANP (2012).

Figura A5: Projeção do consumo de óleo diesel B até 2014.

Tabela A6: Projeção do consumo de óleo diesel B até 2014.

Projeção de Demanda Nacional de Óleo Diesel B						
<i>m³</i>	Volume	Cresc. do Consumo	Diesel A	B100	Teor de Biodiesel	Cresc. PIB
2000	35.151.264		35.151.264	-		
2001	37.024.903	5,3%	37.024.903	-		1,3%
2002	37.668.348	1,7%	37.668.348	-		2,7%
2003	36.853.254	-2,2%	36.853.254	-		1,1%
2004	39.225.675	6,4%	39.225.675	-		5,7%
2005	39.167.155	-0,1%	39.167.155	-		3,2%
2006	39.008.397	-0,4%	39.008.397	-		4,0%
2007	41.558.180	6,5%	41.297.690	260.489	<i>Opcional</i>	6,1%
2008	44.763.952	7,7%	43.638.585	1.125.367	2% / 3%	5,2%
2009	44.298.461	-1,0%	42.733.529	1.564.932	3% / 4%	-0,3%
2010	49.239.039	11,2%	46.777.087	2.461.952	5%	7,5%
2011	51.781.766	5,2%	49.192.678	2.589.088	5%	2,7%
2012	54.242.657	4,8%	51.530.524	2.712.133	5%	2,2%
2013	57.306.702	5,6%	54.441.367	2.865.335	5%	4,0%
2014	61.031.810	6,5%	57.980.219	3.051.590	5%	4,0%

Fonte: ANP (2012).



Fonte: ANP (2012).

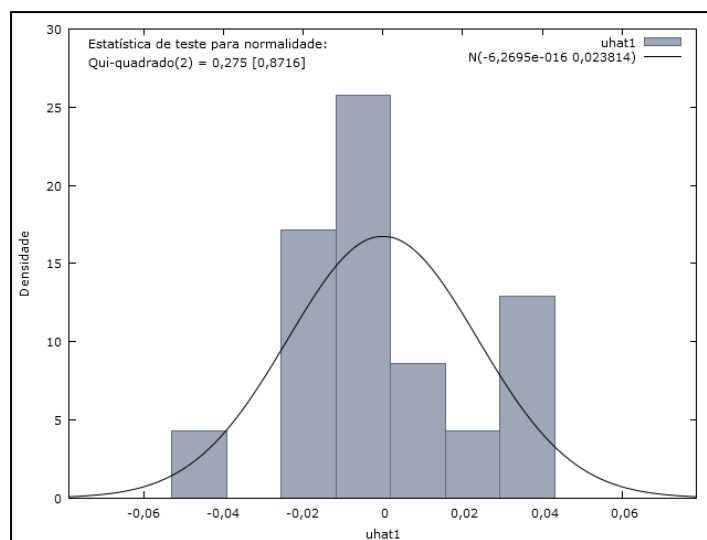
Figura A6: Consumo de óleo diesel B (efetivo de 2000 a 2011 e estimado até 2014).

A.4. Teste de normalidade da demanda de óleo diesel B: perspectiva da ANP

A ANP também realizou o teste de normalidade de Jarque-Bera (JB), com o objetivo de verificar se a demanda adere a uma curva de distribuição normal. Para esse procedimento, baseado nas diferenças entre os coeficientes de assimetria (S) e curtose (C) da distribuição observada da série (tamanho $n = 17$, trimestres I/08 a I/12) e da distribuição normal teórica, foi calculada a estatística de teste (JB) de acordo com a equação:

$$JB = n[(S^2/6) + (C-3)^2/24] \quad (A3)$$

Sob a hipótese nula de uma distribuição normal, a estatística Jarque-Bera tem distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade. Rejeita-se a hipótese nula de normalidade dos resíduos, com significância de 1%, se a estatística de teste obtida (JB) superar o valor crítico de 9,21. Como o valor calculado para os resíduos da série estimada foi 0,174493, a hipótese de normalidade da demanda de óleo diesel B foi confirmada. A Figura A7 apresenta o histograma dos resíduos das séries temporais de óleo diesel B utilizadas no estudo da ANP.



Fonte: ANP (2012).

Figura A7: Histograma dos resíduos da regressão das séries temporais de óleo diesel B.

ANEXO B

Pesquisas prévias junto aos agentes econômicos

B.1: 1ª pesquisa prévia, em 26/07/2011, realizada na REMAN em Manaus/AM:

Participantes: Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS) e nove distribuidores (incluindo aqueles que não possuem bases próprias ou arrendadas, isto é, se utilizam de espaço cedido nos tanques das bases existentes na região) que operam na região norte: Atem's Distribuidora de Petróleo Ltda. (ATEM'S), SP Indústria e Distribuidora de Petróleo Ltda. (SP), PDV Brasil Combustíveis e Lubrificantes Ltda. (PDV), Distribuidora Equador de Produtos de Petróleo Ltda. (EQUADOR), Raízen Combustíveis S.A. (RAÍZEN), Petro Amazon Petróleo da Amazônia Ltda. (PETRO AMAZON), Ipiranga Produtos de Petróleo S/A. (IPP), Petrobras Distribuidora S.A. (BR) e Distribuidora de Combustíveis Saara Ltda. (SAARA).

Pergunta única formulada aos participantes do segmento de distribuição: *“Quais são, na sua visão de distribuidor, as origens dos riscos que têm causado potenciais desabastecimentos de combustíveis na região norte?”*

B.2: 2ª pesquisa prévia, em 24/08/2011, realizada na TRANSPETRO em Belém/PA:

Participantes I: Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS) e oito distribuidores (incluindo aqueles que não possuem bases próprias ou arrendadas, isto é, se utilizam de espaço cedido nos tanques das bases existentes na região) que operam na região norte: Alesat Combustíveis S/A. (ALESAT), Petrobras Distribuidora S.A. (BR), PDV Brasil Combustíveis e Lubrificantes Ltda. (PDV), Petro Amazon Petróleo da Amazônia Ltda. (PETRO AMAZON), SP Indústria e Distribuidora de Petróleo Ltda. (SP), Raízen Combustíveis S.A. (RAÍZEN), Atem's Distribuidora de Petróleo Ltda. (ATEM'S) e Ipiranga Produtos de Petróleo S/A. (IPP).

Participantes II: cinco principais transportadores aquaviários (fluvial por balsa) que operam na região amazônica: CGC, CNA, Transdourada, Rodopar e TRANSPETRO.

Pergunta formulada aos participantes do segmento de distribuição: “*Quais são, na sua visão de distribuidor, as origens dos riscos que têm causado potenciais desabastecimentos de combustíveis na região norte?*”

Pergunta formulada aos participantes do segmento de transportes: “*Quais são, na sua visão de transportador, as origens dos riscos que têm causado potenciais desabastecimentos de combustíveis na Região Norte?*”.

ANEXO C

Respostas referentes às pesquisas prévias

C.1: Respostas da pergunta única para os distribuidores, por ocasião da 1ª pesquisa prévia, em 26/07/2011, realizada na REMAN em Manaus/AM:

- Seca do Rio Madeira, pois não há manutenção dos canais para navegação.
- Transportadores: cada dia as balsas estão sendo construídas com capacidades maiores, dificultando cada vez mais a navegação no período de seca (sem contar que todas hoje necessitam ter casco duplo).
- Dificuldades em recebermos bombeios, antecipando as cotas junto à REMAN; essa dificuldade não nos permite criar estoques nas pontas (Porto Velho).
- Capacidade de armazenagem nas pontas (Porto Velho) para receber estoques para 20 dias de produtos.
- Falta de produto na REMAN.
- Qualidade do produto importado (às vezes não atende a especificação).
- Rio Madeira durante a seca (encalhe de balsas).
- Redução do volume transportado por balsa durante a seca.
- Cessão de espaço em bases armazenadoras.
- Falta de suprimento por parte da refinaria.
- Logística de transporte: falta de equipamentos (balsas).
- Condições climáticas: secas. Falta investimento do governo para suprir e criar alternativas de rotas.
- Flexibilização na liberação de cotas (antecipação) nos momentos críticos, visando evitar o desabastecimento.
- Falta de oferta de polos alternativos.
- Falta de investimento na drenagem do Rio Madeira pelos órgãos responsáveis (Governo Federal).
- ANP conceder autorização de vendas entre distribuidoras, além dos 5% na Região Norte, pois facilitará compra e venda neste período (seca), pois são diferentes as capacidades do transporte de cada uma (distribuidora) entre Manaus e Porto Velho, por exemplo.

- No caso da Distribuidora Saara uns dos maiores problemas é a limitação de compra entre congêneres em 5%. Se no período de seca este percentual mudasse, ajudaria bastante no abastecimento no Estado de Rondônia.
- Alguns pontos são bem evidenciados, através da operação entre a cadência de bases primárias e secundárias:
 - 1) Limitação contratual de cota dia;
 - 2) capacidade de armazenagem nas distribuidoras;
 - 3) capacidade de armazenagem de produtos certificados na PETROBRAS, especificamente na REMAN, para atender a grade/volume de bombeio diário na observância da programação de cabotagem;
 - 4) regularidade de atendimento da PETROBRAS às distribuidoras para garantir o fluxo operacional;
 - 5) informações antecipadas (em tempo hábil) de possíveis crises e falta de produto. Sem falsas expectativas e com o pior cenário para formulação de plano de contingência.
 - 6) aumento da frota fluvial;
 - 7) adequação das plantas operacionais para atendimento às modalidades da operação regional, ou seja, aumentar a produtividade e capacidade de recebimento e distribuição rodoviária e fluvial (Porto Velho é o caso);
 - 8) transferência de polo alternativo rodoviário influência diretamente a operação de coleta de etanol, pois a frota rodoviária no âmbito nacional já está maximizada;
- Fenômenos climáticos impossibilitando previsão cheia/vazante.
- Indisponibilidade de equipamentos no mercado adequados para atendimento da demanda.
- Balizamento dos rios para permitir navegação ininterrupta.
- Desabastecimentos frequentes da refinaria com produtos especificados (raiz no diesel).
- Navegabilidade fluvial.
- Demora na tomada de decisões da PETROBRAS quanto à liberação de polo alternativo, quando da realização de crises severas.
- Vazante acentuada do Rio Madeira sem que haja sinalização ou orientação à navegação pelas autoridades no período.

- Baixa capacidade de armazenagem em Porto Velho.
- Polos alternativos distantes versus alto custo frete.
- 2º semestre – aumenta vendas/demanda versus redução da capacidade de transporte (balsas aliviadas).

C.2: Respostas da pergunta para os distribuidores e produtor, por ocasião da 2ª pesquisa prévia, em 24/08/2011, realizada na TRANSPETRO em Belém/PA:

- Como distribuidora o maior problema são os espaços pequenos e as dificuldades de formar volume para o transporte de balsas.
- Na região Amazônica é necessária a criação (ampliação) de espaços tanto na origem como no destino.
- Conformidade do produto.
- Estradas no estado.
- Pier (gargalo).
- Calado insuficiente no porto de Miramar.
- Disponibilidade de píer, somente 2 piers com possibilidade de atracação.
- Pedimos avaliar a possibilidade de apoio da ANP junto a CDP e/ou ANTAQ, para a realização de dragagem, obras e manutenção no porto de Miramar para resolver problemas de calado baixo e disponibilidade de píer para carregamento de balsas.
- Já respondido por nosso gerente de operações através de e-mail em 17/08/11.
- Amazonas – Liberação da quota dia. Isto implica na demora nos carregamentos de balsas para bases secundárias. Como a balsa leva um número grande de quotas, há atraso nos carregamentos.
- Dificuldade de navegação do Rio Madeira na seca.
- Pará – o Abastecimento pode ficar comprometido se falhar a logística de abastecimento, através de navios, devido à falta de drenagem do píer no terminal de Miramar.
- Falha na programação de chegada dos navios.
- Limitação operacional do porto de Belém – CDP – dragagem.
- Limitação do canal de acesso ao porto – uso de praticagem.
- Marés para atracar e desatracar.
- Distribuidoras com capacidade de armazenagem defasada – um tanque por produto.

- Capacidade de armazenagem de gás na TRANSPETRO limitada (influencia na capacidade de armazenagem de líquidos).

C.3: Respostas da pergunta para os transportadores, por ocasião da 2ª pesquisa prévia, em 24/08/2011, realizada na TRANSPETRO em Belém/PA:

- Matriz de distribuição dos derivados para a Amazônia (Ex: Macapá, Itacoatiara). Transportadores dependem de grandes investimentos para adequação. Além do produto feito, pulmão para aliviar o navio não atende a região em todos os produtos.
- Baixa armazenagem nas bases secundárias.
- Falta de produto nas refinarias da região ou nas distribuidoras.
- Falta de planejamento e logística para as distribuidoras para escoamento dos derivados.
- Sazonalidade na região amazônica, principalmente na Amazônia Ocidental, onde não temos maré e sim, seca e cheia durante um período que varia de acordo com a margem do Amazonas. 4 de cheia e 6 de seca, ou até 7 de cheia e 4 de seca. Ressaltando que no 1º semestre a margem direita enche e a esquerda seca e vice versa, impactando a qualidade, a segurança e a saúde ocupacional, sendo redobrada a preocupação com o meio ambiente.
- Lamentavelmente não há uma qualificação por parte dos distribuidores quanto aos transportadores. Com isso, perde produtividade, aumentando os custos das transportadoras em função do fluxo de embarcações. Levando-se em consideração que considero o frete na Amazônia baixo para a estrutura de escoamento exigido.
- O Rio Madeira merece um cuidado especial, principalmente na seca.
- Não acredito que o terminal de Itacoatiara seja a solução para diminuir os impactos do Rio Madeira e da cidade de Manaus. Exemplo foi que não solucionaram a distribuição e o suprimento na região. Apenas trouxe uma redução de custo para a PETROBRAS. Para a gasolina e o álcool continua vindo de Belém de forma ociosa.
- Para propor qualquer solução para a Amazônia deve se conhecê-la e atender as suas peculiaridades naturais e a que o homem contribuiu para que ela perca seus caminhos naturais.
- As distâncias são longas.

- Indisponibilidade de atracação de dois berços nos quatro existentes em dois piers da CDP – Companhia das Docas do Pará (necessidade de drenagem), estrangulando o fluxo de escoamento a partir de Belém.
- Indisponibilidade de óleo diesel por períodos, na Reman.
- Coordenação de uma logística integrada envolvendo todos os participantes da cadeia logística, para o caso de Belém: TRANSPETRO (navios); Distribuidoras (demanda); Transportadores (equipamentos); CDP (Companhia Docas do Pará – Porto); Eletronorte (consumo não termoelétricos).
- Infraestrutura para produção de B5 nas bases secundárias, no caso de Macapá o B100 é transportado pelo modal rodo-fluvial, reduzindo as opções de abastecimentos alternativos.
- Terminal de Miramar Pier 1 e Pier 2.
- Dragagem do canal para navios com maior capacidade.
- Correção dos mangotes dos piers para 6”.
- Colocar válvulas conectadas com as balsas.
- Falta de produto.
- Engarrafamento de navio para descarregamento.
- As balsas só operam no pier 5.

ANEXO D

Perfil dos participantes que responderam à pesquisa realizada, em 20/03/2012, contemplando os Questionários nº 1, nº 2 e nº 3

Nome	Idade (anos)	Empresa	Cargo	Experiência profissional (anos)	
				em geral (inclui combustíveis)	em combustíveis
Wilson Maia da Cruz	49	Raízen Combustíveis S.A.	Logística e Abastecimento	4	4
Maximilian Modesto	47	Ipiranga Produtos de Petróleo S.A.	Coordenador de Núcleo	18	18
Mário Jorge S. Cruz	57	Waldemiro P. Lustoza & Cia Ltda.	Gerente de Operações	39	39
Edgar Rodrigues Soares	58	Distribuidora Equador de Produtos de Petróleo Ltda.	Gerente de Operações	38	38
Deivide Souza de Oliveira	29	PDV Brasil Combustíveis e Lubrificantes Ltda.	Supervisor de Operações de Terminais	5	5
Wagner de Andrade Figueira	73	Petro Amazon Petróleo da Amazônia Ltda.	Contador Geral	5	5
Dauster Sá Ribas Gonçalves	65	Delima Comércio e Navegação Ltda.	Diretor de Navegação	47	1
Airton Teles da Silva	46	Petrobras Distribuidora S.A.	Gerente da Base de Manaus	18	16
José Carlos Pansera	60	E.D. Lopes & Cia Ltda.	Gerente Operacional	15	15
Eline Lima da Silva	34	Atemis Distribuidora Ltda.	Chefe de Distribuição	13	13
Afonso França de Paula	38	Navemazônia Navegação Ltda.	Gerente Operacional	3	3
Rildo C. de Oliveira	48	Companhia de Navegação da Amazônia - CNA	Gerente de Operações	20	1
João Paulo de Andrade Gomes	31	União Transportes Ltda.	Tecnólogo Naval	5	5
Alcides Ribeiro de Azevedo	55	Navecunha Transporte de Navegação Ltda.	Analista de Operações	10	10
Antonio Pereira Silva	56	Petrobras Transporte S.A.	Coordenador de Transportes	11	11
Jorge Luiz de Oliveira	47	Petróleo Brasileiro S.A.	Coordenador Programação Produção	15	15

ANEXO E

Pesquisa realizada, em 20/03/2012, na REMAN em Manaus/AM, por meio da aplicação do 1º Questionário a todos os agentes econômicos

1º Questionário (onze perguntas) - relevância dos fatores de risco sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel no trecho Manaus/AM-Porto Velho/RO.

Perguntas	Espaço reservado para as respostas
<p>1. Estão listados, ao lado, <u>três fatores</u> diretamente relacionados ao estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidor. Distribua 100 pontos entre os fatores, de modo a refletir a relevância relativa de cada fator sobre a formação de estoque de segurança. Quanto mais pontos um fator receber, maior o seu impacto. Se um fator não for importante, ganha zero ponto. Se um fator traz duas vezes mais impacto do que outro, deve receber o dobro de pontos.</p>	<p>() Fontes de suprimento () Modos de transporte () Bases de armazenagem</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>
<p>2. Estão listados, ao lado, <u>três itens</u> associados ao fator “fontes de suprimento” de óleo diesel que podem influenciar no nível do estoque de segurança em base de armazenagem de distribuidora. Distribua 100 pontos entre os itens, de modo a refletir a relevância relativa de cada item sobre a formação de estoque de segurança.</p>	<p>() Produção própria da REMAN () Transbordo da produção nacional () Transbordo da importação</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>
<p>3. Estão listados, ao lado, <u>quatro subitens</u> associados ao item “produção própria da</p>	<p>() Paradas programadas na REMAN () Paradas não previstas na REMAN</p>

<p>REMAN” que podem influenciar no nível do estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidora.</p> <p>Distribua 100 pontos entre os subitens, de modo a refletir a relevância relativa de cada sub-item sobre a formação de estoque de segurança.</p>	<p><i>100 (soma dos pontos)</i></p> <p>() Capacidade de armazenagem na REMAN</p> <p>() Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>
<p>4. Estão listados, ao lado, <u>dois subitens</u> associados ao item “transbordo da produção nacional”, que podem influenciar no nível do estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidora.</p> <p>Distribua 100 pontos entre os subitens, de modo a refletir a relevância relativa de cada subitem sobre a formação de estoque de segurança.</p>	<p>() Frequência/volume de recebimento na REMAN</p> <p>() Infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>
<p>5. Estão listados, ao lado, <u>dois subitens</u> associados ao item “transbordo de importação”, que podem influenciar no nível do estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidora.</p> <p>Distribua 100 pontos entre os subitens, de modo a refletir a relevância relativa de cada subitem sobre a formação de estoque de segurança.</p>	<p>() Conformidade do óleo diesel em relação à especificação da ANP</p> <p>() Infraestrutura portuária</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>
<p>6. Estão listados, ao lado, <u>dois itens</u> associados ao fator “modos de transporte” de óleo diesel, de bases primárias para secundárias, que podem influenciar no nível do estoque de segurança em base de armazenagem de distribuidora.</p>	<p>() Transporte fluvial por meio de balsas</p> <p>() Transporte rodoviário</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>

<p>Distribua 100 pontos entre os itens, de modo a refletir a relevância relativa de cada item sobre a formação de estoque de segurança.</p>	
<p>7. Estão listados, ao lado, <u>dois subitens</u> associados ao item “transporte fluvial por meio de balsas”, de bases primárias para secundárias, que podem influenciar no nível do estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidora.</p> <p>Distribua 100 pontos entre os subitens, de modo a refletir a relevância relativa de cada subitem sobre a formação de estoque de segurança.</p>	<p>() Frequência/volume de recebimento por balsas nas bases</p> <p>() Infraestrutura aquaviária</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>
<p>8. Estão listados, ao lado, <u>três subitens</u> associados ao item “transporte rodoviário”, de bases primárias para secundárias, que podem influenciar no nível do estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidora.</p> <p>Distribua 100 pontos entre os subitens, de modo a refletir a relevância relativa de cada subitem sobre a formação de estoque de segurança.</p>	<p>() Frequência/volume de recebimento por caminhões nas bases</p> <p>() Infraestrutura rodoviária</p> <p>() Custo (frete rodoviário)</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>
<p>9. Estão listados, ao lado, <u>dois itens</u> associados ao fator “bases de armazenagem”, que podem influenciar no nível do estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidora.</p> <p>Distribua 100 pontos entre os itens, de modo a refletir a relevância relativa de</p>	<p>() Capacidade de armazenagem</p> <p>() Infraestrutura de descarregamento</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>

<p>cada item sobre a formação de estoque de segurança.</p>	
<p>10. Estão listados, ao lado, <u>dois subitens</u> associados ao item “capacidade de armazenagem”, que podem influenciar no nível do estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidora.</p> <p>Distribua 100 pontos entre os subitens, de modo a refletir a relevância relativa de cada subitem sobre a formação de estoque de segurança.</p>	<p>() Capacidade disponível para uso próprio - m³</p> <p>() Capacidade disponível para cessão de espaço - m³</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>
<p>11. Estão listados, ao lado, <u>dois subitens</u> associados ao item “infraestrutura de descarregamento”, que podem influenciar no nível do estoque de segurança de óleo diesel em base de armazenagem de distribuidora.</p> <p>Distribua 100 pontos entre os subitens, de modo a refletir a relevância relativa de cada subitem sobre a formação de estoque de segurança.</p>	<p>() Infraestrutura de descarregamento por balsas</p> <p>() Infraestrutura de descarregamento rodoviário</p> <hr/> <p><i>100 (soma dos pontos)</i></p>

ANEXO F

Pesquisa realizada, em 20/03/2012, na REMAN em Manaus/AM, por meio da aplicação do 2º Questionário a todos os agentes econômicos

2º Questionário - impacto dos fatores de risco sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel no trecho Manaus/AM-Porto Velho/RO.

Marque com apenas um X, para cada subitem (fator de risco) numerado de 1 a 17, a alternativa que você considera a mais prudente para garantir o suprimento de óleo diesel para os clientes de distribuidores, a partir das bases secundárias em Porto Velho/RO:	Aumento (%) do estoque de segurança de:										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1- Paradas programadas na REMAN											
2- Paradas não previstas na REMAN											
3- Capacidade de armazenagem na REMAN											
4- Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases											
5- Frequência/volume de recebimento na REMAN											
6- Infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN											
7- Conformidade do óleo diesel em relação à especificação da ANP											
8- Infraestrutura portuária											
9- Frequência/volume de recebimento por balsas nas bases											
10- Infraestrutura aquaviária											
11- Frequência/volume de recebimento por caminhões nas bases											
12- Infraestrutura rodoviária											
13- Custo (frete rodoviário)											
14- Capacidade disponível para uso próprio - m³											
15- Capacidade disponível para cessão de											

espaço - m ³											
16- Infraestrutura de descarregamento por balsas											
17- Infraestrutura de descarregamento rodoviário											

ANEXO G

Pesquisa realizada, em 20/03/2012, na REMAN em Manaus/AM, por meio da aplicação do 3º Questionário a todos os agentes econômicos

3º Questionário - sazonalidade dos fatores de risco sobre os fluxos logísticos de transporte e armazenagem de óleo diesel no trecho Manaus/AM-Porto Velho/RO.

Marque com “0” ou “1”, para cada mês, considerando que “0” significa um mês normal (sem riscos) e “1” um mês crítico, em relação aos riscos sobre o estoque de segurança de óleo diesel em bases de armazenagem de distribuidores em Porto Velho/RO:	Mês											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	a	e	a	b	a	u	u	g	e	u	o	e
	n	v	r	r	i	n	l	o	t	t	v	z
1- Paradas programadas na REMAN												
2- Paradas não previstas na REMAN												
3- Capacidade de armazenagem na REMAN												
4- Frequência/volume dos bombeios da REMAN para as bases												
5- Frequência/volume de recebimento na REMAN												
6- Infraestrutura do terminal de recebimento na REMAN												
7- Conformidade do óleo diesel em relação à especificação da ANP												
8- Infraestrutura portuária												
9- Frequência/volume de recebimento por balsas nas bases												
10- Infraestrutura aquaviária												
11- Frequência/volume de recebimento por caminhões nas bases												
12- Infraestrutura rodoviária												
13- Custo (frete rodoviário)												
14- Capacidade disponível para uso próprio - m ³												
15- Capacidade disponível para cessão de espaço - m ³												
16- Infraestrutura de descarregamento por balsas												
17- Infraestrutura de descarregamento rodoviário												