

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUIZ CESAR DOS SANTOS LIMA

**PROPOSTA DE UM MÉTODO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE DOS MODAIS
PARA O TRANSPORTE DO CARRO DE COMBATE VBC LEOPARD 1A5BR**

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2012

LUIZ CESAR DOS SANTOS LIMA

**PROPOSTA DE UM MÉTODO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE DOS MODAIS
PARA O TRANSPORTE DO CARRO DE COMBATE VBC LEOPARD 1A5BR**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Área de Concentração: Gestão Industrial.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Colmenero

Co-orientador: Prof. Dr. Piraju Borowski Mendes

PONTA GROSSA

2012

L732 Lima, Luiz Cesar dos Santos

Proposta de um método de análise da viabilidade dos modais para o transporte do carro de combate VBC Leopard 1A5BR / Luiz Cesar dos Santos Lima. -- Ponta Grossa, 2012.

108 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Colmenero

Co-orientador: Prof. Dr. Piraju Borowski Mendes

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

1. Processo decisório. 2. Transporte militar. 3. Logística. I. Colmenero, João Carlos. II. Mendes, Piraju Borowski. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. IV. Título.

CDD 670.42



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título de Dissertação Nº **210/2012**

PROPOSTA DE UM MÉTODO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE DOS MODAIS
PARA O TRANSPORTE DO CARRO DE COMBATE VBC LEOPARD 1A5BR

por

Luiz Cesar dos Santos Lima

Esta dissertação foi apresentada às **14 horas** de **28 de novembro de 2012** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Kazuo Hatakeyama (UNISINOS)

Prof. Dr. Aldo Braghini Junior (UTFPR)

Prof. Dr. Piraju Borowski Mendes (UTFPR)

Prof. Dr. João Carlos Colmenero (UTFPR)
- Orientador

Visto do Coordenador:

João Luiz Kovaleski (UTFPR)
Coordenador do PPGEP

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO
DE REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR –CÂMPUS PONTA GROSSA

Dedico este trabalho à minha companheira, amiga e amada esposa Eloisa, aos meus queridos filhos Daniele, Rafael, Leandro e o pequeno Erick por serem fontes de ânimo e inspiração e compreenderem os momentos de ausência do esposo e pai.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por sua presença forte e constante, sempre a me acompanhar e a me dar forças para enfrentar os obstáculos que tanto me fizeram crescer.

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu primeiro orientador Prof. Dr. Kazuo Hatakeyama, que sempre incentivou e me aceitou como orientado, possibilitando o início dessa pesquisa.

Agradeço ao meu atual orientador Prof. Dr. João Carlos Colmenero, por ter aceitado o desafio desse trabalho e por iluminar e compartilhar seu conhecimento em todas as orientações que se fizeram necessárias para a realização desse trabalho.

Em especial, agradeço ao Coronel de Cavalaria do Exército Brasileiro, Piraju Borowski Mendes, meu co-orientador, de quem partiu a idéia da pesquisa e possibilitou o acesso a informações imprescindíveis à sua realização.

Também agradeço aos militares General Washington Machado de Figueiredo, ao Coronel Ronaldo Pacheco, ao Capitão Julio Cesar Monteiro de Vasconcelos Junior e ao Engenheiro Plinio Vivan Filho, cujos conhecimentos e experiências foram relevantes para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus pais Zezo e Iracema por ensinarem a importância da família a mim e as minhas irmãs Rose e Celia. Esta última, exemplo de amor e dedicação à nobre arte de ensinar.

Agradeço aos amigos, colegas de turma e trabalho, em especial, ao Antonio Sergio dos Santos, que tantas vezes acumulou trabalho para que pudesse dedicar-me a este estudo.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná representada pelos servidores que presta um serviço de excelência à sociedade.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

LIMA, Luiz Cesar dos Santos. **Proposta de um método de análise da viabilidade dos modais para o transporte do carro de combate VBC Leopard 1A5BR.** 2012. 108 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

A Mobilização Nacional é um conjunto de atividades que visa capacitar o Brasil a planejar e executar ações no campo da Defesa Nacional para garantir a segurança e a soberania do país. Quando esta for decretada pelo Estado, os órgãos que fazem parte do Sistema de Defesa Nacional devem estar preparados e equipados para executarem suas funções. O Exército Brasileiro, um desses órgãos, no ano de 2006, adquiriu 250 viaturas blindadas de combate, das quais 216 para serem distribuídas em suas unidades de cavalaria no território brasileiro. O objetivo desse estudo é apresentar a melhor alternativa logística de transporte para o deslocamento desses carros de combate em uma organização militar, a partir de um determinado cenário, com menor custo e/ou tempo. Para atingir o objetivo foram realizadas consultas por meio de entrevistas e correspondências com especialistas em transporte, transporte militar e viaturas blindadas. As consultas possibilitaram definir as principais vantagens e desvantagens dos modais de transporte e os fatores relevantes no transporte de viaturas blindadas, permitindo a formulação da rede de transporte e elaboração de um instrumento de viabilidade dos modais de transporte (quadro de verificação) a serem aplicados às rotas de transporte. Um problema de transporte das viaturas blindadas, a partir de um cenário hipotético, foi resolvido por meio de um modelo matemático tendo como objetivo a minimização de custo ou tempo. Concluiu-se que o modelo matemático é uma ferramenta que pode auxiliar a tomada de decisão no transporte das viaturas blindadas, mas a melhor alternativa irá depender da adequada análise dos modais de transporte disponíveis e da correta formulação e aplicação do instrumento de viabilidade dos modais de transporte.

Palavras-chave: Tomada de decisão. Transporte. Logística. Logística militar. Modelo de transporte.

ABSTRACT

LIMA, Luiz Cesar dos Santos. **Proposal for method of assessing the feasibility of modal transport for the battle tank VBC Leopard 1A5BR**. 2012. 108 f. Dissertation (Master in Production Engineering) – Post-Graduate Program in Production Engineering, Federal University of Technology - Paraná. Ponta Grossa, 2012.

The National Mobilization is a set of activities that aims to enable Brazil to plan and execute actions in the field of National Defence to ensure the security and sovereignty of the country. When it is ordered by the state organs that are part of the System of National Defense must be prepared and equipped to execute its functions. The Brazilian Army, one of these agencies, in 2006, purchased 250 armored combat vehicles, of which 216 to be distributed among their cavalry units in Brazil. The aim of this study is to present the best alternative transportation logistics to carry these tanks in a military organization, from a given scenario, with lower cost and / or time. To achieve the goal consultations through interviews and correspondence with experts in transport, military transport and armored vehicles. The consultations allowed to define the main advantages and disadvantages of transportation modes and factors relevant to transport armored vehicles, permitting the formulation of the transport network and development of an instrument feasibility of transportation modes (check list) to be applied to routes of transport. A problem of transporting armored vehicles, from a hypothetical scenario, was solved by a mathematical model with the objective of minimizing cost or time. It was concluded that the mathematical model is a tool that can aid decision making in the transport of armored vehicles, but the best choice will depend on the proper analysis of the modes of transportation available and the correct formulation and application of the instrument feasibility of transportation modes.

Keywords: Decision-making. Transportation. Logistics. Military logistics. Transport model.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vista traseira do Leopard 1A5BR.....	24
Figura 2 - Vista lateral do Leopard 1A5BR.....	24
Figura 3 - – VBC Leopard 1A5 BR embarcado em caminhão prancha.....	29
Figura 4 - VBC Tamoyo II embarcado em vagão prancha	32
Figura 5 – Foto do Desembarque das VBC Leopard 1A5 no porto de Rio Grande-RS	36
Figura 6 - Transporte de viaturas militares em rebocador fluvial no estado do Amazonas	37
Figura 7 - Rede de transporte com nós e arcos.....	41
Figura 8 – Etapas do modelo matemático	48
Figura 10 - Rota do intervalo 2.....	70
Figura 11 - Rota do intervalo 3.....	70
Figura 12 - Rota do intervalo 4.....	70
Figura 13 - Rota do intervalo 5.....	71
Figura 15 - Rota do intervalo 6.....	72
Figura 16 - Rota do intervalo 7.....	72
Figura 19 - Rota do intervalo 8.....	73
Figura 20 - Rota do intervalo 9.....	73
Figura 19 - Rota do intervalo 10.....	73
Figura 20 - Rota do intervalo 12.....	73
Figura 20 - Rota do intervalo 11.....	73
Figura 20 - Rota do intervalo 12.....	74
Figura 21 - Rota do intervalo 13.....	74
Figura 22 - Legenda dos grafos da rotas	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo entre Mobilização e Logística Militar.....	22
Quadro 2 - Principais características da VBC Leopard 1A5 para fins de transporte	23
Quadro 3 - Principais vantagens e desvantagens dos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário para o transporte de carros de combate	38
Quadro 4 - Fatores relevantes no transporte de viaturas blindadas	58
Quadro 5 - Quadro de verificação do modal rodoviário.....	59
Quadro 6 - Quadro de verificação do modal ferroviário	60
Quadro 7 - Quadro de verificação do modal hidroviário	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Extensão da malha viária brasileira	26
Tabela 2 - Extensão da Malha Ferroviária em km 2009.....	30
Tabela 3 - Custo e velocidade média dos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário	39
Tabela 4 - Custo e velocidade média dos modais para formulação do modelo de transporte	64
Tabela 5 - Valores de custo e tempo para Fronteira de Eficiência	68

LISTA DE SIGLAS

ALL	América Latina Logística
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
B Log	Batalhão Logístico
Bda C Bld	Brigada de Cavalaria Blindada
BID	Base Industrial de Defesa
CC	Carro(s) de Combate
CECMA	Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia
COTER	Comando de Operações Terrestres
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EB	Exército Brasileiro
ECEME	Escola de Comando e Estado-Maior do Exército
F Ter	Força Terrestre
FA	Forças Armadas
Igla	Lança míssil antiaéreo portátil.
OM	Organização Militar (Organizações Militares)
PADECEME	Programa de Atualização dos Diplomados pela ECEME
RCC	Regimento de Carros de Combate
RFFSA	Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima
RM	Região Militar
VBC	Viatura(s) Blindada(s) de Combate
Vtr	Viatura(s)

LISTA DE SÍMBOLOS

m	metro
cm ²	Centímetro quadrado
l	litro
km	quilômetro
kg	quilograma
h	hora
T	tonelada
R\$	reais
cv	cavalo vapor

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2 PROBLEMA.....	15
1.3 OBJETIVOS.....	15
1.3.1 Objetivo Geral.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 JUSTIFICATIVA.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 MOBILIZAÇÃO NACIONAL.....	18
2.2 LOGÍSTICA MILITAR.....	19
2.3 TRANSPORTE DE VIATURAS BLINDADAS.....	22
2.4 PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODAIS DE TRANSPORTE.....	27
2.4.1 Transporte Rodoviário.....	27
2.4.1.1 Vantagens.....	27
2.4.1.2 Desvantagens.....	28
2.4.2 Transporte Ferroviário.....	29
2.4.2.1 Vantagens.....	31
2.4.2.2 Desvantagens.....	31
2.4.3 Transporte Hidroviário.....	33
2.4.3.1 Vantagens.....	34
2.4.3.2 Desvantagens.....	35
2.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODAIS.....	37
2.6 TÉCNICAS DE OTIMIZAÇÃO APLICADA A TRANSPORTES.....	39
3 METODOLOGIA	46
3.1 MÉTODO CIENTÍFICO.....	46
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	46
3.3 ENTREVISTA.....	47
3.4 MODELO MATEMÁTICO DE TRANSPORTE.....	48
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	51
4.1 FASES DA TOMADA DE DECISÃO DO TRANSPORTE DAS VBC.....	51
4.2 FATORES RELEVANTES NO TRANSPORTE DE VIATURAS BLINDADAS.....	53
4.3 PROBLEMA DE TRANSPORTE DAS VBC CC LEOPARD 1A5BR.....	62
4.3.1 Definição Do Problema.....	62
4.3.2 Construção do modelo matemático.....	65
4.3.3 Solução do Modelo.....	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	75
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
5.2 RECOMENDAÇÕES.....	76
6 REFERÊNCIAS	78

APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM ESPECIALISTA EM CARROS DE COMBATE.....	85
APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM ESPECIALISTA EM LOGÍSTICA MILITAR.....	88
APÊNDICE C – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM O TRANSPORTE RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO	92
APÊNDICE D – CORRESPONDÊNCIA PESSOAL DE MILITAR ESPECIALISTA EM TRANSPORTE HIDROVIÁRIO.....	97
APÊNDICE E – TABELA COM DISTÂNCIA ENTRE CIDADES DA REDE DE TRANSPORTE.....	103
APÊNDICE F – REDE DE TRANSPORTE COM DISTÂNCIA ENTRE OS NÓS	105
APÊNDICE G – TABELA COM TEMPO E CUSTO DAS ROTAS DA REDE DE TRANSPORTE.....	107

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As ações estratégicas para recuperação e modernização das Forças Armadas e as diretrizes para a reestruturação da Indústria de Defesa, que integram a Estratégia de Defesa Nacional, prevêm para a indústria nacional o estabelecimento de parcerias com outros países, e que as compras de produtos e serviços no exterior devem ser compatibilizadas com o objetivo de assegurar o aspecto abrangente de capacitações e de tecnologias sob o domínio nacional. Estabelecem, ainda, regime legal, regulatório e tributário especial, cabendo ao Estado ajudar a conquistar clientela estrangeira para a indústria nacional de defesa e buscar parcerias estratégicas com outros países, de modo a desenvolver tecnologia nacional e reduzir a dependência de produtos acabados do exterior. Assim, o governo federal pretende incentivar organizações nacionais a produzir bens e serviços de interesse da defesa do País, reunindo instituições públicas e privadas, para produzir bens, serviços e *softwares* em um conglomerado denominado Base Industrial de Defesa (BID). A BID deve ser competitiva, mantendo sua sustentabilidade comercial em condições de normalidade (situação de paz) e com vistas a atender as necessidades do País em caso de Mobilização Nacional. (BRASIL, 2005a)

A Mobilização Nacional consiste em um conjunto de atividades planejadas, orientadas e empreendidas pelo Estado, destinadas a capacitar o País a realizar ações estratégicas para, no campo da Defesa Nacional, garantir a defesa e a soberania do Brasil. A norma legal para a Mobilização Nacional, prevista no artigo 82 da Constituição Federal, foi regulamentada pela Lei nº 11.631, de 27 de dezembro de 2007 e pelo Decreto nº 6.592, de 02 de outubro de 2008. Compreende duas fases: preparo e execução. O preparo consiste da realização de ações estratégicas que viabilizem a Mobilização e é contínua, metódica e permanentemente desenvolvida desde a situação de normalidade (situação de paz). A execução é o conjunto de atividades empreendidas pelo Estado – uma vez decretada a Mobilização – de modo acelerado e compulsório, a fim de transferir os meios existentes no Poder Nacional e de promover a produção e a obtenção oportuna de meios adicionais. (BRASIL, 2007a)

Dentre as ações da Mobilização Nacional, podem-se citar o transporte de recursos de pessoal, armamento, equipamento e viaturas do Exército Brasileiro (EB), do local onde se encontram até a região de seu provável emprego. Essas ações poderão

demandar a contratação de serviços e de obras de adequação de vias e de instalações. As Viaturas Blindadas de Combate (VBC) por suas características especiais de peso e dimensões envolvem mobilização de pessoas, materiais e equipamentos para o seu deslocamento. Essas viaturas podem ser utilizadas para finalidades diversas, tais como, ataque a posições inimigas ou defesas de pontos estratégicos, notadamente em operações de combate. Representam uma vantagem em termos de poderio militar e estão presentes em áreas de conflitos armados ou em demonstrações de força, como por exemplo, apresentações e desfiles militares.

Para cumprir sua função, as VBC poderão ser transportadas de diversas maneiras, sendo que o Exército Brasileiro faz uso dos meios de transporte viáveis e disponíveis, conforme se apresente a situação. Essas viaturas devem permanecer armazenadas em entroncamentos rodoferroviários que facilitem seu deslocamento estratégico para regiões em que se fizerem necessárias, principalmente, devido às dimensões continentais do Brasil e a insuficiência de recursos destinados à Defesa (BRASIL, 2005b), o que requer planejamentos detalhados desde o tempo de paz (fase de preparo da Mobilização Nacional). As operações de transporte militar estão organizadas em um conjunto de atividades que constituem a função logística de transporte, incluindo planejar, organizar e disponibilizar os recursos necessários para o transporte de operações militares, como, por exemplo, o deslocamento de viaturas blindadas. Dependendo da quantidade de pessoal, material, viaturas, armamentos a serem transportados e do tempo disponível, os recursos existentes nas Organizações Militares (OM) não serão suficientes podendo ser necessário obtê-los de outras OM, empresas e organizações públicas e privadas, na forma da legislação vigente.

Considerando a importância estratégica do deslocamento de blindados e, em sendo a viatura blindada carga com dimensões fora dos padrões que usualmente se transporta, o planejador de seu transporte deverá conhecer as características dessas cargas, bem como as possibilidades e limitações dos modais de transporte disponíveis no País. Para o transporte das VBC, o planejador de transporte tem à sua disposição a possibilidade de fazer uso dos modais terrestres (rodoviário e ferroviário) e hidroviários (cabotagem, lacustre e fluvial). Devido às suas características e limitações, cada modal possui vantagens e desvantagens uns sobre os outros, que deverá ser objeto de análise para a tomada de decisão do transporte mais adequado conforme se apresente a situação.

Uma abordagem clássica na resolução de problemas de transporte de cargas é o uso das técnicas de programação matemática. O uso dessa técnica para criar modelos de transportes visa à otimização maximizando ou minimizando tempo, distância, paradas, custos, cargas, segurança, etc.

1.2 PROBLEMA

A partir dessa introdução, é definido o seguinte problema de pesquisa: Qual a melhor alternativa logística de transporte para o deslocamento de carros de combate VBC Leopard 1A5BR em uma organização militar, a partir de um determinado cenário?

1.3 OBJETIVOS

Para buscar a resposta ao problema de pesquisa, estabeleceram-se os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo Geral

Propor um método de análise, considerando as características dos modais de transporte (viabilidade e acessibilidade), para a tomada de decisão da melhor alternativa de transporte de carros de combate VBC Leopard 1A5BR em uma Organização Militar, em um determinado cenário.

1.3.2 Objetivos Específicos

Em função da delimitação do problema e a fim de atingir o objetivo geral, essa pesquisa tem como objetivos específicos:

- a) Identificar as principais vantagens e desvantagens dos modais de transportes disponíveis e viáveis para o deslocamento de viaturas blindadas de combate.
- b) Descrever os principais fatores a serem considerados para a tomada de decisão da melhor opção para o transporte de carros blindados de combate.

c) Definir, por meio da modelagem matemática, os modais de transporte a serem utilizados na escolha da melhor alternativa de transporte na mobilização de carros de combate;

d) Analisar, através do modelo proposto, fatores relacionados a custo e tempo da operação logística de transporte das viaturas blindadas nos diferentes modais de transportes.

1.4 JUSTIFICATIVA

Com a promulgação da lei de Mobilização Nacional e a criação do Sistema Nacional de Mobilização, as organizações públicas e privadas que fazem parte deste sistema devem elaborar planejamentos estratégicos, táticos e operacionais para execução da mobilização, se esta for decretada. O Exército Brasileiro, que está entre essas organizações, deverá estar preparado para cumprir sua destinação legal como força armada terrestre, buscando por meios logísticos próprios ou externos, os recursos necessários para a mobilização. A recente aquisição de 250 carros de combate, a maioria concentrados na região sul do país, faz surgir o problema de transporte dessas viaturas para outras regiões, quando necessário.

Um aspecto relevante na proposição de um modelo de transporte, utilizado nesse estudo, é que este possa ser facilmente entendido, modificado, adaptado e reutilizado em diferentes situações, principalmente quando a atuação é em um ambiente tão complexo, sujeito a muitas variáveis difíceis de serem testadas em situação real, como é o caso de atividades estritamente militares.

É nesse contexto de auxiliar o planejador na tomada de decisão de transporte das VBC Leopard 1A5BR que se justifica este estudo. Ao analisar a viabilidade dos modais de transporte para a elaboração de um modelo logístico de transporte no deslocamento de veículos de combate procura-se otimizar o processo considerando os objetivos custo e tempo mínimos.

O presente trabalho está estruturado em capítulos, esses são:

Primeiro capítulo: refere à introdução, com a contextualização do tema em estudo. Também encontram-se a definição do problema, objetivo geral e específicos e a justificativa da pesquisa.

Segundo capítulo: refere-se a revisão da literatura. São abordados os principais assuntos relacionados com o tema da pesquisa, tais como, Mobilização Nacional, Logística Militar, carro de combate VBC Leopard 1A5BR, nodais de transportes, técnicas otimização em transportes.

Terceiro capítulo: apresenta os aspectos metodológicos da pesquisa, mais especificamente o método de abordagem, a classificação da pesquisa, coleta de dados operacionalização da estratégia da pesquisa (uso do modelo matemático para a geração de resultados que auxiliam na tomada de decisão logística).

Quarto capítulo: análise dos resultados: Expõe os principais resultados obtidos na pesquisa, seguido de análise e discussão.

Quinto capítulo: refere às considerações finais do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir são apresentadas as publicações relacionadas ao tema objeto desse estudo focadas em mobilização nacional, logística militar, carros de combate e modelagem em transporte.

2.1 MOBILIZAÇÃO NACIONAL

O Estado brasileiro, assim como outros, não pode alocar nas Organizações Militares (OM) todos os recursos necessários à defesa de sua soberania nacional, para que estes fiquem à disposição das Forças Armadas, na hipótese da ocorrência de conflito. Podem-se citar os principais motivos para isso: aumento da estrutura das Forças Armadas, tornando-a muito grande e difícil de ser administrada; considerável quantidade de militares que ficariam ociosos por inatividade nas OM espalhadas pelo país; materiais, viaturas, equipamentos e armamentos estocados sem utilização imediata, os quais tenderiam a tornar-se obsoletos, além de necessitarem de constante manutenção. Além disso, as atividades militares brasileiras são implantadas e mantidas exclusivamente com recursos públicos, oriundos da tributação imposta aos cidadãos. As OM de cada força singular que compõe as Forças Armadas (Exército, Marinha e Aeronáutica) estão distribuídas pelo território nacional em cumprimento a um Plano Estratégico de Defesa e o contingente de pessoal dessas forças é aquele necessário para manter o funcionamento de sua estrutura e treinamento de operações militares, a fim de formar o quadro da reserva. Também os materiais, viaturas, equipamentos e armamentos, que normalmente ficam alocados nos quartéis são aqueles necessários à manutenção da estrutura e aqueles que, sendo estritamente militares são de difícil aquisição imediata.

Não dispondo de todos os recursos necessários para cumprir sua destinação legal, as Forças Armadas deverão, de alguma forma, obtê-los quando houver necessidade de emprego para execução de suas atividades (fim, meio e subsidiárias), surgindo daí a necessidade de mobilização. A Mobilização Nacional é definida como:

(...) o conjunto de atividades planejadas, orientadas e empreendidas pelo Estado, complementando a Logística Nacional, destinadas a capacitar o País a realizar ações estratégicas, no campo da Defesa Nacional, diante de agressão estrangeira. (BRASIL, 2007a).

O mesmo dispositivo legal estabelece as medidas necessárias à sua execução:

- I - a convocação dos entes federados para integrar o esforço da Mobilização Nacional;
- II - a reorientação da produção, da comercialização, da distribuição e do consumo de bens e da utilização de serviços;
- III - a intervenção nos fatores de produção públicos e privados;
- IV - a requisição e a ocupação de bens e serviços; e
- V - a convocação de civis e militares. (BRASIL, 2007a).

Uma vez decretada, total ou parcialmente, a Mobilização Nacional permite que o Poder Público tente obter os recursos humanos, bens e serviços de forma espontânea e voluntária no território nacional. Caso contrário, esses recursos poderão ser requisitados de forma compulsória.

2.2 LOGÍSTICA MILITAR

As Forças Armadas brasileiras, presentes na Segunda Guerra Mundial e partícipes em missões de forças de paz após aquele conflito, assimilaram experiências e passaram a desenvolver doutrina militar própria, experimentada em exercícios e manobras militares em território nacional e em missões operacionais a serviço de organizações internacionais. (SILVA; MUSETII, 2003).

Essa experiência contribuiu para o estabelecimento de diretrizes de planejamento estratégico militar de defesa, em que os ensinamentos colhidos proporcionaram destaque às políticas de logística e de mobilização. Dessa forma, observa-se a inserção da logística na estrutura do Ministério da Defesa, com a criação da Secretaria de Logística e Mobilização, ao qual compete estabelecer diretrizes para a logística e a mobilização militar. A definição de logística, sob o enfoque militar está descrita no Capítulo 2 do Manual de Campanha C 100-10 (BRASIL, 2003, p. 14).

LOGÍSTICA MILITAR: Conjunto de atividades relativas à previsão e à provisão de recursos humanos, materiais e animais, quando aplicável, e dos serviços necessários à execução das missões das FA (Forças Armadas).

LOGÍSTICA MILITAR TERRESTRE: Conjunto de atividades relativas à previsão e à provisão de meios necessários ao funcionamento organizacional do Exército e às operações da F Ter (Força Terrestre).

A Logística Militar, segundo Mendes (2005), divide-se em três fases, assim denominadas: determinação das necessidades, obtenção e distribuição de recursos.

- Determinação das necessidades

A determinação das necessidades decorre do exame das operações previstas e define quando, quanto, onde e com que peculiaridades deverão estar disponíveis os recursos necessários. Determinar as necessidades é fundamental desde o planejamento até a execução das operações; deve ser permanentemente reavaliada para verificar a exeqüibilidade das operações planejadas.

- Obtenção de recursos

Identificação das fontes de recursos necessários e adoção das medidas para adquiri-los. Os recursos podem ser: (i) humanos, obtidos por meio de movimentação, concurso, formação, convocação, mobilização, recrutamento e, excepcionalmente, por contratação; ou (ii) materiais, animais e de serviços, obtidos por doação, compra, contratação de serviço, confisco, contribuição, pedido, requisição, desenvolvimento, troca, empréstimo, arrendamento mercantil (*leasing*) ou por transferência.

- Distribuição de recursos

Consiste em fazer chegar ao usuário, oportuna e eficazmente, todos os recursos fixados na fase da determinação das necessidades. Compreende as operações de recebimento, armazenamento, transporte e entrega. Organizar um sistema de distribuição eficiente implica o conhecimento da situação operacional, dos planos para operações futuras, da localização e disponibilidade de recursos e das necessidades do usuário. Obtenção e distribuição dos recursos dependem do escalão em que se realiza a fase: o que é distribuição para um escalão, constitui obtenção para o escalão subordinado.

Segundo o Manual de Logística para Operações Combinadas, aprovado pela Portaria Normativa nº. 435 / MD, de 19 de julho de 2001, confirmado pelo Manual de Campanha C 100-10, as funções logísticas militares são:

- a. recursos humanos: é o conjunto de ações relacionadas com a aplicação do potencial humano, objetivando o cumprimento das missões das Forças Armadas;
- b. saúde: é o conjunto das ações relacionadas com a conservação do potencial humano, nas melhores condições de aptidão física e psíquica, objetivando o cumprimento da missão das Forças Armadas, através de medidas sanitárias de prevenção e recuperação;
- c. suprimento: é o conjunto de ações realizadas no sentido de prever e prover às diferentes organizações e elementos todos os itens de material necessários ao seu equipamento, vida, treinamento e emprego. Abrange a parte das operações de salvados, que implica o retorno do material recuperado aos canais de suprimento, bem como a determinação de qualidade e a evacuação do material;
- d. manutenção: compreende as ações executadas para conservar, em condições de uso, o material existente ou restaurá-lo a essa condição;
- e. engenharia: compreende as ações de planejamento e execução de obras e de instalações necessárias às atividades militares;
- f. transporte: compreende o deslocamento de meios materiais e de recursos humanos visando ao atendimento das necessidades das Forças Armadas; e
- g. salvamento: é o conjunto de ações relacionadas com o combate a incêndios, controle de avarias, reboque, desencalhe e reflutuação, recuperação de cargas ou itens específicos, em meios navais e embarcações, e desobstrução de portos e rios.

Para que possa desempenhar as funções logísticas, a Força Terrestre brasileira, representada pelo Exército Brasileiro (EB) apresenta estrutura relativamente flexível, boa mobilidade e disseminação por todo o território nacional. Essas características facilitam o trabalho das organizações militares terrestres no desempenho de suas missões constitucionais, cumpridas pelo desenvolvimento de três tipos de atividades: de fim, de meio e subsidiárias. (SILVA; MUSETI, 2003).

As atividades-fim dizem respeito ao emprego em ações bélicas e ao preparo correspondente a tal fim; as atividades-meio reúnem as ações de apoio e referem-se, basicamente, a atividades administrativas e à articulação no território nacional; e as atividades subsidiárias abrangem os campos social e econômico e dirigem-se às áreas de ciência e tecnologia, à indústria, à infra-estrutura de construção, ao transporte, à colonização, à assistência social, à educação, à saúde, ao apoio à população civil em áreas carentes, ao apoio em calamidades públicas, preservação do meio ambiente, defesa civil e em outros campos que envolvam situações de caráter emergencial. Se na

atividade-fim encontra-se a aplicação preponderante da logística militar, é na atividade subsidiária que está, com maior ênfase, a aplicação da logística integrada à orientação estratégica de atuação do Estado brasileiro. Assim, o Exército executa o trabalho que lhe é destinado por lei e apresenta um potencial logístico estratégico, ligado à área governamental e integrado aos segmentos acadêmico, científico-tecnológico e industrial do País.

Pode-se fazer um comparativo com a definição legal de Mobilização e o conceito de logística militar, as quais apresentam semelhanças, conforme o quadro a seguir:

MOBILIZAÇÃO	LOGÍSTICA MILITAR
Conjunto de atividades planejadas	Conjunto de atividades relativas à previsão
Conjunto de atividades empreendidas	Conjunto de atividades relativas à provisão

Quadro 1 - Comparativo entre Mobilização e Logística Militar

Fonte: O autor

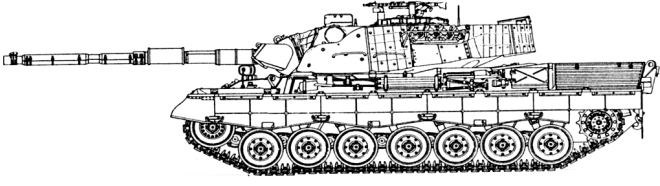
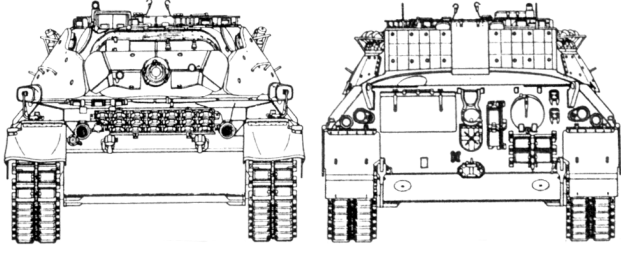
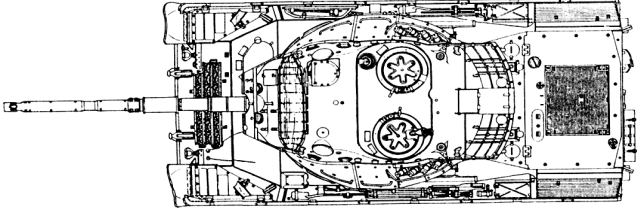
Percebe-se a integração entre os conceitos e operações de Mobilização Nacional e Logística Militar. O conjunto dessas ações de preparo e provisão de recursos deve possibilitar ao Brasil enfrentar e resolver situações de pressão ou crise internacional, interesses, ameaças ou agressões estrangeiras às tradições, instituições, território e soberania, no menor tempo e com o mínimo de transtornos para a população e economia de recursos. Dessa forma, os estudos relativos à Logística Militar terão que contemplar os aspectos da Mobilização Nacional.

2.3 TRANSPORTE DE VIATURAS BLINDADAS

Viatura Blindada de Combate (VBC)¹, é um veículo de combate blindado utilizado geralmente pela cavalaria de um exército, projetado principalmente para atacar forças inimigas com a utilização de fogo direto. Um carro de combate é caracterizado pelo seu armamento pesado, pela sua blindagem também pesada e pela sua mobilidade que o permite atravessar terrenos acidentados a grandes velocidades.

¹ Neste trabalho a Viatura Blindada de Combate Leopard 1A5BR receberá as denominações: VBC CC Leopard 1A5BR; VBC CC; VBC; carro de combate; viatura blindada.

Como parte da Estratégia de Defesa Nacional e conforme o Acordo nº 0001/2006-D Log/EB-Externo, celebrado a 20 de dezembro de 2006, entre o Comando do Exército Brasileiro e o Ministério da Defesa da Alemanha, o Estado Brasileiro adquiriu 250 unidades de Viaturas Blindadas de Combate Carro de Combate (VBC CC), Leopard 1A5, sendo 220 na versão BR (adaptadas para o Brasil) e 30 para estudos técnicos, atividades de ensino e suprimento de peças (BRASIL, 2007b). O Quadro a seguir apresenta as principais características dessas VBC para fins de transporte e as figuras 1 e 2 ilustram o porte desses carros de combate:

	<ul style="list-style-type: none"> - País de origem: Alemanha - Guarnição: 4 (comandante, motorista, atirador, auxiliar do atirador)
	<ul style="list-style-type: none"> - Peso (vazio): 40.400kg; - Peso (combate): 42.400 kg; - Comprimento (c/canhão): 9,54m - Largura: 3,37m - altura: 2,64m
	<ul style="list-style-type: none"> - Pressão no solo: 0,86 kg/cm²; - Velocidade máxima: 65 km/h (estrada) e 30 km/h (terra); - Autonomia: 600 km (estrada) e 280 km (terra); - Tanque de combustível: 985 l.

Quadro 2 - Principais características da VBC Leopard 1A5 para fins de transporte

Fonte: adaptado (BRASIL, 2002a)



Figura 1 - Vista traseira do Leopard 1A5BR
Fonte: (Área Militar, 2011)



Figura 2 - Vista lateral do Leopard 1A5BR
Fonte: (Área Militar, 2011)

Essa viatura passará a ser o principal carro de combate blindado da Força Terrestre brasileira. Segundo o Boletim do Exército nº 30/2007 (BRASIL, 2007b), 216 VBC serão destinados às OM de cavalaria distribuídos nos 4 Regimentos de Carros de Combate (RCC), localizados na região sul do país (2 no Paraná e 2 no Rio Grande do Sul), podendo ser necessário seu deslocamento por vários quilômetros até o local de

seu provável emprego. Apesar de serem capazes de se deslocarem por meio próprios, tais viaturas devem, sempre que possível, serem transportadas com a utilização dos meios de transportes rodoviário, ferroviário ou aquaviário até o local de seu emprego. Desenvolvidas para o combate e não para o transporte, o seu deslocamento por meios próprios poderia vir a causar danos no conjunto de lagartas, comprometendo sua utilização em combate, somado ao alto consumo de combustível, na média de 0,3 km/l ou 10 litros por hora em marcha lenta. (MENDES, 2010, p. 216).

O deslocamento militar requer planejamento tanto na definição de rotas, quanto na seleção do meio de transporte e da escolha do modal de transporte. O planejamento é mais crítico quando há necessidade de transportar máquinas, equipamentos, armamentos ou viaturas, os quais não podem ser transportados de maneira convencional, por conta de suas dimensões e/ou peso. Devido às suas características, e por serem deslocadas em forma de comboio com baixa velocidade e mobilidade, o transporte das VBC CC causa transtornos e problemas de segurança à circulação de veículos e pedestres. Segundo a Resolução nº 11, de 25 de outubro de 2004, o transporte rodoviário dessas viaturas blindadas pode ser considerado como transporte de cargas especiais, o qual é regido por leis específicas de trânsito. (BRASIL, 2004a)

Algumas pesquisas realizaram estudos dos sistemas de transportes rodoviário, ferroviário e hidroviário sob o aspecto militar. A rede de transportes da Amazônia foi objeto de estudo por Ventura (1990), que descreveu a situação da rede de transportes fluvial e rodoviária e apresentou sugestões para a integração e acesso às fronteiras dessa região. O transporte ferroviário militar brasileiro foi tratado por Vasco (1989), no qual o autor aborda um processo lógico de tomada de decisão que o planejador precisa conhecer para a execução do transporte por esse modal. Os problemas mais relevantes dos sistemas de transportes no Brasil foram descritos por Begnini (1992), e representam obstáculos à Mobilização Nacional. Ele apresenta uma síntese da situação dos modais disponíveis, com vistas ao aproveitamento dos meios civis para apoiar o deslocamento da Força Terrestre. Conforme Imbuzeiro (1979), o transporte de viaturas blindadas requer planejamento desde o tempo de paz para estar preparado em tempos de conflitos. Em sua pesquisa procurou reunir as experiências vividas pelo próprio autor e relatórios de outros casos no transporte de viaturas blindadas.

A importância da implantação de uma infraestrutura sócio-econômica, particularmente dos transportes, para que se possam adotar ações estratégicas de

desenvolvimento e segurança da região amazônica foi tratado por Silva (1995). O autor enfatiza a necessidade de ligações intermodais entre as grandes bacias hidrográficas brasileiras. No estudo de Calazans (1982) são apresentados os problemas que dificultam ou impedem o transporte ferroviário de Organizações Militares blindadas nas regiões sul e sudeste do Brasil. Relata algumas experiências realizadas com o transporte de viaturas blindadas por ferrovia, apresenta sugestões para superar os obstáculos existentes e conclui que, sob certas condições, o transporte dessas viaturas por ferrovia é possível nessas regiões.

Para o transporte de viaturas blindadas, o Exército dispõe da malha viária brasileira já existente. Essa malha, composta pelos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário poderá ser utilizada isoladamente, ou em qualquer combinação que resulte no melhor custo/benefício. A aviação nacional não dispõe de aeronaves capazes de transportar os carros de combates citados nessa pesquisa e, portanto, o modal aéreo não será objeto deste estudo. Na tabela a seguir é mostrada a extensão da malha viária brasileira em cada modal:

Tabela 1 - Extensão da malha viária brasileira

MODAL	EXTENSÃO EM KM
Rodoviário	2.000.000
Ferroviário	25.599
Hidroviário	48.000

Fonte: adaptado (BRASIL, 2011a)

Apesar da extensão da malha rodoviária, em comparação aos outros, muitos trechos encontram-se em estado precário de trafegabilidade. Segundo dados do DNIT (BRASIL, 2011a) apenas 52% das rodovias federais são pavimentadas; nos estados são 42% de rodovias pavimentadas; e as rodovias municipais pavimentadas somam apenas 2%, no país. Já o modal ferroviário brasileiro, conforme Coimbra (2008) possui baixo desempenho no transporte de cargas, densidade viária inferior a países de dimensões similares e diversidade de bitolas métricas, que dificulta a integração dessa rede. No aquaviário, os baixos investimentos na adequação das vias navegáveis, existência de poucos terminais portuários fluviais e lacustres e o baixo desempenho dos terminais portuários marítimos fazem com que esse modal não seja aproveitado em todo seu potencial.

2.4 PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODAIS DE TRANSPORTE

A seguir serão apresentadas as principais vantagens e desvantagens dos modais de transporte rodoviário, ferroviário e aquaviário para o transporte de viaturas blindadas

2.4.1 Transporte Rodoviário

A malha rodoviária brasileira é composta por rodovias e estradas federais, estaduais e municipais, pavimentadas ou não, integradas em todas as regiões do território nacional. Apesar dos esforços governamentais e da iniciativa privada para incrementar o transporte ferroviário e hidroviário, a implantação de novas rodovias e a expansão da rede já existente, aliado ao aumento da frota de veículos mantém o setor rodoviário como detentor de uma fatia de aproximadamente 70% do total de carga transportada. Por esse motivo, as OM dotadas de viaturas blindadas possuem veículos tratores sobre rodas e os semi-reboques para transporte de blindados, conhecidos como caminhões “pranchas”.

Mesmo no caso do transporte ser realizado pelo modal ferroviário ou hidroviário, na maioria das vezes não poderá ser dispensado o modal rodoviário, quer para se chegar aos pontos de transbordo dos dois primeiros modais ou daqueles até o destino. Pode, também, ser usado para complementar o transporte, quando os outros modais não suportarem o volume de carga a ser deslocado dentro dos prazos previstos. As principais vantagens e desvantagens desse modal em relação aos outros para o transporte militar são:

2.4.1.1 Vantagens

- a. Transporte “porta-a-porta”: o carregamento pode ser realizado dentro da própria OM e o desembarque no local de destino ou bem próximo a ele;
- b. Transporte a pontos longínquos: por já contar com uma rede com boa integração nacional, permite que a carga chegue a praticamente todos os pontos do país;

c. Independência de movimento: possibilita a escolha de itinerário sem a necessidade de outros modais (intermodalidade), bem como o tamanho do comboio compatível com a situação do momento;

d. Menor tempo de início do deslocamento: as carretas pranchas tracionadas de forma independente uma das outras permite que o início do deslocamento logo após o carregamento, a critério do comando ou da coordenação do comboio;

e. Tempo de deslocamento: possui menor tempo de deslocamento, considerando a mesma distância percorrido pelos outros modais. Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), os caminhões podem desenvolver velocidades de até 80 km/h, dependendo da via e das condições de tráfego (BRASIL, 1997). O Caderno de Instrução CI 32/1(Prevenção de Acidentes de Instrução), do Comando de Operações Terrestres (COTER) estabelece como 70 km/h a velocidade máxima de viaturas militares sobre rodas quando deslocadas em comboio (BRASIL, 2002b).

f. Maior segurança tática: menor risco de ser alvo de ataques inimigos. Quando comparado com o ferroviário e aquaviário, tem menor risco, uma vez que, com itinerários e fracionamento adequados da coluna de marcha evita-se a formação de alvos ao ataque inimigo.

2.4.1.2 Desvantagens

a. Quantidade de veículos: por permitir a carga de somente uma viatura blindada (no caso da VBC Leopard 1A5BR) pode exigir uma grande quantidade de veículos “prancha”, dependendo do número a ser transportado;

b. Custo do transporte: possui maior custo de frete, quer pelo preço do combustível, necessidade de reparos, ou pela elevada quantidade de veículos utilizados. Embora os estudos em transporte de cargas, comprovem maior preço no transporte rodoviário, em sua dissertação, Silva (2005), descreve que, no Brasil, vários fatores contribuem para a prática de baixas tarifas do frete rodoviário, principalmente para cargas de baixo valor agregado, típicas de transporte ferroviário;

c. Congestionamento das vias: devido a grande quantidade de veículos de grande porte deslocando-se na mesma direção em formação de comboio. Não pode ser evitado, mas pode ser minimizado com um adequado planejamento de transporte.

d. Menor capacidade de coordenação e controle: poderá ocorrer com a extensão da coluna do comboio, mas que também pode ser minimizado com fracionamento ou controle volante por veículos menores e mais rápidos;

e. Encargos administrativos: necessidade de providências administrativas relativas ao movimento, tais como reabastecimentos, pequenos reparos, autorizações de autoridades civis e militares com jurisdição sobre as vias.



Figura 3 - - VBC Leopard 1A5 BR embarcado em caminhão prancha

Fonte: O autor

A figura 3 mostra uma viatura VBC Leopard 1A5 BR embarcado em uma carreta “prancha” rodoviária tracionada por um veículo trator de 420 cavalos, com 25 m de comprimento por 3,80 m de largura. Como pode ser observado cada veículo “prancha” transporta apenas uma viatura, sendo necessários 54 veículos para transportar as VBC de cada um dos quatro RCC do Exército Brasileiro. Por suas dimensões, o trânsito desses veículos em vias públicas exige providências que estão descritas na Resolução nº 11, de 25 de outubro de 2004. (BRASIL, 2004a)

2.4.2 Transporte Ferroviário

A concessão da malha ferroviária para a iniciativa privada no final dos anos 90 foi uma tentativa governamental de desonerar o estado, melhorar os serviços e tornar esse modal competitivo em relação ao rodoviário. Devido ao atual estado de

conservação, obsolescência dos equipamentos, o transporte ferroviário não tem o desempenho esperado em tempos de logística competitiva. Planejamento inadequado na implementação da rede ferroviária fez com que atualmente existam 4 bitolas métricas (distância entre os trilhos) diferentes no país, obrigando o transbordo de cargas ou a necessidade de equipamentos especiais para superar esse obstáculo. Apesar dessas e outras dificuldades inerentes ao próprio modal, tais como pouca flexibilidade e baixa velocidade, apresenta-se como um transporte atrativo para grandes cargas e longas distâncias. Na tabela a seguir são apresentados os operadores ferroviários privados com suas respectivas concessões, bem como as bitolas métricas. (BRASIL, 2011b)

Tabela 2 - Extensão da Malha Ferroviária em km (2009)

Operadoras Reguladas pela ANTT	Origem	Bitola				Total
		1,60	1,00	1,435	Mista*	
ALLMO – América Latina Logística Malha Oeste	RFFSA	-	1.945	-	-	1.945
FCA – Ferrovia Centro-Atlântica	RFFSA	-	7.910	-	156	8.066
MRS – MRS Logística	RFFSA	1.632	-	-	42	1.674
FTC – Ferrovia Tereza Cristina	RFFSA	-	164	-	-	164
ALLMS – América Latina Logística Malha Sul	RFFSA	-	7.293	-	11	7.304
FERROESTE – Estrada de Ferro Paraná Oeste	-	-	248	-	-	248
EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas	-	-	905	-	-	905
EFC – Estrada de Ferro Carajás	-	892	-	-	-	892
TNL - Transnordestina Logística	RFFSA	-	4.189	-	18	4.207
ALLMP - América Latina Logística Malha Paulista	RFFSA	1.463	243	-	283	1.989
ALLMN - América Latina Logística Malha Norte	-	500	-	-	-	500
VALEC/Subconcessão: Ferrovia Norte-Sul - FNS	-	571	-	-	-	571
Subtotal	-	5.058	22.897	-	510	28.465
Demais Operadoras	Origem	1,60	1,00	1,435	Mista*	Total
CBTU	-	63	149	-	-	212
CPTM/Supervia/Trensurb/CENTRAL	-	537	75	-	-	612
Trombetas/Jarí	-	68	35	-	-	103
Corcovado/Campos do Jordão	-	-	51	-	-	51
E.F.Amapá	-	-	-	194	-	194
Subtotal	-	668	310	194	-	1.172
TOTAL	-	5.726	23.207	194	510	29.630

*Trechos onde trafegam composições de 2 ou mais bitolas diferentes

Fonte: Ministério dos Transportes (BRASIL, 2011b)

Suas principais vantagens e desvantagens em relação ao rodoviário, sob o aspecto militar, são:

2.4.2.1 Vantagens

a. Menor custo de transporte: permite o deslocamento de grandes efetivos, armamento, materiais e viaturas a longas distâncias com razoáveis economia de tarifas. A lei 8.987/95 proíbe a prática de preços abusivos, porém não há um método claro para o cálculo dos fretes ferroviários. Segundo Borges (2005), o custo do frete ferroviário pode ter uma grande variação, dependendo da concessionária, fluxo de transporte e origem/destino;

b. Menor congestionamento das vias: Minimiza o congestionamento das vias rodoviárias, os quais podem trazer prejuízos ao tráfego civil. Os congestionamentos rodoviários causados pelo transporte ferroviário estão limitados quase que exclusivamente pelas passagens de nível, nos grandes centros urbanos;

c. Maior conforto e descanso à tropa: possui vagões destinados exclusivamente a passageiros possibilitando maior aproveitamento da tropa em ações de combate durante o transporte ou logo após o desembarque, desde que esta esteja adaptada a esse tipo de transporte;

d. Facilidade de coordenação e controle: face à possibilidade de deslocamento na mesma composição e na mesma velocidade e centralizado;

e. Diminuição de encargos administrativos: Diminui alguns encargos administrativos, tais como reabastecimentos e manutenções durante o deslocamento;

f. Maior segurança administrativa: é aquela em que o deslocamento pode estar sujeito a acidentes de trânsito e roubos ou furtos de carga. O risco é menor em face à maior facilidade de coordenação e controle.

2.4.2.2 Desvantagens

a. Pouca flexibilidade: O traçado rígido dos trilhos, com poucas alternativas de mudança de itinerário diminui consideravelmente a flexibilidade de emprego da tropa, armamento, materiais e viaturas;

b. Menor segurança tática: a dificuldade de mudança de rota, restrita aos pontos destinados a esse fim, exige maior segurança no deslocamento para fazer frente a ação inimiga e uma adequado apoio aéreo nas regiões de conflito;

c. Vulnerabilidade das obras de engenharia: facilita o ataque inimigo a obras de engenharia (túneis, pontes, viadutos, barragens, etc) e na própria linha férrea, muitas vezes de difícil recuperação;

d. Maior necessidade de espaço: os locais de embarque/desembarque, carga/descarga e transbordo requerem amplos espaços para manobras ou concentrações do comboio. Pode ser um obstáculo, principalmente em estações ferroviárias afastadas dos grandes centros urbanos;

e. Maior integração com pessoal civil: por ser uma operação conjunta com funcionários da ferrovia, requer uma especial atenção na unidade de comando entre estes e os militares envolvidos no transporte. Deverá ser levada em conta a legislação trabalhista vigente, que impõe limites de carga horária de trabalho e designação de funções, entre outros;

f. Maior treinamento e condicionamento da tropa: para que os resultados sejam favoráveis, a tropa embarcada deve estar condicionada a esse tipo de transporte e os militares envolvidos nas operações devem estar treinados;

g. Maior dependência de outros modais: pela pouca flexibilidade da malha, exige, quase sempre, integração com os modais rodoviários e aquaviários, ou ambos, para que a carga transportada chegue até o destino;



Figura 4 - VBC Tamoyo II embarcado em vagão prancha
Fonte: BASTOS, 2011

O carro de combate Tamoyo II, produzido no Brasil nos anos 90, segundo Bastos (2011), apresenta dimensões próximas da VBC CC Leopard 1A5BR e pode ser

utilizado como comparativo para fins de transporte, como o modal ferroviário, mostrado na figura 4. A malha ferroviária brasileira, apesar de ter sido privatizada, ainda apresenta problemas estruturais, tais como vias antigas com traçados ineficientes e obras de engenharia (pontes, viadutos e estações) e túneis com dimensões reduzidas limitando o transporte de cargas de maior volume. Esses fatores também limitam o transporte ferroviário das VBC, tornando inviável o transporte em alguns trechos. (BEGNINI, 1992)

2.4.3 Transporte Hidroviário

Segundo a Lei nº 10.893/04, o transporte hidroviário ou aquaviário é dividido em:

Navegação Interior: É a navegação realizada entre portos brasileiros usando exclusivamente as vias interiores fluviais ou lacustres; (BRASIL, 2004b)

Navegação de Cabotagem: É a realizada entre portos brasileiros, utilizando exclusivamente a via marítima ou a via marítima e as interiores; (BRASIL, 2004b)

Navegação de Longo Curso: É a realizada entre portos brasileiros e portos estrangeiros, sejam marítimos, fluviais ou lacustres. (BRASIL, 2004b)

Os poucos investimentos, principalmente na navegação fluvial e lacustre, impedem que a malha hidroviária seja utilizada em todo seu potencial. Vários são os obstáculos, entre os quais destacam-se: inexistência de ligação entre as bacias hidrográficas, construção de barragens sem eclusas, navegação sazonal em virtude das estações do ano, entre outros. Na navegação de cabotagem, a maior dificuldade é em relação aos terminais portuários obsoletos e estrutura deficiente.

O gráfico 1 mostra o desempenho do transporte aquaviário no Brasil nos anos de 2007 a 2009, em toneladas de carga transportada, por tipo de navegação:

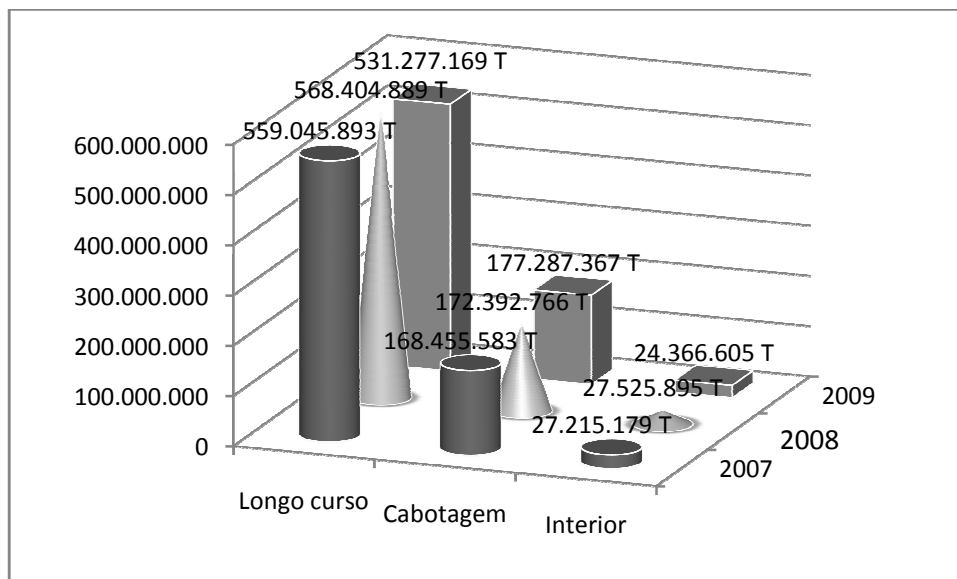


Gráfico 1 – Movimentação geral de cargas nos portos e terminais brasileiros no período de 2007, 2008 e 2009 (em toneladas)
Fonte: adaptado (BRASIL, 2011c)

No gráfico acima percebe-se a predominância do transporte de cargas pela navegação de longo curso em relação à de cabotagem e de interior, no nos anos de 2007 a 2009.

2.4.3.1 Vantagens

a. Menor custo de transporte: dentre os modais estudados nesta pesquisa o hidroviário é aquele que apresenta o menor valor de tarifa de frete. Assim como o ferroviário pode haver uma grande variação de tarifas, dependendo da época, tipo e dimensões e peso da carga;

b. Menor congestionamento das vias: Minimiza o congestionamento das vias rodoviárias, os quais podem trazer prejuízos ao tráfego civil. Os congestionamentos rodoviários e ferroviários causados pelo transporte hidroviário estão limitados àqueles causados pelo transporte por esses modais para que a chegada ou saída da carga do terminal portuário;

c. Maior conforto e descanso à tropa: pode ter acomodações destinados exclusivamente a passageiros possibilitando maior aproveitamento da tropa em ações de combate durante o transporte ou logo após o desembarque, desde que esta esteja adaptada a esse tipo de transporte;

d. Facilidade de coordenação e controle: face à possibilidade da diminuição considerável do número de veículos (embarcações) utilizados no transporte da carga e tropa, quando for o caso;

e. Diminuição de encargos administrativos: Diminui alguns encargos administrativos, tais como reabastecimentos e manutenções durante o deslocamento;

f. Maior segurança administrativa: é aquela em que o deslocamento pode estar sujeito a acidentes de trânsito e roubos ou furtos de carga. O risco é menor em face à maior facilidade de coordenação e controle.

2.4.3.2 Desvantagens

a. Pouca flexibilidade: O traçado das vias de navegação, com poucas alternativas de mudança de itinerário diminui consideravelmente a flexibilidade de emprego da tropa, armamento, materiais e viaturas;

b. Menor segurança tática: a dificuldade de mudança de rota, restrita aos pontos destinados a esse fim, exige maior segurança no deslocamento para fazer frente a ação inimiga e um adequado apoio aéreo nas regiões de conflito;

c. Vulnerabilidade das obras de engenharia: facilita o ataque inimigo a obras de engenharia (pontes, barragens, eclusas, etc) e na própria via hidroviária, muitas vezes de difícil recuperação;

d. Maior necessidade de espaço: os locais de embarque/desembarque, carga/descarga e transbordo requerem amplos espaços para manobras ou concentrações das embarcações e veículos rodoviários ou ferroviários. Pode ser um obstáculo, principalmente em terminais portuários afastadas dos grandes centros urbanos;

e. Maior integração com pessoal civil: por ser uma operação conjunta com a tripulação da embarcação, requer uma especial atenção na unidade de comando entre estes e os militares envolvidos no transporte. Deverá ser levada em conta a legislação trabalhista vigente, que impõe limites de carga horária de trabalho e designação de funções, entre outros;

f. Maior treinamento e condicionamento da tropa: para que os resultados sejam favoráveis, a tropa embarcada deve estar condicionada a esse tipo de transporte e os militares envolvidos nas operações devem estar treinados;

g. Maior dependência de outros modais: pela pouca flexibilidade, exige, quase sempre, integração com os modais rodoviários e ferroviários, ou ambos, para que a carga transportada chegue até o destino;

Apesar dessas deficiências, é o transporte que menos agride o ambiente e de menor custo tarifário para grandes cargas e longas distâncias. Na figura 5 é mostrado o desembarque da viatura blindada em um porto marítimo com a necessidade de locais ou equipamentos especiais para realizar o carregamento e descarregamento:



Figura 5 – Foto do Desembarque das VBC Leopard 1A5 no porto de Rio Grande-RS
Fonte: (DEFESANET, 2011)

A figura 6 mostra que uma das principais características do modal hidroviário é sua capacidade de transportar grandes quantidades de viaturas e outras cargas, além da tropa na mesma embarcação, dispensando em alguns casos a necessidade de terminais e equipamentos para embarque e desembarque:



Figura 6 - Transporte de viaturas militares em rebocador fluvial no estado do Amazonas
Fonte: Correspondência pessoal

2.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODAIS

O quadro 3 apresenta as principais vantagens e desvantagens dos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário para o transporte de viaturas blindadas:

RODOVIÁRIO	Vantagens	a. Transporte “porta-a-porta”
		b. Transporte a pontos longínquos
		c. Independência de movimento
		d. Menor tempo de início do deslocamento
		e. Maior segurança tática
	Desvantagens	a. Quantidade de veículos
		b. Custo do transporte
		c. Congestionamento das vias
		d. Dificuldade de coordenação e controle
		e. Encargos administrativos
FERROVIÁRIO	Vantagens	a. Menor custo de transporte
		b. Menor congestionamento das vias
		c. Maior conforto e descanso à tropa
		d. Facilidade de coordenação e controle
		e. Diminuição de encargos administrativos
		f. Maior segurança administrativa
	Desvantagens	a. Menor segurança tática
		b. Pouca flexibilidade
		c. Vulnerabilidade de obras de engenharia
		d. Maior necessidade de espaço
		e. Maior integração com pessoal civil
		f. Maior treinamento e condicionamento da tropa
		g. Maior dependência de outros modais
AQUAVIÁRIO	Vantagens	a. Menor custo dentre os modais
		b. Menor congestionamento das vias
		c. Maior conforto e descanso à tropa
		d. Facilidade de coordenação e controle
		e. Diminuição de encargos administrativos
		f. Maior segurança administrativa
	Desvantagens	a. Menor segurança tática
		b. Pouca flexibilidade
		c. Vulnerabilidade de obras de engenharia
		d. Maior necessidade de espaço
		e. Maior integração com pessoal civil
		f. Maior treinamento e condicionamento da tropa
		g. Maior dependência de outros modais

Quadro 3 - Principais vantagens e desvantagens dos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário para o transporte de carros de combate

Fonte: o autor

Os três modais estudados apresentam grande variedade na formação do custo de frete e tempo de deslocamento. Segundo Silva (2005), no Brasil, os principais fatores que influenciam o custo e o tempo de transporte são: falta de regulamentação clara e fiscalização por parte do poder público; idade e estado de conservação dos veículos e embarcações; ampliação e estado de conservação das vias rodoviárias, ferroviárias, lacustres e fluviais; tipo, peso, volume e valor da carga transportada; condições de trafegabilidade das vias em função da época do ano e das condições climáticas; pouca instrução e treinamento e descumprimento das leis trabalhistas por parte dos profissionais envolvidos no transporte.

Na tabela 3 são apresentados os dados da pesquisa Borges (2005) para os custos de frete e velocidade de transporte, os quais serviram de referência para fins desse estudo:

Tabela 3 - Custo e velocidade média dos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário

Modal	Custo Médio do frete	Velocidade Média
Rodoviário	R\$ 100,00 Tonelada/1.000 km	Até 60 km/h
Ferrovário	R\$ 65,00 Tonelada/1.000 km	Até 35 km/h
Hidroviário	R\$ 40,00 Tonelada/1.000 km	Até 15 km/h ou 30 km/h*

*Referem-se à navegação interior (rios e lagos) e de cabotagem respectivamente

Fonte: Borges (2005)

Os dados da tabela 3 mostram que o modal rodoviário apresenta o maior custo médio de frete e a maior velocidade média em comparação aos outros dois modais. Entretanto, conforme Borges (2005), mesmo as cargas de baixo valor agregado, típicas do modal ferroviário e hidroviário, no Brasil, são transportadas pelo modal rodoviário.

2.6 TÉCNICAS DE OTIMIZAÇÃO APLICADA A TRANSPORTES

Segundo Taha (2008), o problema de transporte é uma classe especial de problemas de programação linear que trata do envio de mercadoria de origens para destinos. O objetivo é determinar a programação de expedição que minimize custo ou tempo total de expedição e, ao mesmo tempo, satisfaça os limites de fornecimento e demanda.

Assim, o problema de transporte constitui uma das primeiras aplicações de programação linear a uma determinada situação comum em planejamento e operação de

sistemas de transporte (NOVAES, 1978). Conhecendo as m origens; os n centros consumidores; as quantidades a_1, a_2, \dots, a_m disponíveis nas origens m ; as demandas b_1, b_2, \dots, b_n em cada n consumidor; e o custo unitário em cada rota entre a origem i e o destino j , representado por C_{ij} , pode-se representar o modelo matemático de transporte como:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j \quad (3)$$

sendo $i = 1, 2, \dots, m$; e $j = 1, 2, \dots, n$, e

$x_{ij} \geq 0$, para qualquer i e j , e x_{ij} representa a quantidade de mercadoria que deve ir da origem i para o destino j .

A característica peculiar do problema de transporte permite uma simplificação, quando a soma das ofertas a_1, a_2, \dots, a_m é igual à soma das demandas b_1, b_2, \dots, b_n . A função objetivo permanece inalterada e as restrições ficariam:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j \quad (4)$$

sendo $i = 1, 2, \dots, m$; e $j = 1, 2, \dots, n$

Conforme descrito por Taha (2008), o problema de transporte geral pode ser representado pela rede da figura 7. Há m origens e n destinos, cada um representado por um círculo, denominado de nó. As linhas que interligam os círculos são chamadas de arcos e representam as rotas que ligam as origens aos destinos:

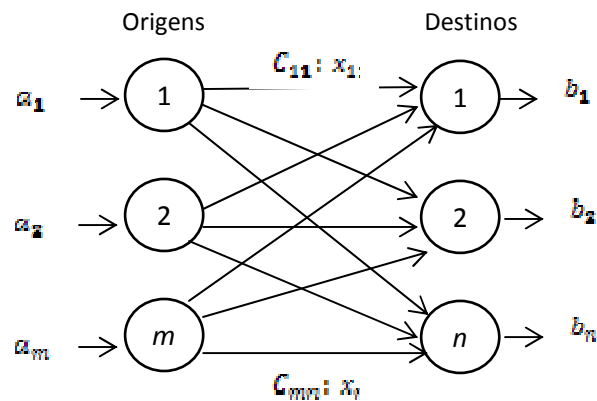


Figura 7 - Rede de transporte com nós e arcos
Fonte: (TAHA, 2008)

O arco (i,j) que liga a origem i ao destino j fornece duas informações: 1) o custo de transporte por unidade, C_{ij} ; e 2) a quantidade enviada x_{ij} . A quantidade de suprimento i é a_i e a quantidade de demanda no destino j é b_j .

Outro problema envolvendo fluxo em rede de transporte é o problema do caminho mínimo, como citado em Ravindran (2009) e Bazaraa *et al* (1990). Supondo uma rede com m nós e n arcos, e um custo associado a cada arco C_{ij} , o problema do caminho mínimo é encontrar o menor caminho (ou custo, ou tempo) a partir do nó 1 ao nó m . Isso quer dizer que o custo ou tempo da rota é igual à soma dos custos dos arcos que a compõem, acrescidos dos custos ou tempos de transposição dos nós, que pode ser atrasos e interseções ou penalidades (POTTS e OLIVER, 1972). A formulação matemática para a solução em programação linear é:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij} \quad (5)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^m x_{tj} - \sum_{k=1}^m x_{kt} = 1 \text{ se } t = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{tj} - \sum_{k=1}^m x_{kt} = 0 \text{ se } t \neq 1 \text{ ou } m \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{tj} - \sum_{k=1}^m x_{kt} = -1 \text{ se } t = m$$

(8)

$$x_{ij} = 0 \text{ ou } 1 \quad i, j = 1, 2, \dots, m$$

As somatórias e as condições 0 e -1 são consideradas para os arcos existentes na rede. A restrição $x_{ij} = 0$ ou 1 indica se o arco faz parte ou não do caminho. Problemas de transporte e caminho mínimo são aplicações utilizadas em pesquisa operacional nos trabalhos científicos. Embora essas formulações remontem ao início dos estudos em pesquisa operacional, muitos pesquisadores continuaram pesquisá-los e utilizá-los em novas técnicas e ferramentas que vêm surgindo no decorrer dos anos. Mesmo sendo matematicamente simples de serem solucionadas e compreendidas, essas técnicas são eficientes e capazes de resolver uma série de problemas do cotidiano (SILVA, 2005).

Problemas de transporte de cargas tornam-se mais complexos em países de grandes dimensões, como é o caso do Brasil, com cerca de 8,5 milhões de km². Em Wieberneit (2007) foi realizada uma revisão sobre planejamento de transporte envolvendo reposicionamento de cargas e veículos vazios, centros de distribuição e motoristas. Nessa pesquisa foram analisadas publicações com diferentes formulações matemáticas para resolver problemas de transporte abordando o planejamento de redes de transporte em três níveis: estratégico, tático e operacional, com exemplos práticos de formulações matemáticas em cada um deles. Foi mostrado que existem soluções adequadas para o planejamento de redes de transporte, mas que muitas questões continuam em aberto, como a integração com o transporte internacional e o aspecto multimodal dos transportes.

A otimização de rotas de veículos por intermédio de um modelo matemático que utiliza algoritmos como ferramenta para tomada de decisão de uma grande empresa de transportes que opera na Bélgica, Holanda e Luxemburgo, com cerca 1.400 veículos e 160.000 encomendas por dia, foi discutido por Savelsbergh e Sol (1998). Para teste do algoritmo foi utilizado um ambiente simulado com as características operacionais da empresa, na qual o modelo seria implantado. Apresentou resultados satisfatórios na diminuição dos tempos e custos, embora possam ocorrer imprevistos quando utilizado no ambiente real (quebra de veículos, cargas indisponíveis, etc). Também é possível desenvolvimento de técnicas para a previsão de pedidos que ainda não estejam

disponíveis, se for possível prever a origem e destino de pedidos futuros antes que eles sejam realmente contratados, o que pode ajudar na elaboração de planos melhores.

A localização de centros de distribuição levando em conta os custos de transporte e o nível de satisfação dos clientes foi abordado no estudo de Xu, Yao e Zhao (2011). Neste trabalho, foi desenvolvido um modelo de programação multiobjetivo com coeficientes aleatórios *fuzzy* para resolver o problema logístico de centro de distribuição. Em seguida, utilizou-se programação probabilística para converter o modelo incerto em um modelo determinístico. Um algoritmo baseado em árvore genética é proposto para resolver o modelo. Este método foi aplicado para a resolução de um problema de localização logística de Centros de Distribuição de uma empresa localizada na China. A proposta do modelo e algoritmo foram eficientes para resolver o problema e para ajudar os gerentes a tomarem decisão.

Em seu estudo, Jansen *et al* (2004), fizeram uma análise da aplicação de um algoritmo desenvolvido para uma grande empresa alemã de transportes. Para resolver um problema de transporte complexo, já que a empresa atende cerca de 4.000 pedidos diários, o método utilizado foi dividir o problema em subproblemas, criando algoritmos mais simples para cada um dos subproblemas, podendo o planejamento ser executado parcialmente ou alterado conforme a necessidade. Os subproblemas foram definidos com base numa análise minuciosa das operações da empresa e são: multi-modalidade, reposicionamento de *contêiners*, combinação de encomendas, planejamento de encomendas, plano de melhoria e teste de rotas. Todo o planejamento levou em conta o custo mais eficiente possível. Embora os autores afirmassem que a redução no custo era difícil de mensurar, estes estimaram uma redução na ordem de 5%. Concebido, inicialmente para planejamento de transporte de longas distâncias, foi facilmente adaptado para novos clientes, vários tipos de planejamento, restrições, etc, devido à sua flexibilidade. O sistema provou sua utilidade no planejamento operacional, com a redução de custos na empresa estudada e apoiando estudos de simulação em pesquisa operacional.

Um exemplo de aplicação da programação de metas pode ser encontrada no trabalho de otimização de rotas de transporte de produtos perigosos, que além de otimizar tempo e custo, buscou também rotas com menor risco de acidentes com produtos perigosos, ou seja, levou em conta três funções objetivos, custo, tempo de

viagem e o risco social de acidentes. Para quantificar este risco, o número de habitantes nas áreas das possíveis rotas foi multiplicado pela probabilidade de ocorrência de acidentes nessas mesmas rotas. O algoritmo foi aplicado em um estudo de caso da região de Lazio, na Itália. (CARAMIA; GIORANI; IOVANELLA, 2009)

O transporte de cargas exerce grande influência no sistema econômico global. Nos países industrializados, representa uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB). Nos países em desenvolvimento, é essencial na sustentabilidade do desenvolvimento. Com as crescentes zonas de livre comércio em várias partes do mundo e a globalização do sistema econômico, o transporte sempre desempenhará um papel relevante na vida social e econômica das nações. A tendência de crescimento da complexidade e eficiência dos sistemas de transportes cria, sem dúvida, a necessidade de melhor planejamento a nível estratégico, tático e operacional. O planejamento de transporte é um dos motivadores pelo interesse em pesquisas na área de transportes, que ao longo de sua história tem criado modelos e algoritmos adequados à solução de problemas de transporte em todos os níveis de planejamento. (SCANDOLARA, 2010)

Os autores Crainic e Laporte (1997), identificaram alguns dos principais problemas no planejamento de operações de transporte de carga e apresentaram modelos adequados para a resolução desse tipo de problema, bem como ferramentas de planejamento baseadas em sistemas computacionais.

Beddoes (1997) discutiu o apoio logístico a equipes militares de operações terrestres diretamente dos navios, sem necessidade de bases logísticas em terra. Por meio de uma formulação matemática, buscou determinar qual a distância que os navios de suprimentos deveriam permanecer da costa marítima a fim de abastecer pequenas unidades militares dispersas em até 200 milhas náuticas (370 km) da costa, sem que as embarcações ficassem vulneráveis a ataques hostis. O objetivo foi proporcionar estimativas quantitativas levando em conta as características dos materiais de suprimentos, tais como alimentos, munição, combustíveis, etc, bem como equipamentos e veículos de apoio, tais como aeronaves e veículos blindados. Como resultado, sua pesquisa mostrou que a distância varia conforme a quantidade de dias que as unidades militares devem permanecer em terra e da quantidade de aeronaves disponíveis para o apoio logístico.

O estudo de Gue (2003) envolvendo problema exclusivamente militar foi resolvido por meio de um modelo de distribuição dinâmica aproveitando os dados dos cenários criados por Beddoes (1997). Enquanto este utilizou a formulação matemática para determinar qual a distância da base logística marítima deveria ficar da costa, aquele calculou a demanda de transporte para atender unidades militares sediadas em terra. A principal diferença é que o modelo estudado por Gue (2003) considerou distâncias reais, ao invés de distância média. O modelo pode ser usado pelo menos de duas maneiras importantes: primeiro, os planejadores logísticos podem usá-lo para determinar a viabilidade dos planos de logística para operações militares anfíbias no futuro para determinar a que distância a base logística do mar é capaz de operar para dar apoio às operações militares. Este é um ponto tático importante, porque quanto mais perto da praia, mais vulnerável se torna. Em segundo lugar, os comandantes operacionais poderiam usar um modelo como esse para planejar a logística em tempo real em uma base de horizonte variável para ajudar a decidir quando e onde implantar unidades de apoio logístico, dado um cenário de batalha.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para atingir os objetivos dessa pesquisa.

3.1 MÉTODO CIENTÍFICO

O método de pesquisa utilizado neste trabalho foi o indutivo. Segundo Gil (2002), as constatações particulares levam à elaboração de generalizações.

3.2 Classificação da Pesquisa

A pesquisa pode ser classificada, segundo Silva e Menezes (2001):

- Quanto à natureza é aplicada: tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Nesta pesquisa o conhecimento gerado foi para resolução de um problema específico para encontrar a melhor solução de transporte de carros de combate, em um determinado cenário.
- Quanto à forma de abordagem do problema é qualitativa e quantitativa: numa pesquisa podem-se coletar dados qualitativos como quantitativos. Dados qualitativos e quantitativos permitiram alimentar o modelo matemático desta pesquisa.
- Quanto aos objetivos é exploratória: tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, com vistas à formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Com as informações e dados coletados foi possível esclarecer a situação do transporte para as viaturas blindadas e identificar pesquisas para estudos futuros.
- Quanto aos procedimentos técnicos é uma pesquisa bibliográfica e levantamento: acontece quando a pesquisa envolve a investigação de material já publicado e a interrogação direta das pessoas para conhecimento do objeto em estudo. As informações necessárias ao desenvolvimento do modelo foram

coletadas em publicações sobre o assunto e as entrevistas possibilitaram tomar conhecimento das limitações do transporte dos carros de combate em estudo.

. No primeiro semestre do ano de 2011, foram realizadas entrevistas com especialistas militares e civis sobre viaturas blindadas, transporte militar e condições de transporte das viaturas blindadas nos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário, as quais contribuíram na definição das fases da tomada de decisão e dos fatores relevantes no transporte das VBC CC Leopard 1A5BR. Essas fases e fatores deram origem a um instrumento de viabilidade das rotas (quadros de verificação) a serem aplicados em todas as rotas da rede de transporte. A análise dos modais e os quadros de verificação serviram para alimentar o modelo matemático de transporte na resolução de um problema de transporte, em um cenário hipotético, envolvendo as viaturas blindadas.

3.3 Entrevista

A fim de obter dados sobre os carros de combate e seu transporte foi realizada uma entrevista (APÊNDICE A) com um militar especialista em carros de combate que presta serviço em uma das quatro unidades de Regimento de Carros de Combate, do Exército Brasileiro, que tem previsão de dotação de 54 VBC Leopard 1A5BR. Essa unidade de cavalaria, sediada na cidade de Ponta Grossa, no Paraná, pertence à 5ª. Brigada de Cavalaria Blindada (5ª. Bda C Bld), cujo comando localiza-se na mesma cidade. Esta Brigada comanda várias OM em cidades paranaenses e, dentre estas, o 5º. Batalhão Logístico (5º. B Log), que tem a função de prestar o apoio logístico às demais OM no âmbito desta Brigada. Por meio de entrevista (APÊNDICE B) com o comandante dessa OM foram obtidos dados sobre a disponibilidade de meios para o transporte das viaturas blindadas estudadas.

As informações sobre a situação do transporte das viaturas blindadas pelos modais rodoviário e ferroviário foram obtidas por meio da entrevista (APÊNDICE C) com um engenheiro funcionário de uma concessionária de rodovias federais e que atuou na extinta Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima (RFFSA). Para finalizar a coleta de dados as considerações sobre o transporte fluvial de blindados na região amazônica foi objeto de correspondência pessoal de outro militar (APÊNDICE D) com

conhecimento de transporte militar no modal aquaviário, por ter comandado o CECMA, e serviu de subsídio para análise do transporte por essa modalidade.

3.4 MODELO MATEMÁTICO DE TRANSPORTE

Para construção do modelo matemático de transporte, a fim de destacar a relevância das fases da tomada de decisão e dos fatores relevantes, bem como a aplicação dos quadros de verificação, foram seguidos os passos representados na figura 8:

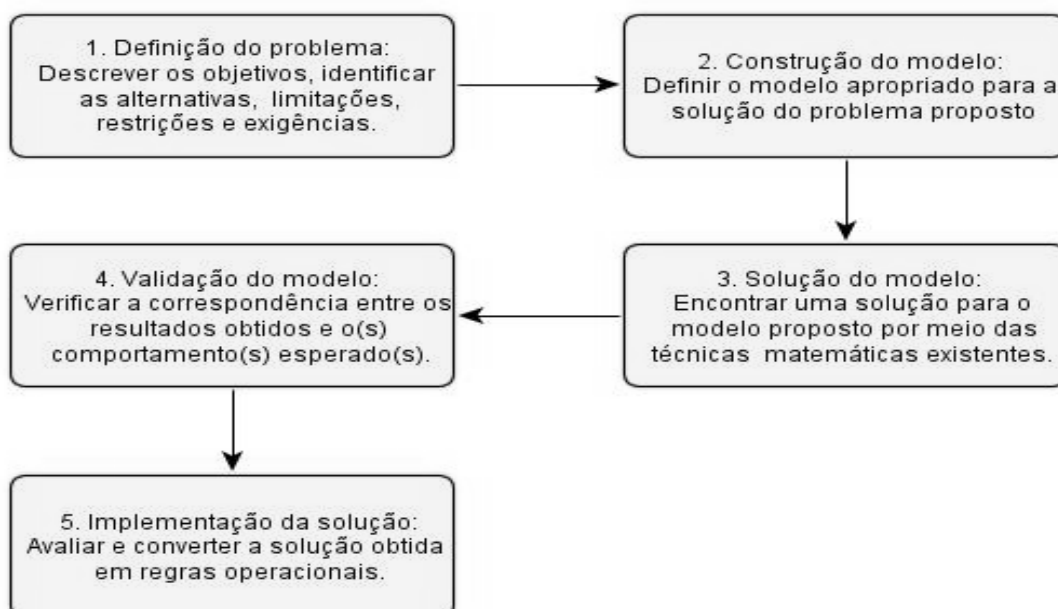


Figura 8 – Etapas do modelo matemático
Fonte: Adaptado de Xinlian, Tengfei, Daisong (2000)

1) Definição do problema

Para efeito dessa simulação foi definido o seguinte objetivo: qual(is) a(s) melhor(es) rota(s) para o transporte de determinada quantidade de VBC CC Leopard 1A5BR tendo como origem uma cidade no sul do Brasil e tendo como destino uma cidade no norte do país, com a distância aproximada de 3.100 km, levando em consideração custo ou tempo?

Por tratar-se de uma simulação em um cenário hipotético a quantidade de VBC a ser transportada foi definida arbitrariamente, tendo como limite a dotação de viaturas

das OM de origem. As rotas foram definidas levando em conta a disponibilidade de mais de um modal nos trechos considerados. Como todas as rotas possuem trechos rodoviários, por meio do Mapa Multimodal do Brasil, foram localizados trechos com disponibilidade de malha ferroviária, já que os modais fluvial e lacustre não foram utilizados (BRASIL, 2009). Para os nós da rede, foram localizadas as cidades que dispõem de OM com capacidade de prestar apoio ao comboio de viaturas, as quais foram identificadas no site do Comando do Exército, bem como algumas que possuem portos marítimos para o transporte de cabotagem. (BRASIL, 2012).

As distâncias rodoviárias foram calculadas com o roteirizador *online*, do Guia 4 Rodas. As distâncias ferroviárias e de cabotagem foram calculadas sobrepondo uma imagem do mapa multimodal do Brasil, no mapa do Brasil do *software Google Earth*, versão 6.1.0.5001 (GOOGLE, 2011). As distâncias das rotas possíveis de serem utilizadas (comprimento dos arcos) foram inseridas em uma tabela do *software Microsoft Excel 2007*. Após a definição dos arcos e nós foi construído o gráfico da rede de transporte utilizando o *software yED Graph Editor*, versão 3.9.2.

Como já foi dito, há uma variação grande na formação do custo e tempo no sistema de transporte brasileiro, não existindo critérios claramente definidos para seu cálculo. Por esse motivo, nesse modelo foram utilizados os parâmetros de custo e tempo com base no custo e velocidade média apresentados na tabela 3, sem considerar custos e tempos gastos com paradas, estacionamentos, pernoites, transbordos, entre outros, quando for o caso. As variáveis de decisão são as quantidades de viaturas blindadas a serem transportadas em cada arco.

2) Construção do modelo

Definidos os parâmetros e as variáveis de decisão, estes foram inseridos no modelo matemático de transporte genérico de Potts e Oliver (1972).

3) Solução do modelo

Para solução do modelo foi utilizado o suplemento *Solver*, desenvolvido pela empresa *Front System* para uso no *software Microsoft Excel*, da empresa *Microsoft*. O *Solver* é uma ferramenta de análise, utilizada para a otimização e simulação de modelos de negócios e engenharia.

4) Validação do modelo

Existem várias técnicas para auxiliar o tomador de decisão na análise e validação do modelo, com maior ou menor grau de subjetividade. Quando o modelo é do tipo multiobjetivo, com funções objetivos conflitantes, como no caso desse estudo, a análise e validação tornam-se mais difíceis. Uma das técnicas utilizadas é a construção do gráfico da fronteira de eficiência em um intervalo de soluções viáveis das funções objetivos, conforme foi apresentado por Diwekar (2008). Nesse estudo foi construída uma tabela em um intervalo das soluções apresentadas pelo modelo, as quais foram representadas pelos gráficos de rede com suas respectivas rotas, que será discutido no próximo capítulo;

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas informações e dados levantados, a tomada de decisão do transporte de viaturas blindadas deve levar em conta de uma maneira geral os seguintes aspectos, independente do modal utilizado, os quais foram divididos em três fases:

4.1 FASES DA TOMADA DE DECISÃO DO TRANSPORTE DAS VBC

Fase 1 – PLANEJAMENTO

Esta é a fase que irá determinar quem, quando, onde e como ocorrerá o transporte. Deve ser objeto de constante revisão e atualização antes, durante e após o transporte. O planejador, dentre outros, deverá considerar:

- Atribuição de tarefas e responsabilidades do efetivo a ser transportado com os CC, se houver:

- Definição e classificação dos materiais, equipamentos outras viaturas a serem transportadas em conjunto com os CC, se houver;

- Definição das prioridades de transporte, relativos aos modais, materiais, equipamentos, armamentos, viaturas e pessoal;

- Treinamento e adaptação do pessoal (civil e militar), tanto dos envolvidos nas operações de transporte, como daqueles a serem transportados;

- Estudo das condições de trafegabilidade das vias levando em conta seu estado, obstáculos, clima e trânsito;

- Estudo da integração com outros modais disponíveis no itinerário considerado;

- Nível de integração com outras forças singulares (marinha e aeronáutica), para fins de apoio administrativo e de segurança;

- Estudo do leiaute de veículos, vagões e embarcações utilizadas no transporte;

- Estudo de acondicionamento do efetivo e da carga nos veículos de transporte, levando em conta a capacidade de peso e dimensões em função dos veículos e das vias;

- Estudo das condições de iluminação, espaço e instalações dos locais de embarque, desembarque, transbordos, paradas e estacionamentos;
- Existência de condições climáticas e geográficas favoráveis, bem como materiais auxiliares no embarque e desembarque de viaturas;
- Definição do tipo de transporte, se administrativo ou tático, em todos os trechos da rota considerada. Para fins desse estudo considera-se administrativo o deslocamento em trechos que não há previsão de hostilidade inimiga. Já no deslocamento tático, a área está sob risco de ação inimiga.

Fase 2 – PARTIDA

Consideram-se as operações desde a ordem para o deslocamento até o início deste. Nesta fase os responsáveis pelo transporte deverão certificar-se de que, dentre outras, as seguintes providências foram tomadas:

- Que os veículos (caminhões, vagões, embarcações) necessários ao transporte foram providenciados e estão disponíveis;
- Da existência dos materiais de apoio (rampas, calços, cordas, cabos, pregos, presilhas, abraçadeiras, etc) necessários;
- Que foram realizados os contatos com empresas, concessionárias e autoridades civis de acordo com o(s) modal(is) utilizados, a fim de obter o apoio técnico-administrativo, bem como os materiais, equipamentos e veículos necessários;
- Que foram estabelecidos os contatos necessários com as forças singulares (Marinha e Aeronáutica) para o apoio técnico e de segurança, se for o caso;
- Que foi executado o reconhecimento, percorrendo todo trecho da(s) rota(s), identificando os obstáculos ao deslocamento e as possíveis soluções;
- Da separação e classificação dos materiais, armamentos, equipamentos e viaturas de acordo com as prioridades definidas no planejamento;
- Que o carregamento/embarque dos materiais, armamentos, equipamentos e viaturas, foi realizado conforme o estudo de acondicionamento destes;
- Da fixação e amarração da carga em conformidade com as técnicas, de acordo com o tipo de veículo e da carga a ser transportada;
- Do embarque do efetivo de acordo com o plano de embarque estabelecido no planejamento;

- Que a segurança própria no embarque, deslocamento, desembarque, transbordos, pontos de parada e estacionamento foi prevista.

Fase 3 – DESLOCAMENTO

Após a conclusão a etapa anterior inicia-se a fase de deslocamento que é o transporte propriamente dito, no qual se deve observar:

- Iniciar e realizar o deslocamento em velocidade compatível com o ambiente de trânsito, tamanho do comboio e modal utilizado;
- Realizar as paradas e estacionamentos, executando as tarefas definidas de acordo com o planejamento e outras que se fizerem necessárias;
- Estabelecer as medidas de segurança necessárias nos estacionamentos, paradas e deslocamentos administrativos e táticos;
- Acomodar o efetivo nas instalações disponíveis e de acordo com o previsto nos pontos de paradas para descanso, refeições e pernoite;

Fase 4 – CHEGADA

Término do deslocamento, no qual as medidas a serem tomadas são:

- Iniciar o descarregamento, armazenagem e desembarque no ponto final do deslocamento;
- Organizar o desembarque do efetivo e viaturas nas posições e formação definidas de acordo com situação local (administrativo ou tático);
- Dar a destinação definida aos meios de transportes utilizados, de acordo com o planejamento.

4.2 FATORES RELEVANTES NO TRANSPORTE DE VIATURAS BLINDADAS

O planejador de transporte militar, para tomar decisões, deverá ter pleno conhecimento do material a ser transportado, bem como a situação das malhas rodoviária, ferroviária e hidroviária, veículos, meios e apoios disponíveis no trajeto de deslocamento. Para um melhor entendimento, neste trabalho, os fatores foram divididos em três grupos: veículos; vias; planejamento e normatização.

A. VEÍCULOS

A.1. Disponibilidade de veículos: trata-se de unidades tratoras rodoviárias (cavalo-mecânico), semi-reboques (“pranchas”) rodoviárias, locomotivas, vagões ferroviários tipo “prancha” e embarcações em quantidade suficiente, no local correto, no prazo estabelecido e com capacidade condizente com o material, tropa, armamento e viaturas a serem transportadas, podendo ser do próprio Exército ou por complementação do meio civil. No modal rodoviário, segundo o Relatório anual da ANTT, o Brasil dispõe de uma frota de 1.325.201, entre caminhões leves e pesados. Para esse modal, a maior dificuldade seria em obter “pranchas” rodoviárias com as dimensões apropriadas para o transporte das VBC. No ferroviário, a frota brasileira para o transporte de cargas compreende 95.545 vagões e 3.014 locomotivas. (BRASIL, 2011e). A América Latina Logística, concessionária que opera na região sul, onde se localizam os 4 RCC, conta com uma frota de 31.650 vagões e 1.095 locomotivas. (ALL, 2011). No modal aquaviário a frota civil de embarcações para navegação interior (rios, lagos) é de 1.549 e 35 embarcações do tipo graneleiro e porta contêiner para a navegação de cabotagem. (BRASIL, 2011c)

A.2. Capacidade dos veículos: fator que determinará a quantidade de veículos rodoviários, ferroviários ou embarcações que serão necessários, a necessidade de se lançar mão de recursos civis e ainda se é possível e viável o transporte por apenas um modal. Essa análise deverá levar em conta as características da carga, dos veículos disponíveis e o transporte da tropa. Os vagões plataformas ou “pranchas” disponíveis na ALL não têm largura suficiente para o transporte das viaturas em análise. Teriam que ser adaptadas para atender as necessidades do transporte, como nas experiências relatadas por Calazans (1982);

A.3. Disponibilidade de material de apoio: material destinado a correta fixação da carga de acordo com o meio em que é transportado (“pranchas” rodoviárias e ferroviárias ou embarcações). Especial atenção deve ser dada às viaturas blindadas por suas dimensões e peso. Esses materiais compreendem rampas fixas e móveis, guindastes, calços de madeira ou metal de diversos tamanhos e formatos, pregos, cabos de aço, grampos metálicos, esticadores e outros conforme a necessidade e criatividade.

Esse material deverá estar disponível e em quantidade suficiente nos locais de embarque/desembarque ou na OM dotada das viaturas blindadas. A falta desse material poderá inviabilizar ou retardar o transporte em alguns casos, principalmente no ferroviário;

A.4. Acomodação da tropa: possibilidade de transportar a tropa juntamente com a carga poderá resultar em economia de tempo e custo e deverá ser utilizada sempre que possível. Para que seja viável, todas as condições necessárias a um mínimo de conforto devem ser estabelecidas, tanto durante o transporte em si, quanto nos pontos de paradas e estacionamento;

A.5. Estudo do leiaute das embarcações: por serem capazes de transportar grande quantidade e diversos tipos de carga em seu convés, bem como a tropa na mesma embarcação, um estudo minucioso do leiaute das embarcações a serem utilizadas é necessário. Pode-se utilizar, por exemplo, maquetes em menor escala dos materiais ou softwares computacionais para análise em três dimensões.

B. VIAS

B.1. Trafegabilidade das vias: fator determinante na escolha do modal utilizado. Devem ser avaliadas as condições de tráfego das vias em função da região, época do ano, clima, distância do percurso, volume de tráfego, dentre outros. O estado de manutenção da via, a carga e o tamanho da composição irão determinar a velocidade e capacidade de tráfego. Em determinadas regiões, principalmente no norte do país, algumas vias terrestres e fluviais podem tornar-se inacessíveis devido às chuvas;

B.2. Restrições ao deslocamento: essas restrições podem ser de vários tipos, tais como obras de engenharia que não permitem a passagem em determinados trechos devido ao peso, dimensões, tamanho do comboio ou desastres naturais que impeçam o deslocamento. Elas podem inviabilizar o transporte ou exigir operações de transbordo e trabalhos de engenharia com aumento do tempo e do custo;

B.3. Pontos de parada e estacionamento: esses pontos, previamente definidos, devem estar dotados de espaço para embarque/desembarque e manobras, equipamentos, iluminação e infraestrutura para a tropa. Podem ter a função de descanso, alimentação e pernoite da tropa, manutenção programada dos veículos, transbordo da carga e da tropa para outros veículos ou para outro modal (intermodalidade);

B.4. Restrições de horário de tráfego. O tamanho da composição pode requerer que sejam evitados os deslocamentos em certos intervalos do dia, dias da semana ou meses do ano em determinados trechos da via, em função da passagem por locais densamente povoados, condições climáticas ou de tráfego intenso. Essas restrições podem influenciar a velocidade e o tempo de deslocamento dos três modais;

B.5. Capacidade de tráfego: unidade de medida que determina a quantidade de veículos ou de peso que podem trafegar em determinado trecho de uma via em uma unidade de tempo ou de distância. Variam de acordo com modal escolhido e o tipo de veículo utilizado, estado da via, clima e outros;

B.6. Terminais portuários: terminais portuários dotados de infra-estrutura de espaço, iluminação, pátio com piso adequado, equipamentos e condições para embarque e desembarque da carga e tropa devem ser objetos de análise. Os portos marítimos normalmente possuem os requisitos necessários. O mesmo não é válido para os portos fluviais, principalmente os afastados dos grandes centros urbanos;

B.7. Praias e margens para embarque/desembarque: o embarque e desembarque de viaturas blindadas pelo modal hidroviário podem ser realizados em praias, margens fluviais ou lacustres com o apoio de embarcações específicas para esse fim, com as condições geográficas favoráveis e nível das marés adequadas a esse tipo de operação;

B.8. Diversidade de bitolas ferroviárias: no deslocamento ferroviário as diferenças de bitolas métricas existentes na rede férrea poderão inviabilizar o deslocamento no prazo requerido se os transbordos necessários não forem considerados.

C. PLANEJAMENTO E NORMATIZAÇÃO

C.1. Normas e procedimentos: as normas legais e as recomendações técnicas a cada um dos modais devem ser observadas para que se minimizem os transtornos à vida civil e os riscos de acidentes. Todo pessoal civil e militar envolvido no transporte deve dominar os procedimentos, com o uso da melhor técnica, aplicada aos tipos de transportes a serem utilizados;

C.2. Integração com órgãos civis e militares: o contato se faz necessário para a obtenção de autorizações, informações e apoio de órgãos civis e militares que tenham jurisdição legal sobre as vias e os modais utilizados. Em determinadas situações é imprescindível o apoio de segurança tática da aviação militar e marinha de guerra;

C.3. Deslocamento administrativo e tático: a definição do tipo de deslocamento influencia o transporte sob vários aspectos e por isso deverá ser o mais próximo possível da realidade;

C.4. Segurança tática: é exigida em maior ou menor grau conforme o tipo de modal utilizado, situação das vias e condições de hostilidade nos itinerários. Em situações similares o rodoviário é o que exige menor segurança em virtude de sua flexibilidade e maior velocidade de deslocamento e manobra em relação ao ferroviário e hidroviário;

C.5. Transporte da tropa na mesma composição: embora não imprescindível, a possibilidade de transporte do efetivo militar juntamente com os equipamentos, materiais, armamentos e viaturas pode ser relevante dependendo de como a situação de conflito se apresente;

C.6. Tempo de deslocamento: pode ser o principal objetivo do planejador de transporte quando o deslocamento é tático. O tempo total de deslocamento é a soma dos tempos parciais de: deslocamento, embarque, desembarque, transbordos, paradas, estacionamentos e outros que possam existir em função da situação;

C.7. Custo de deslocamento: pode ser o principal objetivo do planejador de transporte quando o deslocamento é administrativo. O custo total de deslocamento é a soma dos custos parciais de: deslocamento, embarque, desembarque, transbordos, paradas, estacionamentos e outros que possam existir em função da situação;

C.8. Preservação ambiental: a preocupação com o meio ambiente sempre deverá ser levada em conta pelo planejador de transporte, aliada às exigências da situação do momento. Em condições similares os modais agredem o meio ambiente na seguinte ordem crescente: hidroviário, ferroviário e rodoviário. Essa agressão ao meio ambiente está relacionada principalmente à capacidade de transportar grandes quantidades de carga em uma mesma unidade, diminuindo a emissão de poluentes, mas também ao impacto ambiental causado pela construção e manutenção das vias de cada modal;

O quadro 4 sintetiza os fatores já descritos, relacionando-os com cada modal:

	Nº	FATORES	R	F	H
Veículos	A.1.	Disponibilidade de veículos	X	X	X
	A.2.	Capacidade dos veículos	X	X	X
	A.3.	Disponibilidade de material de apoio	X	X	X
	A.4.	Acomodação da tropa	X	X	X
	A.5.	Estudo do leiaute das embarcações	X	X	X
Vias	B.1.	Trafegabilidade das vias	X	X	X
	B.2.	Restrições ao deslocamento	X	X	X
	B.3.	Pontos de parada e estacionamento	X	X	X
	B.4.	Restrições de horário de tráfego	X	X	
	B.5.	Capacidade de tráfego	X	X	X
	B.6.	Terminais portuários			X
	B.7.	Praias e margens para embarque/desembarque			X
	B.8.	Diversidade de bitolas ferroviárias		X	
Planejamento e Normatização	C.1.	Normas e procedimentos	X	X	X
	C.2.	Integração com órgãos civis e militares	X	X	X
	C.3.	Deslocamento administrativo e tático	X	X	X
	C.4.	Segurança tática	X	X	X
	C.5.	Transporte da tropa na mesma composição	X	X	X
	C.6.	Tempo de deslocamento	X	X	X
	C.7.	Custo de deslocamento	X	X	X
	C.8.	Preservação ambiental	X	X	X

Legenda: R (Rodoviário); F (Ferroviário); H (hidroviário)

Quadro 4 - Fatores relevantes no transporte de viaturas blindadas

Fonte: o autor

Tendo como base a análise dos modais foram elaborados os quadros 5, 6 e 7 com os principais itens a serem verificados em cada uma das rotas utilizadas no transporte das VBC. Esses quadros de verificação foram divididos por modal, tendo em vista as diferenças dos meios e procedimentos utilizados em cada um deles, embora possuam vários itens comuns.

QUADRO DE VERIFICAÇÃO DO MODAL RODOVIÁRIO							
ITEM	ETAPA 1		ETAPA 2		ETAPA 3		
	ITEM A SER VERIFICADO	Status	ITEM A SER VERIFICADO	Status	ITEM A SER VERIFICADO	Status	
						Status Final	
1	A segurança do transporte está estabelecida e definida de forma clara e objetiva, incluindo os pontos de parada e transbordo?						
2	A quantidade de cavalos mecânicos e pranchas rodoviárias são suficientes para toda carga?		Pode ser realizado o transporte parcial com os veículos existentes?				
3	Capacidade de tráfego das vias (em função das condições de manutenção, volume de tráfego e tamanho do comboio) permite o transporte de toda a carga?		É possível dividir o comboio e iniciar o deslocamento em partes que não ultrapassem a capacidade de tráfego das vias?				
4	As obras de engenharia (pontes, túneis e viadutos) permitem o tráfego de veículos com aproximadamente 25 metros de comprimento, 3,50 metros de altura e 3,80 metros de largura?		As obras de engenharia podem ser transpostas por meio de transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem as obras de engenharia e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?		
5	As obras de engenharia (pontes, túneis e viadutos) permitem o tráfego de veículos com peso bruto aproximado de 65 toneladas?		As obras de engenharia podem ser transpostas por meio de transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem as obras de engenharia e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?		
6	Condições geográficas (trecho muito íngremes, pantanosos, florestas densas, etc.) das vias rodoviárias permitem o deslocamento?		Nos trechos em que as condições geográficas representam obstáculo pode ser realizado o transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem os trechos sem condições de trafegabilidade e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?		
7	Condições climáticas (período de chuva, seca, queda de barreiras, etc.) das vias rodoviárias permitem o deslocamento?		Nos trechos em que as condições climáticas representam obstáculo pode ser realizado o transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem os trechos sem condições de trafegabilidade e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?		
STATUS DA ROTA							

Quadro 5 - Quadro de verificação do modal rodoviário

Fonte: o autor

QUADRO DE VERIFICAÇÃO DO MODAL FERROVIÁRIO								
ITEM	ETAPA 1		ETAPA 2		ETAPA 3		Status Final	
	ITEM A SER VERIFICADO	Status	ITEM A SER VERIFICADO	Status	ITEM A SER VERIFICADO	Status		
1	A segurança do transporte está estabelecida e definida de forma clara e objetiva, incluindo os pontos de parada e transbordo?							
2	A quantidade de locomotivas e pranchas ferroviárias é suficiente para toda carga?		Pode ser realizado o transporte parcial com as locomotivas e pranchas existentes?					
3	Capacidade de tráfego das vias férreas (em função das condições de manutenção, volume de tráfego e tamanho do comboio) permite o transporte de toda a carga?		É possível dividir o comboio e iniciar o deslocamento em partes que não ultrapassem a capacidade de tráfego das vias férreas?					
4	As obras de engenharia (pontes, túneis, estações e viadutos) permitem o tráfego de veículos com aproximadamente 25 metros de comprimento, 3,50 metros de altura e 3,80 metros de largura?		As obras de engenharia podem ser transpostas por meio de transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem as obras de engenharia e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?			
5	As obras de engenharia (pontes, túneis, estações e viadutos) permitem o tráfego de veículos com peso bruto aproximado de 65 toneladas?		As obras de engenharia podem ser transpostas por meio de transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem as obras de engenharia e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?			
6	Condições geográficas (trecho muito íngremes, pantanosos, florestas densas, etc.) das vias ferroviárias permitem o deslocamento?		Nos trechos em que as condições geográficas representam obstáculo pode ser realizado o transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem os trechos sem condições de trafegabilidade e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?			
7	Condições climáticas (período de chuva, seca, queda de barreiras, etc.) das vias ferroviárias permitem o deslocamento?		Nos trechos em que as condições climáticas representam obstáculo pode ser realizado o transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem os trechos sem condições de trafegabilidade e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?			
STATUS DA ROTA								

Quadro 6 - Quadro de verificação do modal ferroviário

Fonte: o autor

QUADRO DE VERIFICAÇÃO DO MODAL HIDROVIÁRIO							
ITEM	ETAPA 1		ETAPA 2		ETAPA 3		Status Final
	ITEM A SER VERIFICADO	Status	ITEM A SER VERIFICADO	Status	ITEM A SER VERIFICADO	Status	
1	A segurança do transporte está estabelecida e definida de forma clara e objetiva, incluindo os pontos de parada e transbordo?						
2	Os locais de origem e destino possuem portos ou locais que oferecem condições para carga e descarga das VBC?						
3	A quantidade de embarcações é suficiente e adequada para toda carga?		Pode ser realizado o transporte parcial com as embarcações adequadas existentes?				
4	Capacidade de tráfego das vias navegáveis (em função das condições de manutenção, volume de tráfego e tamanho da frota) permite o transporte de toda a carga?		É possível dividir a carga e iniciar o deslocamento em partes que não ultrapassem a capacidade de tráfego das vias hidroviárias?				
5	As obras de engenharia, (pontes, eclusas e barragens) permitem que toda a carga seja transportada, carregada ou descarregada, se necessário?		As obras de engenharia que representam obstáculo podem ser transpostas por meio de transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem as obras de engenharia e posteriormente carregados para continuidade do transporte?		
	O calado das embarcações, após cargas, permite a navegação em todo o trecho a percorrer		Nos trechos em que o calado representa obstáculo pode ser realizado o transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem os trechos sem condições de navegação e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?		
6	Condições climáticas (período de chuva, seca, etc.) das vias hidroviárias permitem o navegação em toda a rota?		Nos trechos em que as condições climáticas representam obstáculo pode ser realizado o transbordo para outro modal?		As VBC podem ser descarregadas e deslocarem-se por meios próprios para transporem os trechos sem condições de navegação e posteriormente carregadas para continuidade do transporte?		
STATUS DA ROTA							

Quadro 7 - Quadro de verificação do modal hidroviário

Fonte: o autor

Os quadros de verificação deverão ser aplicados da seguinte forma:

a. Ao(s) respectivo(s) modal(is) em cada uma das rotas (arcos) desde o ponto (nó) de origem até o ponto (nó) de destino de cada rota em toda a rede considerada. Para a rede definida nesta pesquisa o quadro para o modal rodoviário deve ser aplicado 31 vezes; 29 vezes para o ferroviário; e 5 vezes para o hidroviário;

b. Se a resposta à pergunta da etapa for "sim" deverá ser colocado o algarismo "1" na coluna "*Status*" da etapa, sem necessidade de prosseguir para próxima etapa;

c. Se a resposta à pergunta da etapa for "não" deverá ser colocado o algarismo "0" na coluna "*Status*" da etapa e prosseguir para próxima etapa, se houver, procedendo da mesma maneira até o que se esgotem as etapas do item em análise;

d. Na coluna "*Status Final*" deverá ser inserido o maior valor constante nas etapas referentes ao item em análise ("0" ou "1");

e. Na linha "*STATUS DA ROTA*" inserir o menor valor constante na coluna "*Status Final*" ("0" ou "1"). se for "0" a rota não pode ser utilizada e deverá ser desconsiderada na solução do modelo matemático.

4.3 PROBLEMA DE TRANSPORTE DAS VBC CC LEOPARD 1A5BR

Para uma melhor compreensão de como aplicar a análise dos modais e dos fatores relevantes no transporte das VBC CC Leopard 1A5BR, realizou-se uma simulação de uma situação em um cenário fictício utilizando a modelagem matemática de transporte:

Para aplicação do modelo foram seguidas as fases definidas por Xinlian, Tengfei e Daisong (2000):

4.3.1 Definição do problema

Quais modais e rotas devem ser utilizadas para transportar 25 VBC CC Leopard 1A5BR, do 3º RCC, localizado em Ponta Grossa-PR, para Belém-PA, com o menor custo e/ou tempo?

a) Definição das variáveis de decisão e parâmetros: as variáveis de decisão são as incógnitas determinadas na solução do modelo, a qual definirá quantas viaturas e quais rotas (modal) representam a solução ótima. Os parâmetros são valores fixos, que no caso deste problema pode ser o custo ou o tempo do transporte em cada trecho da rede de transporte considerada.

b) Definição das restrições: as limitações decorrentes da formulação do problema indicam a capacidade de fornecer viaturas em cada uma das origens, bem como a capacidade de receber viaturas no(s) destino(s). A capacidade de entrada e saída

em cada um dos pontos (nós) definidos na rede de transporte também representa restrições do modelo. Nessa simulação a origem fornecerá 25 viaturas e o destino receberá a totalidade fornecida. Qualquer nó da rede possuirá capacidade de receber todas as viaturas.

c) Função objetivo: função matemática da solução ótima do problema, de acordo com que se espera do modelo, ou seja, maximizar ou minimizar a somatória do produto das variáveis pelos parâmetros. Este é um problema de minimização de custo e/ou tempo.

d) Determinação das possíveis rotas: com o auxílio do Mapa Multimodal do Brasil (BRASIL, 2010) foram definidas as possíveis rotas que contemplassem os modais rodoviário, ferroviário e aquaviário de cabotagem.

e) Pontos de parada, estacionamento e transbordo: por meio de consulta ao *site* do Comando do Exército foram definidas as cidades ao longo das possíveis rotas definidas, que fossem dotadas de quartéis ou (OM) que pudessem abrigar o comboio militar para fins de parada, estacionamento e transbordo. Também foi levada em conta a disponibilidade da malha rodoviária e ferroviária nessas cidades. Após a definição, essas cidades serão os nós da rede de transporte e os caminhos entre elas os arcos.

f) Cálculo das distâncias: para o cálculo das distâncias rodoviárias, foi utilizada a rota mais curta do roteirizador *online*, disponível no *site* da revista Guia 4 Rodas (GUIA 4 RODAS, 2011). No cálculo das distâncias ferroviárias e do hidroviário de cabotagem fez-se uso do *software Google Earth*, versão 6.1.0.5001, no qual foi sobreposta a imagem do Mapa Multimodal do Brasil e traçado os caminhos pelas rotas desses modais. A tabela com as distâncias entre as cidades (nós) encontra-se no Apêndice E. Para as rotas e modais não utilizados foi atribuído valor zero.

g) Custo de transporte: o custo dos fretes varia muito, em função de diversos fatores, tornando difícil uma estimativa próxima da realidade. Para isso, deve-se realizar uma cotação de preços envolvendo todas as rotas e modais considerados. Além disso, nos modais rodoviário e de cabotagem é possível a utilização de veículos, embarcações e pessoal do próprio Exército ou de outras forças singulares (Marinha e Aeronáutica) e órgãos públicos, o que dificulta ainda mais uma estimativa correta. Independentemente do método, o cálculo deverá contemplar o custo total, com a somatória dos custos de uso de frota própria, contratada, das paradas, estacionamentos, transbordos, inclusive os custos com pessoal, materiais, equipamentos e veículos utilizados pelas equipes de apoio tático e administrativo.

h) Tempo de transporte: da mesma forma que o custo, o tempo de deslocamento também sofre influência de diversos fatores. Dependendo da quantidade de pessoal civil envolvido com o transporte, o tempo poderá ser majorado, quando comparado com pessoal militar, já que os primeiros são regidos pela legislação trabalhista que prevê jornadas diárias de no máximo 8 horas e descanso semanal.

Para alimentar o modelo matemático desta simulação foram considerados os seguintes dados de custo e velocidade média da tabela 4:

Tabela 4 - Custo e velocidade média dos modais para formulação do modelo de transporte

Custo/Tempo	MODAL		
	Rodoviário	Ferroviário	Aquaviário
Custo (km rodado)	R\$ 5,00	R\$ 3,00	R\$ 2,00
Tempo (Velocidade média)	50 km/h	25 km/h	15 km/h

Fonte: Adaptado de Borges (2005)

O custo foi determinado para cada viatura transportada por km percorrido, presumindo-se que nesse valor estão incluídos os custos que compõem as tarifas, tais como, seguros, pedágios, impostos, taxas, entre outros. Outros custos que se fizerem necessários deverão ser especificados separadamente, como por exemplo, os custos dos transbordos, os quais dependerão da rota a ser utilizada para determinação do custo total. A velocidade média propicia o cálculo do tempo gasto em cada arco da rede de transporte. Também os tempos gastos com transbordos e outros devem ser calculados e somados no tempo total de transporte.

Foram definidas 19 cidades representando os nós da rede com os respectivos arcos representando as rotas rodoviária, ferroviária e hidroviária (cabotagem). Para o presente modelo não foram consideradas as possíveis rotas hidroviárias fluviais e lacustres devido a dificuldade em se obter dados sobre o transporte por essas modalidades. Na tabela do Apêndice E são listadas as cidades da rede de transporte deste estudo, com as respectivas distâncias em quilômetros e o gráfico do Apêndice F mostra a rede de transporte completa com os nós, arcos e as distâncias em quilômetros.

No apêndice G são demonstrados os tempos e custos nas rotas da rede de transporte. As rotas foram representadas pela seguinte codificação: letra “X” seguida do algarismo representando a cidade (nó) de origem, de acordo com a tabela do apêndice E, seguido de traço subscrito e do algarismo representando a cidade (nó) de destino e a letra representando o modal utilizado na rota (“R” para rodoviário; “F” para ferroviário, e “H” para hidroviário). Por exemplo:

- X1_4R = rota (arco) rodoviário com origem na cidade (nó) de Ponta Grossa-PR e destino na cidade (nó) de Ourinhos-SP;
- X18_19H = rota (arco) hidroviário com origem na cidade (nó) de São Francisco do Sul-SC e destino na cidade (nó) de Santos-SP.

Os parâmetros de custo e tempo foram estipulados da seguinte forma:

- CUSTOS

c_1 = Custo de deslocamento na rota baseado na distância e no custo médio por km percorrido (R=R\$ 5,00/km; F=R\$ 3,00/km; H=R\$ 2,00/km);

c_2 = Custo total dos transbordos realizados na rota, se houverem;

c_n = Outros custos da rota;

C = Somatória de c_1 , c_2 e c_n

- TEMPOS

t_1 = Tempo de deslocamento na rota baseado na distância e na velocidade média (considerou-se R=50km/h; F=25km/h; H=15km/h);

t_2 = Tempo total gasto nos transbordos na rota, quando for o caso;

t_n = Tempo total com as paradas e estacionamentos na rota;

T = Somatória de t_1 , t_2 e t_n

- PENA

Valor a ser atribuída a rota (arco) para definir se a mesma será ou não utilizada no modelo. Tal situação poderá ser necessária quando, após a aplicação dos quadros de verificação, determinadas rotas não puderem ser utilizadas por qualquer motivo, como por exemplo, queda de barreira que inviabilize o trânsito pela rota.

Os parâmetros de custo e tempo para o modelo matemático devem ser objeto de análise conforme descrito no item 3.1. Quanto mais próximo da realidade melhor será a solução apresentada pelo modelo. Na tabela do Apêndice G são demonstrados os custos e tempos totais utilizados neste modelo. Foram considerados apenas os custos do quilômetro percorrido e os tempos de deslocamento baseado na velocidade média. Outros custos e tempos não foram levados em conta para o cálculo.

4.3.2 Construção do modelo matemático

O modelo matemático foi desenvolvido utilizando como base a rede de transporte do Apêndice F com rotas rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias (cabotagem), visando determinar a melhor alternativa de transporte de modo a otimizar as funções objetivo. Para este estudo foi considerado um fornecedor em Ponta Grossa-PR (3° RCC)

e um cliente (cidade de Belém-PA), no entanto, é possível considerar tantos fornecedores e clientes quantos forem necessários.

Tendo definida a rede de transporte e os parâmetros para alimentar o modelo, segue-se para a definição das funções objetivo (Z), que são, resumidamente, o foco em que o modelo de transporte deverá trabalhar. Para o estudo realizado, foram utilizadas duas funções objetivo distintas:

- a) minimizar o custo total de transporte ($Z1$): Usado especialmente em situações em que não há urgência da disponibilidade das viaturas no local de destino e o tempo de deslocamento não é o principal fator a ser considerado. Torna-se necessário escolher as rotas e os modais que minimizem custo total.

$$Z1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \quad (9)$$

sendo

$Z1$ = função objetivo;

i = índice dos locais de origem (quartéis de onde partem as viaturas ou qualquer outro nó da rede) $\{1, \dots, m\}$;

j = índice dos locais de destino (cidade Belém-PA ou qualquer outro nó da rede) $\{1, \dots, n\}$;

x_{ij} = quantidade de viatura (VBC CC Leopard 1A5BR) enviada da origem i para o destino j ;

c_{ij} = custo de transporte da origem i para o destino j ;

- b) minimizar o tempo de transporte ($Z2$): Usado nas situações em que há urgência das viaturas no local de destino. Neste caso, torna-se necessário abrir mão da minimização dos custos de transporte, e focar na minimização do tempo.

c)

$$Z2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m t_{ij} x_{ij} \quad (10)$$

de tal modo que,

$Z2$ = função objetivo;

t_{ij} = tempo de transporte da origem i para o destino j ;

ficando,

$Min = Z1$ ou $Z2$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij} \geq f_i \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij} = 0 \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij} = d_j \quad (13)$$

sendo,

$Z1^*$ = valor ótimo de referência da função objetivo 1;

$Z2^*$ = valor ótimo de referência da função objetivo 2;

a_{ij} = 1 se o fluxo entra nó i , -1 caso contrário;

f_i = oferta de viaturas na origem i ;

d_j = demanda de viaturas no destino j ;

4.3.3 Solução do Modelo

Após a inserção dos dados e execução no suplemento *Solver*, as soluções ótimas para as funções objetivos $Z1$ (custo) e $Z2$ (tempo) são demonstradas na tabela 5:

Tabela 5 - Valores de custo e tempo para Fronteira de Eficiência

	Soluções do Modelo		Tempo real em horas
	Custo (Z1) em reais	Tempo (Z2) em horas	
1	511.376,00 ($Z1^{inf}$)	3.000,05 ($Z2^*$)	81,82
2	489.047,00	3.035,65	84,20
3	467.803,00	3.094,41	103,44
4	446.559,00	3.153,18	103,44
5	424.455,00	3.216,87	103,44
6	403.495,00	3.388,60	151,52
7	381.837,00	3.665,04	151,52
8	360.093,00	4.083,46	175,72
9	338.794,00	4.593,29	175,72
10	317.189,00	5.484,44	323,93
11	295.672,00	6.625,68	323,93
12	274.155,00	7.766,92	323,93
13	252.638,00 ($Z1^*$)	8.908,17 ($Z2^{inf}$)	323,93

Fonte: O autor

O modelo matemático calcula os valores ótimos pela somatória do produto das quantidades de viaturas transportada por cada rota pelo valor unitário de cada parâmetro atribuído (custo ou tempo). Em se tratando de custo isso é verdade, pois o custo total é a somatória de todos os custos unitários em cada rota multiplicado pela quantidade transportada. O mesmo não é válido para o tempo, pois mesmo sabendo que o tempo total de transporte de um comboio é maior do que o transporte de apenas uma viatura, também não é o produto das quantidades transportadas pelo tempo unitário. Por esse motivo, na tabela 5 foi acrescentada uma coluna, na qual foram somados os tempos de transporte de apenas uma viatura em cada uma das rotas da rede de transporte. Utilizou-se o maior tempo quando, em determinada trecho, da rota houve mais de um tempo. Esses valores estão na coluna “Tempo real” da tabela 5.

Quando um modelo apresenta mais que uma função objetivo, este é chamado de programação multiobjetivo ou multicritério. Nesse caso a solução ótima pode tornar-se imprecisa, uma vez que a melhor solução para uma função objetivo ($Z1$) pode não ser boa para as outras ($Z2$, $Z3$, ... Zn). Para análise das variações que os valores de uma função objetivo provocam em outra foram fixados 13 valores de custo total ($Z1$) para encontrar as respectivas soluções de tempo ($Z2$) da seguinte maneira:

- Encontrar a solução ótima para $Z1$ ($Z1^*$) e a solução correspondente para $Z2$ ($Z2^{inf}$);
- Determinar a solução ótima para $Z2$ ($Z2^*$) e a solução correspondente para $Z1$ ($Z1^{inf}$);
- Determinar as soluções ótimas para $Z2$ em um intervalo de valores para $[Z1^{inf}, Z1^*]$;

Observando a tabela 5, verifica-se que para vários valores de custo o tempo real de deslocamento é o mesmo. Isso ocorre porque as soluções do modelo matemático alteram as quantidades transportadas em cada modal disponível na medida em que é forçado a diminuir custos, sem que necessariamente haja alteração do tempo total em que todas as VBC estão disponíveis no destino final, em algumas rotas. Estas condições podem ser vistas nos grafos das rotas:

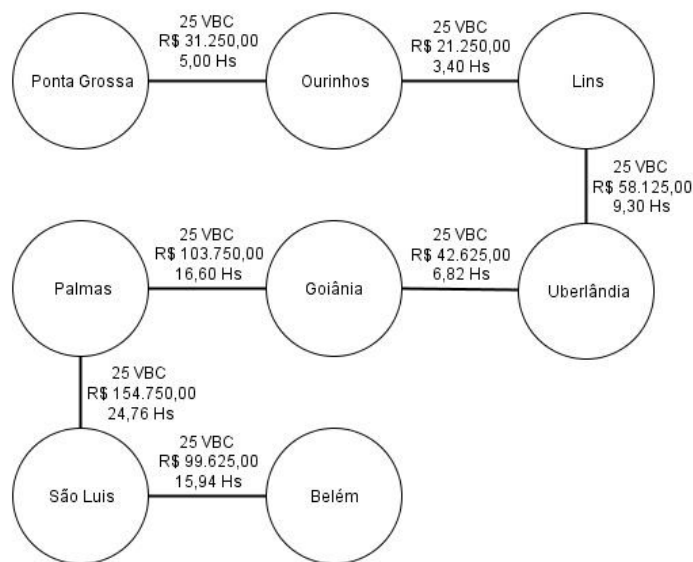


Figura 9 - Rota do intervalo 1

Na rota acima, que representa o menor tempo de deslocamento, segundo o modelo, todas as VBC serão transportadas pelo modal rodoviário e estarão no destino ao mesmo tempo, em 81,82 horas ou 3 dias e 4 horas a um custo aproximado de R\$ 511.376,00. É a rota de maior custo.

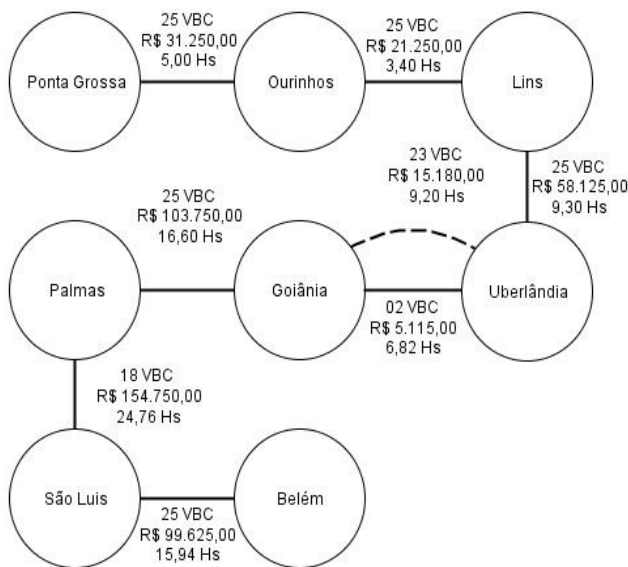


Figura 9 - Rota do intervalo 2

Na rota do segundo intervalo, já existe um trecho em que as viaturas são transportadas parte pelo modal rodoviário e parte pelo ferroviário. O tempo em que todas estarão no destino aumenta para 84,20 horas ou 3 dias e 12 horas e o custo diminui para R\$ 489.047,00.

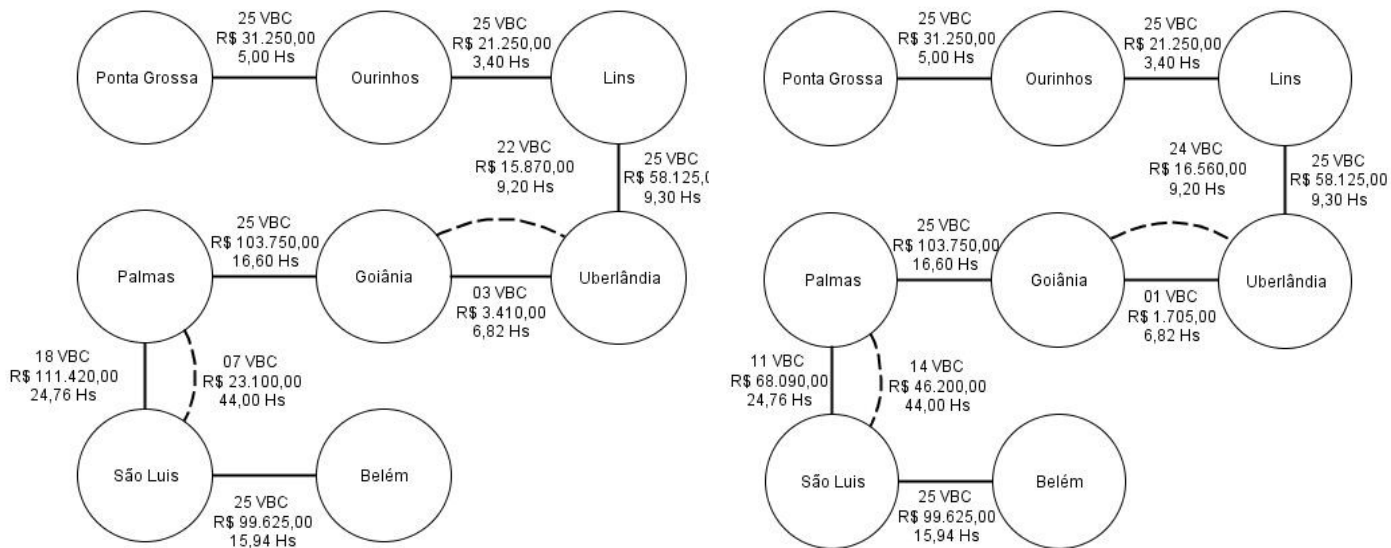


Figura 10 - Rota do intervalo 3

Figura 11 - Rota do intervalo 4

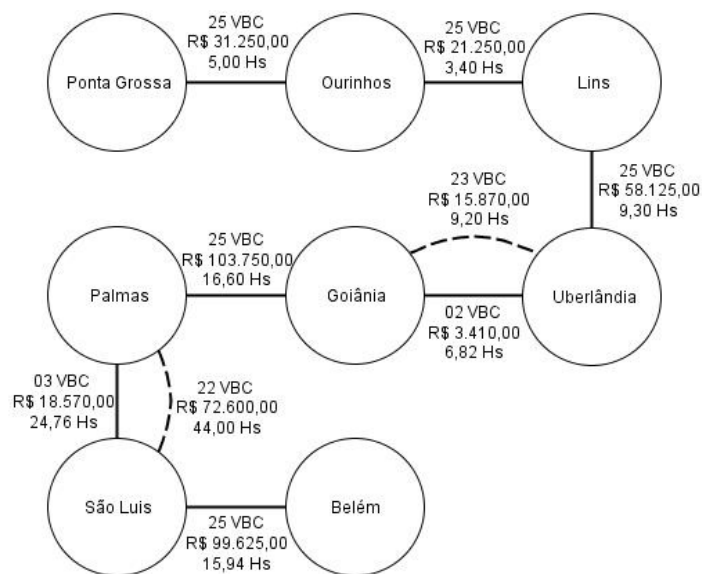


Figura 12 - Rota do intervalo 5

As rotas dos intervalos 3, 4 e 5 apresentam o mesmo tempo de deslocamento total, cerca de 103,44 horas ou 4 dias e 7 horas. Os custos são diferentes porque em alguns trechos as quantidades transportadas pelos modais rodoviário e ferroviário não são iguais e, por isso o custo total varia de R\$ 467.803,00 a R\$ 424.455,00.

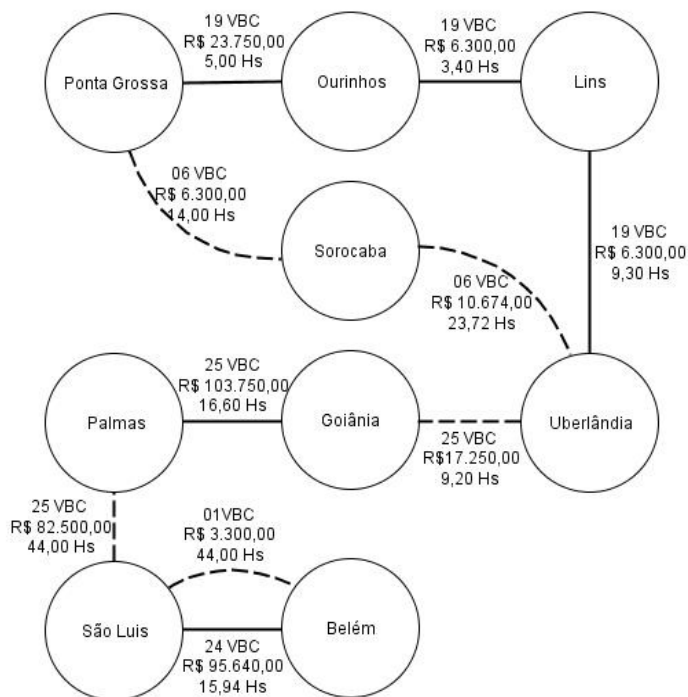


Figura 13 - Rota do intervalo 6

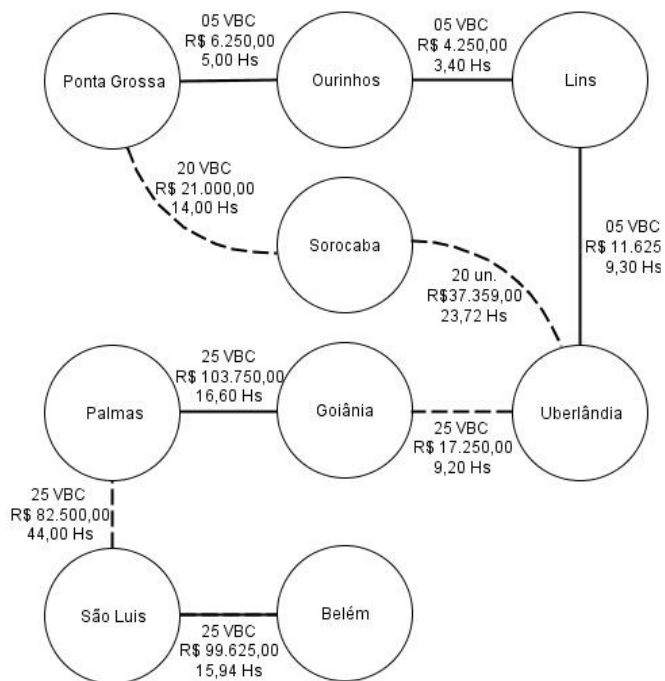


Figura 14 - Rota do intervalo 7

Da mesma forma que as 3 rotas anteriores, as rotas 6, 7 também apresentam o mesmo tempo em que todas as VBC chegarão no destino final, aproximadamente 151,52 horas ou 6 dias e sete horas. Os custos são R\$ 403.495,00, e R\$ 381.837,00, respectivamente.

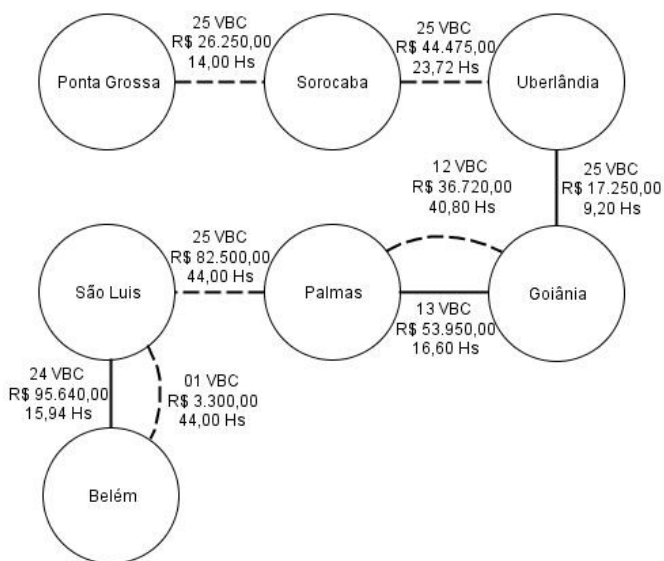


Figura 15 - Rota do intervalo 8

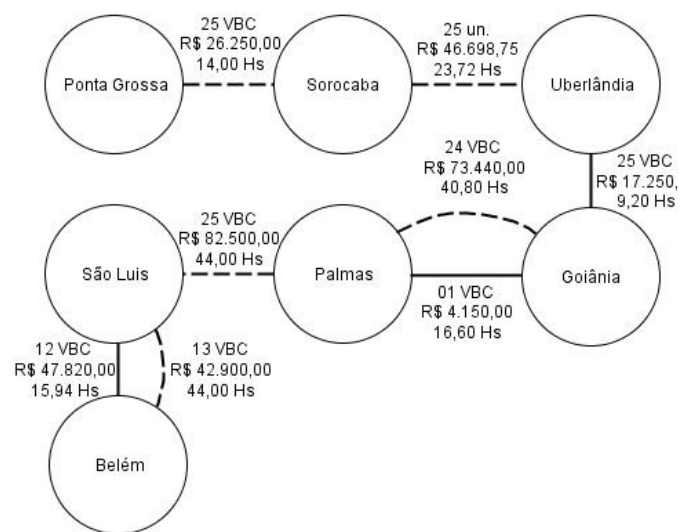


Figura 16 - Rota do intervalo 9

Nas rotas 8 e 9, as viaturas estarão no destino 151,72 horas ou em 7 dias e 7 horas. Já os custos ficam em R\$ 360.093,00 e R\$ 317.189,00, respectivamente, transportados pelos modais rodoviário e ferroviário.

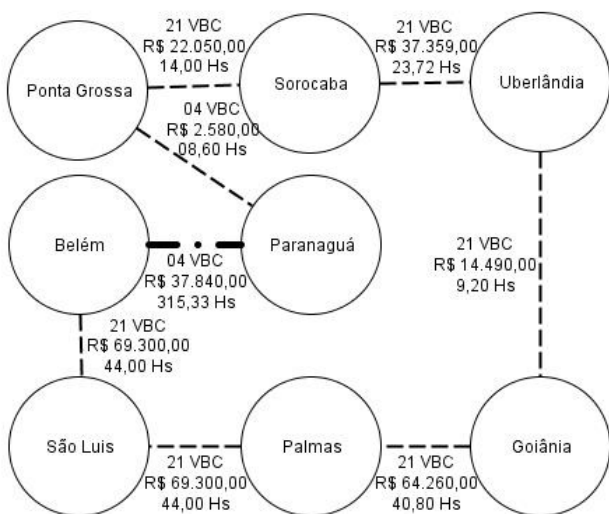


Figura 17 - Rota do intervalo 10

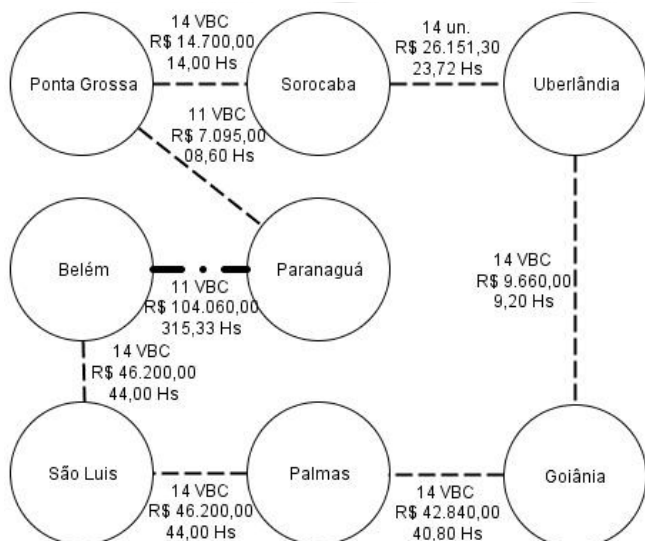


Figura 19 - Rota do intervalo 11

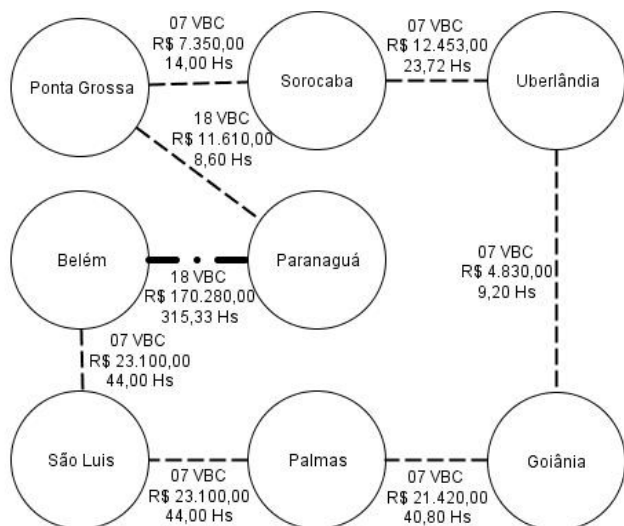


Figura 21 - Rota do intervalo 13

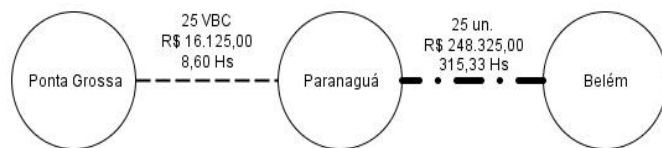


Figura 20 - Rota do intervalo 12



Figura 22 - Legenda dos grafos das rotas

Pelo grafos apresentados dos intervalos 10 a 13 é possível identificar que o modal hidroviário de cabotagem é utilizado em alguns trechos, juntamente com o rodoviário e ferroviário nessas rotas. O tempo total de deslocamento de 323,93 ou 13 dias e 12 horas é o mesmo nas 4 rotas, já que esse tempo leva em conta o modal mais lento. A rota do intervalo 13 é a que apresenta o menor custo total, cerca de R\$ 252.638,00, representando menos da metade o custo da rota 1. Em todas as rotas é possível visualizar o deslocamento em cada trecho que compõe cada rota. Pode-se facilmente saber quantidade, tempo e a que custos as viaturas estarão disponíveis nas localidades que fazem parte da rota. Como em alguns trechos certa quantidade de viaturas estará disponível antes que as demais tenham chegado, caberá ao planejador decidir se aguardará a chegada das 25 VBC para seguir com todas as viaturas de uma só vez ou prosseguirá apenas com as que chegaram antes. O mesmo raciocínio poderá ser aplicado a qualquer trecho de qualquer rota.

Os quadros de verificação dos modais no item 4.2 podem ser aplicados antes de executar o modelo matemático no *software* de otimização, anulando os trechos que não satisfizerem as condições exigidas. Outro método, que foi utilizado nesse exemplo, é considerar inicialmente todas as rotas disponíveis, aplicar os quadros nos trechos apresentados pelas soluções. Nesse caso, o modelo deverá ser otimizado no *software* após cada anulação de trechos. De qualquer forma, deve-se ter certeza de que todos os trechos em todas as rotas atendem os requisitos para que se considere a solução viável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Neste Capítulo serão discutidas as conclusões obtidas desta pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve por objetivo auxiliar a tomada de decisão da melhor alternativa para o deslocamento de carros de combate em uma Organização Militar brasileira, por meio de um método de análise das características dos modais de transporte para aplicação em um modelo matemático intermodal, minimizando o custo ou o tempo total de deslocamento.

No primeiro objetivo específico buscou-se identificar as principais vantagens e desvantagens dos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário de cabotagem que foram utilizados na rede de transporte definidas nessa pesquisa. O modal rodoviário apresenta vantagens de maior disponibilidade e velocidade em relação aos outros e maior custo como principal desvantagem. É interessante observar que, mesmo quando houver a utilização dos modais ferroviário e hidroviário, na maioria das vezes o rodoviário não poderá ser prescindido.

No segundo objetivo específico foram descritos os principais fatores a serem considerados na decisão da melhor alternativa de transporte de carros blindados de combate. Esses fatores, coletados de experiências já realizadas no transporte de viaturas blindadas e das entrevistas realizadas, serviram para identificar algumas ações que são necessárias, de acordo com os modais de transporte que serão usados no deslocamento. As ações tomadas, com base na análise desses fatores, irão definir as rotas para construção da rede e os respectivos parâmetros de custo e tempo, além de outras informações necessárias ao transporte. A solução apresentada pelo modelo matemático irá depender da qualidade dos dados obtidos a partir da análise dos fatores a serem considerados no transporte.

No terceiro objetivo específico foi construído o modelo matemático, com a função objetivo minimizando ou o custo ou o tempo total. Para fins de teste do modelo foi definido um cenário hipotético de deslocamento para avaliar as soluções de rotas apresentadas pelo modelo e os valores das funções objetivos em ambos os casos de solução ótima.

Para satisfazer o quarto e último objetivo específico foram feitas as análises das soluções encontradas pelo modelo para verificar as variações de custo e tempo. Observou-se que as duas funções objetivo são conflitantes, ou seja, a solução ótima de uma provoca o aumento de outra. Para a análise de como uma função objetivo interfere

na outra foram construídos os gráficos das rotas de transporte em um intervalo de soluções das duas funções objetivo.

O método de análise dos modais proposto nesse estudo levou em conta as características, limitações, vantagens e desvantagens dos modais estudados. Os fatores relevantes para tomada de decisão de transporte das VBC consideraram os principais aspectos de cada modal, tais como: pessoal necessário, vias utilizadas, veículos adequados, locais de paradas e estacionamento, condições geográficas e climáticas, materiais de apoio, entre outros. Qualquer desses itens que não atendam as necessidades de transporte pode inviabilizar o modal ou a rota, como por exemplo, as condições da via em determinados trechos ou estações do ano. Os quadros de verificação apresentados nesse estudo servem de referência, podendo ser alterados com a supressão ou inclusão de novas perguntas, desde que as respostas sejam “sim” ou “não” representadas pelos algarismos “1” ou “0” respectivamente. Na situação hipotética apresentada foram consideradas que todas as rotas estavam disponíveis na rede de transportes definida, sem restrições, mas a inviabilidade de qualquer rota, em decorrência da aplicação dos quadros e verificação, poderia alterar totalmente a solução do modelo matemático.

Por fim, conclui-se que melhor alternativa de transporte de carros de combate irá depender primeiramente de uma análise adequada dos modais de transporte disponíveis e depois, da correta formulação e aplicação dos quadros de verificação, bem como o que se deseja minimizar (custo ou tempo), independente da técnica de otimização a ser escolhida. Nesta pesquisa, por exemplo, com os dados e cenário apresentados, a melhor opção de transporte, quando o objetivo foi minimizar custo, a solução do modelo matemático apresentou custo e tempo totais de R\$ 252.638,00 e 323,93 horas respectivamente. Quando o objetivo era minimizar tempo os valores foram R\$ 511.376,00 e 81,82 horas.

5.5 RECOMENDAÇÕES

Com a elaboração do presente trabalho foi possível verificar oportunidades que podem ser desenvolvidas em outros trabalhos científicos:

- Proposição de metodologias de análise para elaboração de redes de transporte para o deslocamento de pessoal, armamento, munição, materiais e outras viaturas das Forças Armadas Brasileiras, de diversas origens e destinos.
- Realização de estudos que contemplem todos os modais possíveis de serem utilizados, tais como o fluvial, lacustre e aéreo, além dos citados nesse trabalho, trarão mais alternativas para a tomada de decisão.

- Identificação e possíveis soluções dos problemas existentes na matriz de transporte brasileira que prejudicam ou dificultam o transporte de cargas fora dos padrões usuais de transporte poderão auxiliar o transporte militar e também cargas similares da cadeia produtiva do país.

6 REFERÊNCIAS

ALL (América Latina Logística. **Frota**. Disponível em: <<http://www.all-logistica.com/port/index.html>>. Acesso em: 20 out 2011.

Área Militar. **Leopard-1 A5. Carro de combate médio (KMW Kraus-Maffei Wegmann)**. Disponível em: <http://www.areamilitar.net/DIRECTORIO/TER.aspx?nn=62&p=19>. Acesso em: 15 abr 2011.

BASTOS, Expedito Carlos Stephani. **CARRO DE COMBATE TAMOYO - O blindado brasileiro**. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/arq/Art%2017.htm>. Acesso em: 23 jun 2011.

BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. **Linear Programming and Network Flows**. 2. ed. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1990.

BEDDOES, Mark W. **Logistical Implications of Operational Maneuver From the Sea**.(Master). Naval Pos-graduate School Monterrey, CA, 1997. 44 p

BEGNINI, Renato. **Mobilização dos Transportes: Óbices para o deslocamento de grandes efetivos militares e soluções para permitir o emprego de meios civis em apoio às operações militares terrestres**. Rio de Janeiro: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), 1992.

BORGES, Cesar. **A INFLUÊNCIA DA LOGÍSTICA NA ECONOMIA BRASILEIRA – Transporte hidroviário**. In: 2º Seminário FIESP de Logística. 2005 São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: FIESP, 2005.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências.. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n. 32, Seção 1, p. 1-6. 14 fev. 1995.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito

Brasileiro. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n. 184, Seção 1, p. 1. 1997.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando do Exército. Centro de Instrução de Blindados. Divisão de Instrução e Adestramento. **Identificação de Blindados utilizados na América do Sul**. Edição 2002a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **Portaria N° 008 - COTER, de 04 de dezembro de 2002**. Aprova o Caderno de Instrução CI 32/1 (Prevenção de Acidentes de Instrução). Brasília, DF. 2002b.

BRASIL. Comando do Exército. Estado Maior do Exército. Aprova o Manual de Campanha C 100-10 – Logística Militar Terrestre, 2ª Edição, 2003. **Portaria Normativa n° 125/ME, de 25 de dezembro de 2003**. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Resolução n° 11, de 25 de outubro de 2004. Aprova as normas de utilização de rodovias federais para transporte de cargas indivisíveis e excedentes em peso e/ou dimensões para o trânsito de veículos especiais. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n. 205, Seção 1, p. 134-137. 25 out. 2004a.

BRASIL. Lei n° 10.893, de 13 de julho de 2004. Dispõe sobre o Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante - AFRMM e o Fundo da Marinha mercante - FMM, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n. 134, Seção 1, p. 2-5. 24 jul. 2004b

BRASIL. Ministério da Defesa. Aprova a Política Nacional da Indústria de Defesa - PNID. Portaria Normativa n° 899/MD, de 19 de julho de 2005. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n° 138, Seção 1, p. 1. 19 jul. 2005a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Desafios na atuação das Forças Armadas/ organizadores: J.R. de Almeida Pinto, A.J. Ramalho da Rocha, R. Doring Pinho da Silva. Brasília: Secretaria de Estudos e de Cooperação, 118 p. 2005b.

BRASIL. Lei n° 11.631, de 27 de dezembro de 2007. Dispõe sobre a Mobilização Nacional e cria o Sistema Nacional de Mobilização - SINAMOB. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n. 249, Seção 1, p. 1. 28 dez. 2007a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Boletim do Exército n. 30/2007, de 27 de dezembro de 2007**. Brasília, DF. 2007b.

BRASIL. Ministério da Defesa. Gabinete do Ministro. Dispõe sobre o “Manual de Logística para Operações Combinadas”. **Portaria Normativa n.º 435 / MD, de 19 de Julho de 2001**. Brasília, DF, n. 140-E, Seção 1, p. 4, 20 jul. 2007c

BRASIL. Decreto n.º 6.592, de 2 de outubro de 2008. Regulamenta o disposto na Lei n.º 11.631, de 27 de dezembro de 2007, que dispõe sobre a Mobilização Nacional e cria o Sistema Nacional de Mobilização – SINAMOB. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n. 192, Seção 1, p. 1. 02 out. 2008.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Mapa Multimodal do Brasil**. Brasil: 2009. Escala: 1:5.000. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/mapas-multimodais>>. Acesso em: 17 set 2010.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **PNV/SNV 2011**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/plano-nacional-de-viacao/pnv-lei-5.917>>. Acesso em: 30 set 2011a.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Concessão Ferroviária**. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/concessaofer/apresentacaofer.asp>>. Acesso em: 30 abr 2011b.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). **Anuário Estatístico 2009**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2009/pdf%5CAnaliseMovimentacao%5CAnalisedaMovimentacao2009.pdf>>. Acesso em: 05 jul 2011c.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). **Relatório Anual 2010**. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/relatorioanual/RelatorioAnualAntt2010.pdf>>. Acesso em: 10 jul 2011e.

BRASIL. Comando do Exército. **Quartéis por Estado**. Disponível em: <<http://www.exercito.gov.br/web/guest/quarteis>>. Acesso em: 22 jan 2012

CALAZANS, Alvaro Nereu Klaus. **Adequação da rede ferroviária brasileira e dos meios existentes ao transporte de unidades blindadas, a médias e longas distâncias, particularmente na região sudeste para a região sul**. Rio de Janeiro: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), 1982.

CARAMIA, Massimiliano; GIORDANI, Stefano; IOVANELLA, Antonio. On the selection of k routes in multiobjective hazmat route planning. **IMA Journal of Management Mathematics**. Oxford Journals, v. 21, n. 3, 239-251, 2009.

COIMBRA, Marcelo do Vale. **Modos de Falha dos Componentes da Via Permanente Ferroviária e seus Efeitos no Meio Ambiente**. 2008. 165 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.

CRAINIC, Teodor Gabriel; LAPORTE, Gilbert. Planning models for freight transportation. **European Journal Of Operational Research**. Elsevier, v. 97, Issue 3, p. 409-438, 1997

DEFESANET. **Leopard 1A5BR - Fotos do desembarque novo Lote**. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/leo/noticia/1741/Leopard-1A5BR---Fotos-do-desembarque-novo-Lote>>. Acesso em: 22 dez 2011a

GOOGLE. **Google Earth 6.2.1.6014 (Beta)**. Disponível em <<http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/download/thanks.html#os=win#updater=yes>>. Acesso em 18 Dez 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

GUE, R. Kelvin. A dynamic distribution model for combat logistics. **Computers & Operations Research**. Elsevier, v.30, n.3, p.367-381. 2003.

GUIA 4 RODAS. **Mapas e Rotas**. Disponível em: <http://http://viajeaqui.abril.com.br/guia4rodas?utm_source=barra_abril&utm_medium>

=viajeaqui&utm_campaign=barra_abril_viajeaqui>. Acesso em: 12 out 2011.

IMBUZEIRO, Sylvio Lucas da Gama. **O transporte de viaturas blindadas a longa distância: equipamentos, opções, instrução da tropa**. 160 f. Rio de Janeiro: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), 1979.

MENDES, Piraju Borowski. **Nosso Regimento – história do 3º. Regimento de carros de combate (Rio de Janeiro, 1944 – Ponta Grossa, 2010)** . Ponta Grossa : Do autor, 2010. 333p.

MENDES, Piraju Borowski. **O planejamento da mobilização no Exército Brasileiro, para atender às hipóteses de emprego, suas condicionantes e a integração com o sistema logístico**. Dissertação (Mestrado)-Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro, 2005.

NOVAES, A. G. **Métodos de Otimização: Aplicações aos Transportes**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1978.

POTTS, R. B.; OLIVER, R. M. **Flows in Transportation Network**. v. 90. In: Mathematics in Science and Engineering. New York, London: Academic Press. 1972.

RAVINDRAN. A. Ravi. **Operations Research Methodologies**. New York : Taylor and Francis, 2009. 498p.

SAVELSBERGH, Martin; SOL, Marc. Drive: Dynamic Routing of Independent Vehicle. **Operations Research**. Hanover, v. 46, n. 4, p. 474-490, 1998.

SCANDOLARA, Neudi Luis. **Logística como suporte de um modelo de transporte para laminados de madeira**. 2010. 88 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2010.

SILVA, Carlos Alberto Vicente da; MUSETTI, Marcel Andreotti. **Logísticas militar e empresarial: uma abordagem reflexiva**. Caderno de Pesquisas em Administração. São Paulo, v.38, n.4, p.343-354, out./nov./dez. 2003.

SILVA, Edna Lucia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa**

e Elaboração de Dissertação. Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVA, Onias Ribeiro da. **Ligações Intermodais de Transportes entre as grandes bacias hidrográficas brasileiras: uma proposta para a integração, desenvolvimento e segurança da Amazônia.** Rio de Janeiro: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), 1995.

SILVA, Vitor Borges da. **Distribuição modal rodo-ferroviário em uma rede de exportação de açúcar a granel para o porto de Santos.** 2005. 195 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade São Paulo, São Carlos, 2005.

TAHA, Hamdy A. **Pesquisa Operacional: uma visão geral.** 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

DIWEKAR, Urmila. **Introduction to Applied Optimization.** 2nd edition. Springer: Springer Optimization and Its Applications, 2008.

VASCO, Carlos Emide. **Transporte ferroviário de Unidades Blindadas.** Rio de Janeiro: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), 1989.

VENTURA, Fernando Brandão. **Rede de transportes da Amazônia. Importância para a interiorização, integração e acesso às fronteiras.** Rio de Janeiro: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), 1990.

JANSEN, Benjamin; SWINKELS; TEEUWEN Pieter C. J.; Geert J.A.; FLUITER, Babette van Antwerpen de; FLEUREN, Hein A.. Operational planning of a large-scale multi-modal transportation system. **European Journal of Operational Research.** Elsevier, v. 156, Issue 1, 1 July 2004, Pages 41–53, 2004.

WIEBERNEIT, Nicole. Service network design for freight transportation: a review. **OR Spectrum.** Springer, v. 30, n. 1, 77-112, 2007.

XINLIAN, X.; TENGFEI, W.; DAISONG, C.. A Dynamic Model and Algorithm for the Fleet **Planning.** **Maritime Policy & Management,** 27(1), 53-63. 2000.

XU, Jiuping; YAO, Liming; ZHAO, Xiaodan. A multi-objective chance-constrained network optimal model with random fuzzy coefficients and its application to logistics distribution center location problem. **Fuzzy Optimization and Decision Making**. Springer. v. 10, n. 3, 255-285, 2011.

APÊNDICE A – Roteiro da entrevista com especialista em carros de combate



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
 Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ROTEIRO DE ENTREVISTA

TÍTULO PROVÁVEL DA PESQUISA: MODELO DE TRANSPORTE DE CARROS DE COMBATE EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR DO EXÉRCITO BRASILEIRO

DATA: 20/03/2011

PESQUISADOR: LUIZ CESAR DOS SANTOS LIMA

INSTRUÇÕES: Por favor, responda este questionário, que servirá de base à pesquisa acima intitulada. As perguntas que por qualquer motivo não puderem ser respondidas devem ser justificadas em sua resposta. Qualquer informação contida neste questionário que não puder ser divulgada deverá conter essa observação, a qual será respeitada.

1. Qual o justificativa para que o exército brasileiro adquirisse novos carros de combate?

Desculpe, não consigo responder essa pergunta.

2. Qual a justificativa para escolha da VBC CC Leopard 1A5?

A justificativa para a escolha da VBC Leopard 1 A5 foge do meu conhecimento, mas como possuíamos a VBC Leopard 1 A1, que é da mesma família da citada acima, isso pode ser uma condicionante para a aquisição dos novos veículos.

3. No caso de emprego, como esses veículos seriam transportados?

Os veículos podem ser transportados por modal rodoviário, marítimo e ferroviário. Tudo depende do local de emprego dos blindados.

4. Existem veículos ou equipamentos especiais para o transporte, tais como caminhões, vagões ou embarcações?

No tocante aos modais rodoviário e marítimo, existem equipamentos especiais, tais como pranchas com carreta e navios. Para o nodal ferroviário, o país não possui plataformas de embarque adequadas e alguns trechos de nossas ferrovias,

principalmente em túneis, a largura do Carro impede seu deslocamento por este nodal.

5. Se existem são em quantidade suficiente? Onde estão localizados?

Desculpe, mas não consigo responder, pois esse assunto não é do meu conhecimento.

6. Existem restrições conhecidas para o transporte desses veículos? Quais são?

Por ser um veículo pesado e com largas dimensões, o nosso Código Brasileiro de Trânsito (CBT) condiciona esse transporte. Vide CBT.

7. Quais são os procedimentos, escritos ou não para embarque/desembarque e transporte desses veículos?

Desculpe, mas não consigo responder. Estou estudando esses veículos, e este assunto eu ainda não estudei.

8. Existem restrições para o deslocamento desses veículos utilizando sua própria capacidade de locomoção? Quais são?

Existem alguns cuidados que devemos tomar para que esses veículos se desloquem utilizando sua própria capacidade de locomoção, tais como: sua lagarta possui almofada de proteção que deteriora com o uso, em determinados tipos de piso; seu elevado consumo de combustível e desgaste de peças, que são importadas e de difícil reposição; e também, falta de sinalização, adequando ao CBT, indicam a utilização de transporte por meios de nodais descritos anteriormente.

9. Quais são os procedimentos, escritos ou não para o deslocamento desses veículos com sua própria capacidade locomoção?

Desculpe, mas não consigo responder. Estou estudando esses veículos, e este assunto eu ainda não estudei.

10. Qual sua opinião referente à aquisição desses veículos?

A minha opinião referente à aquisição destes veículos é que o Brasil evoluiu, lançando o mesmo num patamar que permite ao país manter sua capacidade dissuasória e que agrega tecnologia avançada aos nossos veículos.

APÊNDICE B – Roteiro da entrevista com especialista em logística militar



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
 Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ROTEIRO DE ENTREVISTA

TÍTULO PROVÁVEL DA PESQUISA: MODELO DE TRANSPORTE DE CARROS DE COMBATE EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Data: 08/04/2011

PESQUISADOR: LUIZ CESAR DOS SANTOS LIMA

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO CARLOS COLMENERO

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. PIRAJU BOROWSKI MENDES

INSTRUÇÕES: Por favor, responda este questionário, que servirá de base à pesquisa acima intitulada. As perguntas que por qualquer motivo não puderem ser respondidas devem ser justificadas em sua resposta. Qualquer informação contida neste questionário que não puder ser divulgada deverá conter essa observação, a qual será respeitada.

A PESQUISA

A pesquisa tem por objetivo a elaboração de um modelo de transporte dos VBC CC Leopard 1A5, os quais foram adquiridos recentemente da Alemanha e estão chegando ao Brasil. Inicialmente estamos levantando as possibilidades de transporte desses veículos em 03 destinos diferentes: a) Ponta Grossa-PR a Cascavel-PR; b) Ponta Grossa-PR a Paranaguá-PR; c) Ponta Grossa-PR a Três Barras-SC. As informações que necessitamos seriam no sentido de transporte de Carros de Combate de maneira geral, sendo os seguintes questionamentos:

11. O 5º B Log possui veículos tipo “prancha” para transportar carros de combate com dimensões similares às dos Leopard (C=9,54 x L=3,37 x A=2,64) ?
 Sim.

12. Caso não possua veículos suficientes em uma hipotética situação de transportar 13 Leopard, quais seriam as alternativas?

Os meios alternativos para transporte de blindados seriam o marítimo e o ferroviário. Contudo, sem as carretas o blindado não poderia chegar até os locais onde seriam embarcados nos navios ou nos trens.

Convém ressaltar que em caso de guerra, o país entraria em “esforço de guerra” e alguns meios de empresas civis seriam mobilizados. Carretas poderiam ser requisitadas das empresas civis pelo governo. Neste caso, há previsão de que após a guerra a empresa seja indenizada pelos cofres públicos.

13. Existem veículos ou equipamentos especiais para o transporte, tais como caminhões, vagões ou embarcações?

Sim. Os caminhões possuem reboques que chamamos de prancha. Os trens também possuem pranchas. Sobre os navios, os blindados são transportados nos mesmos espaços onde são colocados os containers.

Há alguns anos, a 5ª Bda C Bld realizou um exercício com transporte de blindados pelo meio ferroviário. Por meio marítimo, podemos citar como exemplo o transporte dos blindados por ocasião de sua entrega pelos países que venderam o M60 e o Leopard ao Brasil.

14. No deslocamento rodoviário de um comboio militar, composto por aproximadamente 13 caminhões “prancha”, qual a velocidade média de marcha?

Velocidade média em comboio de 40 km/h a 45 km/h (dependendo das condições de tráfego) – deslocamento considerado em período diurno.

15. Nesse caso, existem previsões de paradas para descanso, refeições, etc..? Seriam de quanto em quanto tempo ou que distância percorrida?

Sim, há previsão de uma parada inicial com 45 minutos de deslocamento de 15 minutos para conferência das condições das carretas e cargas. Depois, os altos ocorrem a cada 120 minutos com duração de 15 a 30 minutos.

16. Ainda no mesmo caso, quais os procedimentos gerais para o deslocamento, tais como: necessidade de escolta, batedores, autorizações de autoridades civis e restrições de horários e outras?

Não há necessidade de autorização de instituições do poder público. Por nossa própria exigência, realizamos os transportes durante o dia por motivo de segurança. É conveniente lembrar que em caso de guerra, os transportes são realizados todos durante a noite.

Obedecemos à legislação dos órgãos de trânsito e as normas ditam que para carretas com excesso lateral devem ser utilizadas viaturas escoltas pintadas na cor laranja com faixas reflexivas:

- comboios com até duas carretas – somente uma viatura escolta; e

- comboios com três ou mais carretas – duas viaturas escoltas.

Se durante o planejamento dos nossos transportes, julgarmos que haverá grande prejuízo para a circulação dos veículos civis ou que o trajeto será complicado para o nosso comboio, solicitamos apoio das polícias e órgãos reguladores de trânsito. Geralmente, recebemos apoio de equipes que balizam, desviam o trânsito e garantem a segurança de deslocamento dos cidadãos e das nossas viaturas.

17. Existem normas, regulamentos ou procedimentos para esse tipo de deslocamento?

Sim, seguimos todas as normas de trânsito dos órgãos regulamentadores. Além destas normas, seguimos nossos próprios procedimentos. Alguns exemplos:

- nossos motoristas nunca viajam sozinhos. Cada viatura tem um motorista e um chefe de viatura;
- todos os nossos militares saem de seu batalhão armados e municiados;
- nossos militares fazem cursos de amarração dos blindados com correntes e com material de alta resistência; e
- as viaturas do comboio militar possuem rádios de considerável alcance para comunicação dos chefes das viaturas com o chefe do comboio.

18. Sugestões para a pesquisa (opcional).

Para tratar dos transportes de blindados, é necessário que se delimite em qual situação o estudo será realizado: se em tempo de paz ou em caso de emprego real em combate da Força Terrestre.

Em tempo de paz, a análise seria simplificada. Basta saber que devemos atender as normas das agências reguladoras de trânsito e as características logísticas do trajeto, da carreta e do material transportado.

Em tempo de guerra, o estudo deve atentar para as características de atuação de uma Brigada de Cavalaria Blindada.

APÊNDICE C – Roteiro da entrevista com o transporte rodoviário e ferroviário



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Campus de Ponta Grossa
 Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
 ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



ROTEIRO DE ENTREVISTA

TÍTULO PROVÁVEL DA PESQUISA: MODELO DE TRANSPORTE DE CARROS DE COMBATE EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR DO EXÉRCITO BRASILEIRO

DATA: 11/04/2011

PESQUISADOR: LUIZ CESAR DOS SANTOS LIMA

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO CARLOS COLMENERO

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. PIRAJU BOROWSKI MENDES

INSTRUÇÕES: Por favor, responda este questionário, que servirá de base à pesquisa acima intitulada. As perguntas que por qualquer motivo não puderem ser respondidas devem ser justificadas em sua resposta. Qualquer informação contida neste questionário que não puder ser divulgada deverá conter essa observação, a qual será respeitada.

A PESQUISA

A pesquisa tem por objetivo a elaboração de um modelo de transporte dos VBC CC Leopard 1A5, os quais foram adquiridos recentemente da Alemanha e estão chegando ao Brasil. Inicialmente estamos levantando as possibilidades de transporte desses veículos em 03 destinos diferentes: a) Ponta Grossa-PR a Cascavel-PR; b) Ponta Grossa-PR a Paranaguá-PR; c) Ponta Grossa-PR a Três Barras-SC. As informações que necessitamos seriam no sentido de transporte de Carros de Combate de maneira geral, sendo os seguintes questionamentos:

- 1) A partir das características do VBC CC Leopard 1 A5 e possível o transporte dos trajetos abaixo.

- Características do VBC CC Leopard 1 A5:

PESO	42,40 T
COPRIMENTO	9,54 m
LARGURA	3,37 m
ALTURA	2,64 m

1.1) Ponta Grossa a Cascavel (PR)

- O referido trecho ferroviário encontra-se em condições de uso para o transporte do veículo informado acima, porém devemos considerar que o trecho entre Ponta Grossa e Guarapuava é antigo contendo restrições geométricas, e ainda, transpõe a Serra da Esperança que possui rampas acentuadas o que limita o transporte de grandes cargas.
- Portanto, é viável necessitando de estudos.

1.2) Ponta Grossa a Três Barras (SC)

- Levando-se em consideração que o trecho ferroviário entre Mafra SC e Três Barras SC, foi totalmente desativado, não vemos alternativa de acessibilidade por este tipo de modal.

1.3) Ponta Grossa a Paranaguá (PR)

- O referido trecho ferroviário encontra-se em condições de uso para o transporte do veículo informado acima, porém devemos considerar que o trecho entre Araucária e Paranaguá é centenário com geometria e obras de artes especiais (túneis, pontes, viadutos etc) com limitações de gabaritos, principalmente na Serra do Mar.
- A viabilidade depende de estudos in loco no trecho da serra do mar.

2) Se existir incapacidade da largura dos vagões-plataforma, há como adaptar ou construir vagões com capacidade? Como seria o processo adaptar estações, túneis, viadutos e pontes?

- Não há alternativa para adaptar a plataforma dos atuais vagões, face que isto mudaria suas características de estabilidade (alteração do seu centro de gravidade), e comprometeria seu sistema rodante, o que poderia causar acidente durante o transporte.
- Tecnicamente não é recomendável alterar as obras de artes especiais (pontes, túneis, viadutos), e ainda, tal solução demandaria de altos custos (inviabilidade).
- Para viabilizar o transporte (ferroviário) haverá necessidade de construir um carregador móvel especial, que deverá ser tema de futuro estudo.

- 3) Se existir alguma inexistência de ramais ferroviários para o destino solicitado, até aonde poderia chegar está carga e a partir desse ponto teria outra empresa concessionária de ferrovia para o transbordo desta carga até o destino ou mais próximo? Qual seria a empresa? Quem seria o contato?
- Para o trecho do item 2.1, o transporte ferroviário seria possível somente até a cidade de Mafra. O restante do trajeto teria que ser obrigatoriamente via rodoviária.
 - Para os demais trechos indicados, existe a viabilidade, sendo a ALL a empresa responsável por todos os trechos ferroviários da região sul do Brasil.
- 4) Poder existir limitação do gabarito das estações, túneis, viadutos e pontes? Quais seriam, onde ficaria e como poderia ser contornado do obstáculo, já que essas cargas têm capacidade de rodar por si mesmas?
- As possíveis limitações de gabaritos estão nos trechos mais antigos, indicados nos itens, 2.1, 2.2 e 2.3; necessitando assim de estudos e levantamentos em loco.
 - Face que a maioria dos viadutos, túneis e pontes do modal ferroviário estão situados em locais distantes, e normalmente sem acessos, e ainda, a dificuldade para a carga e descargas dos veículos, entendemos que é inviável a tentativa de transpor os possíveis obstáculos de gabarito ferroviário.
- 5) Pode existir alguma limitação de horário para passar em determinadas cidades, como por exemplo: Curitiba, isso faria com que tivéssemos uma restrição de faixa de tempo para cruzar a cidade?
- A limitação no horário para o transporte esta diretamente condicionada a operacionalidade da empresa ALL.
 - O transporte ferroviário possui preferência de passagem.
- 6) Será adquirido treze carros (treze vagões), cada um com um peso de 42,5 ton. é possível fazer uma viagem?
- Sim; desde que sejam solucionados os possíveis problemas de carga, descarga e gabaritos. As atuais composições ferroviárias possuem capacidade de carga para atender o transporte dos veículos em questão.
- 7) Na região dos Campos Gerais existe veículos capazes de transportar o VBC Leopard 1A5?

- Sim; possuímos informações da existência de dois veículos tipo prancha em Ponta Grossa, sendo uma da empresa Antonio Moro, e a outra da empresa Noal.
- 7) Existe alguma restrição física (peso, comprimento, largura) para os percursos até Cascavel - PR, Paranaguá - PR e Três Barras - SC?
- Entendemos que só há restrições quanto á largura.
- 8) Pode existir alguma restrição legal para o transporte do VBC Leopard 1 A 5 já mencionado anteriormente pela pergunta?
- Para o modal ferroviário, desconhecemos.
 - Para o modal rodoviário, todos os veículos possuem sua capacidade de carga definida e licenciada.

Atenciosamente.

APÊNDICE D – Correspondência pessoal de militar especialista em transporte hidroviário



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



CORRESPONDÊNCIA PESSOAL

TITULO PROVÁVEL DA PESQUISA: MODELO DE TRANSPORTE DE CARROS DE COMBATE EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR DO EXÉRCITO BRASILEIRO

DATA: 08/05/2011

PESQUISADOR: LUIZ CESAR DOS SANTOS LIMA

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO CARLOS COLMENERO

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. PIRAJU BOROWSKI MENDES

A PESQUISA

A pesquisa tem por objetivo a elaboração de um modelo de transporte dos VBC CC Leopard 1A5, os quais foram adquiridos recentemente da Alemanha e estão chegando ao Brasil. Inicialmente estamos levantando as possibilidades de transporte desses veículos em 03 destinos diferentes: a) Ponta Grossa-PR a Cascavel-PR; b) Ponta Grossa-PR a Paranaguá-PR; c) Ponta Grossa-PR a Três Barras-SC. As informações que necessitamos seriam no sentido de transporte de Carros de Combate de maneira geral, sendo os seguintes questionamentos:

CONSIDERAÇÕES SOBRE TRANSPORTE FLUVIAL DA VBC CC LEOPOARD

1. Vamos considerar que o transporte seria executado para a utilização da VBC na Área Operacional do Estado de Roraima, único lugar, na Amazônia Ocidental, passível de utilização de tal meio de combate.
2. As viaturas teriam que vir de SANTOS, PARANAGUÁ ou qualquer outro porto marítimo, via cabotagem até BELÉM, quando entrariam na foz do AMAZONAS e seguiriam destino até MANAUS.

3. O calado do rio AMAZONAS – SOLIMÕES comporta navios que levam cargas bastante pesadas. Não saberia precisar quais navios. Teríamos que fazer uma pesquisa. No entanto, não é o meio mais utilizado. O meio mais utilizado é a balsa, que leva desde minério, até produtos manufaturados, fabricados no Pólo Industrial de Manaus.

4. Caso não seja possível a entrada no rio AMAZONAS com o mesmo navio, teria que ser feito um transbordo para balsas, na cidade de BELÉM.

5. De Manaus à BOA VISTA, teríamos que ter pranchas para o transporte terrestre. Como colocar as pranchas em MANAUS? Também , talvez, teriam que ser transportadas via marítima e fluvial, nas mesmas condições das VBC.

6. O CECMA tem balsas para tal fim? Sim, no entanto, dependendo da quantidade, peso e volume, o assunto teria que ser estudado.

7. O CECMA tem balsas abertas e fechadas. No caso das VBC, teriam que ser utilizadas as balsas abertas que transportam cerca de 400 toneladas.

8. Em operações, tipo AJURICADA, TIMBÓ, etc, o CECMA transportou várias vtr 5 ton. Segue APÊNDICE Algumas fotos.

9. A empresa civil mais especializada no assunto é a BERTOLINI, que tem um site onde é possível extrair alguns tipos de embarcações que eles utilizam nos rios da Amazônia. As embarcações (balsas e empurradores) deles são gigantescas. Transportam desde material fabricado no Pólo Industrial de Manaus (TV, motos, DVD, relógios, computadores, etc) até minério de ferro e soja. São altamente especializados no assunto.

9. Principais problemas de transporte na Amazônia:

- Condições meteorológicas.

Sabemos da existência dos “banzeiros” (agitações ou ondas) que atrapalham muito a navegação e podem gerar problemas no transporte das VBC. Principalmente na questão da “amarração” das vtr, pois , caso não estejam bem ancoradas e bem dispostas na balsa, poderão ocasionar o afundamento.

- Segurança

Para que o transporte seja feito, precisamos de segurança aérea, fluvial e terrestre. Se não tivermos uma superioridade aérea, pelo menos na ocasião do transporte fluvial, não há como fazer o deslocamento. As balsas são lentas e alvo fácil de qq tipo de aeronave. Na balsa há que se pensar em uma proteção anti-aérea mínima, talvez IGLA ou coisa parecida. Também durante o deslocamento, há que se ter uma segurança nos rios, tipo um destacamento precursor e alguma segurança lateral, para evitar o ataque das margens.

- Embarque e Desembarque

Para o transporte fluvial, não há necessidade de guindastes, gruas ou coisas do tipo. Como as ações são desenvolvidas na barranca dos rios, basta ter rampas de acesso para a balsa e para o rio. As vtr entram rodando e são acomodadas nas balsas, também, pelos seus operadores. Quando eu comandava o CECMA, o Governo do Estado solicitou nossa rampa para o desembarque de 03 geradores destinados à usinas termoelétricas. Eram geradores gigantescos, que tivemos de remover parte do Corpo da Guarda e parte do canteiro central da Av dos Expedicionários para que a carreta passasse. Foi feita uma rampa concretada para reduzir o aclave e permitir menor esforço da carreta. Isso não seria o caso dos blindados. Acredito até que o ideal é que alguns blindados já viessem acoplados nas carretas que fariam o transporte terrestre até BOA VISTA.

10. Acredito que esses sejam os pontos relevantes que pude levantar lendo o trabalho que vc me apresentou.

11. Tenho alguns trabalhos publicados na Defesa Nacional e no PADECEME. Falam sobre Administração. Minha Dissertação foi sobre o assunto. Parte dela foi aplicada no CECMA durante meu comando e chegamos a ganhar o Prêmio Qualidade Amazonas, por sinal foi a 1ª OM do EB a fazê-lo. Se quiser ver, basta entrar no site da ECEME e procurar a Coleção Meira Mattos.

FOTOS





PRINCIPAIS ROTAS FLUVIAIS

ORIGEM: MANAUS

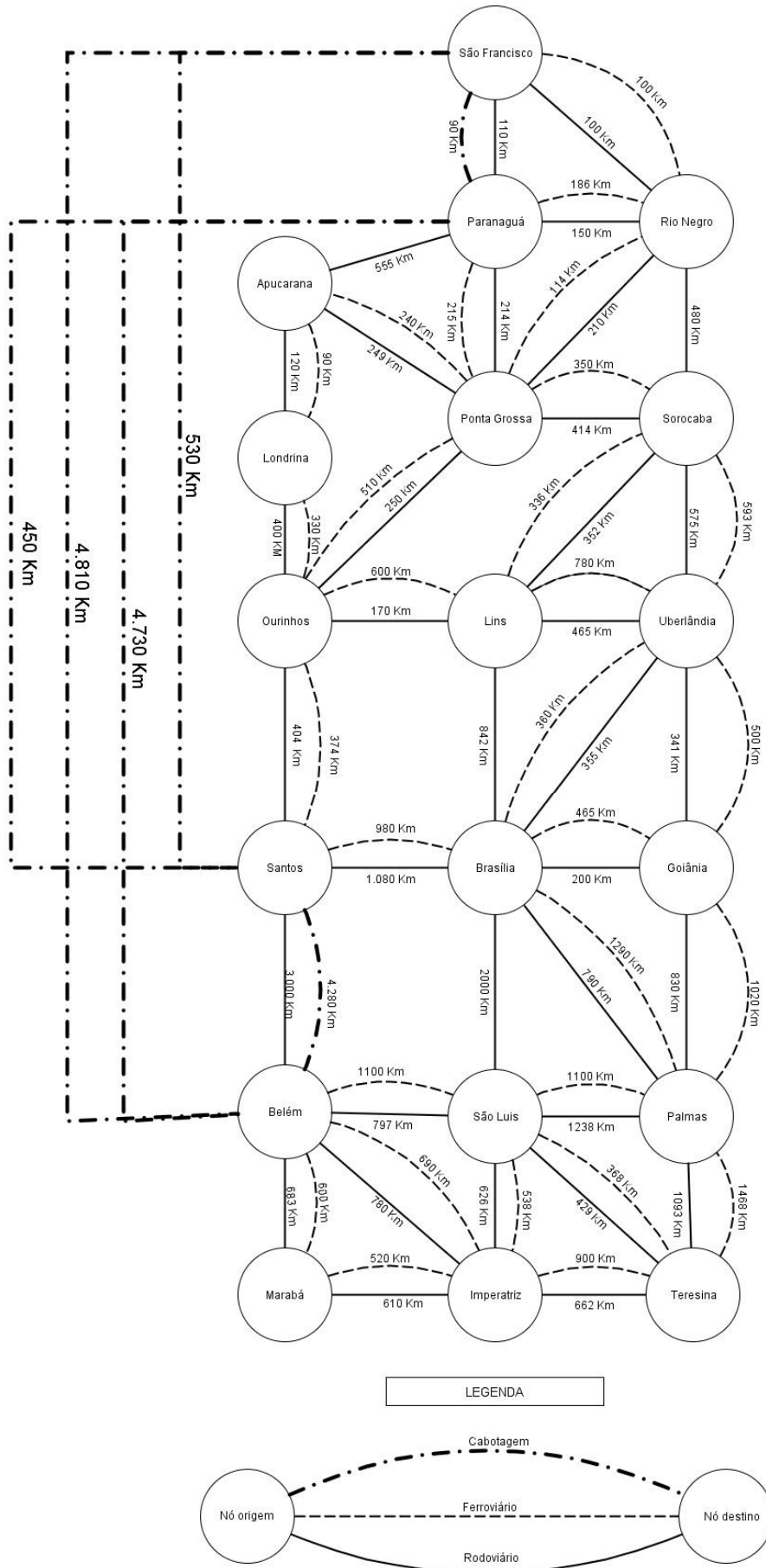
DESTINO	RIO(S)	DISTÂNCIA (km)	CONSUMO OD (l)	TEMPO DE PERCURSO (DIAS)	
				IDA	VOLTA
Porto Velho-RO	Amazonas / Madeira	1.346	16.800	13	8
Cruzeiro do Sul- AC	Solimões / Juruá	4.436	55.230	31	23
Tefé-AM	Solimões	663	7.140	5	3
Tabatinga-AM	Solimões	1.623	21.910	16	10
S. G. Cachoeira- AM	Negro	1.047	13.230	10	6
Vila Bittencourt	Solimões / Japurá	1.437	8.890	7	2
Belém-PA	Amazonas	1.713	21.420	10	16
Santarém-PA	Amazonas	758	9.520	4	7

APÊNDICE E – Tabela com distância entre cidades da rede de transporte

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Cidades		Modais	Ponta Grossa-PR	Apucarana-PR	Londrina-PR	Ourinhos-SP	Lins-SP	Uberlândia-MG	Goiânia-GO	Brasília-DF	Palmas-TO	São Luis-MA	Belém-PA	Marabá-PA	Imperatriz-MA	Teresina-PI	Rio Negro-PR	Paranaguá-PR	Sorocaba-SP	São Francisco do Sul-SC	Santos-SP	
1	Ponta Grossa-PR	R	0	249		250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	214	414	0	0	
		F	0	240	0	310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	215	350	0	0
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Apucarana-PR	R	249	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	555	0	0	0	
		F	240	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Londrina-PR	R	0	120	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		F	0	90	0	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Ourinhos-SP	R	250	0	400	0	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	404	
		F	310	0	330	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	374	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,08	
5	Lins-SP	R	0	0	0	170	0	465	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	352	0	0	
		F	0	0	0	600	0	780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	336	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Uberlândia-MG	R	0	0	0	0	465	0	341	0	0	0	0	0	0	0	0	0	575	0	0	
		F	0	0	0	0	780	0	230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	593	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	Goiânia-GO	R	0	0	0	0	0	341	0	200	830	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		F	0	0	0	0	0	230	0	463	1020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Brasília-DF	R	0	0	0	0	0	0	200	0	790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	980	
		F	0	0	0	0	0	0	463	0	1290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1080	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,6	
9	Palmas-TO	R	0	0	0	0	0	830	790	0	1238	0	0	0	1093	0	0	0	0	0	0	
		F	0	0	0	0	0	1020	1290	0	1100	0	0	0	1468	0	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	São Luis-MA	R	0	0	0	0	0	0	0	0	1238	0	797	0	626	429	0	0	0	0	0	
		F	0	0	0	0	0	0	0	0	1100	0	1100	0	338	368	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Belém-PA	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	797	0	683	780	0	0	0	0	0	3000	
		F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1100	0	600	690	0	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4730	0	4810	4280	
12	Marabá-PA	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	683	0	610	0	0	0	0	0	0	
		F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	0	320	0	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Imperatriz-MA	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	626	780	610	0	662	0	0	0	0	0	
		F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	338	690	320	0	900	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	Teresina-PI	R	0	0	0	0	0	0	0	1093	429	0	0	0	662	0	0	0	0	0	0	
		F	0	0	0	0	0	0	0	1468	368	0	0	0	900	0	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	Rio Negro-PR	R	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	480	100	0	
		F	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	0	100	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
16	Paranaguá-PR	R	214	555	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	110	0	
		F	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4730	0	0	0	0	0	0	90	450	
17	Sorocaba-SP	R	414	0	0	0	352	575	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0	
		F	350	0	0	0	336	593	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		H	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	São Francisco do Sul-SC	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	110	0	0	0		
		F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4810	0	0	0	90	0	0	530		
19	Santos-SP	R	0	0	0	404	0	0	0	980	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	
		F	0	0	0	374	0	0	0	1080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4280	0	0	0	450	0	530	0		

Legenda: R – Rodoviário; F – Ferroviário; H – hidroviário (cabotagem)

APÊNDICE F – Rede de transporte com distância entre os nós



APÊNDICE G – Tabela com tempo e custo das rotas da rede de transporte

ROTA	PENA (1 ou 0)	TEMPOS EM HORAS				CUSTOS EM REAIS			
		t_1	t_2	t_n	T	c_1	c_2	c_n	C
X1_2R		4,98	0	0	4,98	1.245,00	0	0	1.245,00
X1_2F		9,60	0	0	9,60	720,00	0	0	720,00
X1_4R		5,00	0	0	5,00	1.250,00	0	0	1.250,00
X1_4F		12,40	0	0	12,40	1.550,00	0	0	1.550,00
X1_15R		4,20	0	0	4,20	1.050,00	0	0	1.050,00
X1_15F		4,56	0	0	4,56	342,00	0	0	342,00
X1_16R		4,28	0	0	4,28	1.070,00	0	0	1.070,00
X1_16F		8,60	0	0	8,60	645,00	0	0	645,00
X1_17R		8,28	0	0	8,28	2.070,00	0	0	2.070,00
X1_17F		14,00	0	0	14,00	1.050,00	0	0	1.050,00
X2_3R		2,40	0	0	2,40	600,00	0	0	600,00
X2_3F		3,91	0	0	3,91	270,00	0	0	270,00
X2_16R		3,60	0	0	3,60	2.775,00	0	0	2.775,00
X3_4R		8,00	0	0	8,00	2.000,00	0	0	2.000,00
X3_4F		13,20	0	0	13,20	990,00	0	0	990,00
X4_5R		3,40	0	0	3,40	850,00	0	0	850,00
X4_5F		24,00	0	0	24,00	1.800,00	0	0	1.800,00
X5_6R		9,30	0	0	9,30	2.325,00	0	0	2.325,00
X5_6F		31,20	0	0	31,20	2.340,00	0	0	2.340,00
X6_7R		6,82	0	0	6,82	1.705,00	0	0	1.705,00
X6_7F		9,20	0	0	9,20	690,00	0	0	690,00
X7_8R		4,00	0	0	4,00	1.000,00	0	0	1.000,00
X7_8F		18,52	0	0	18,52	1.389,00	0	0	1.389,00
X7_9R		16,60	0	0	16,60	4.150,00	0	0	4.150,00
X7_9F		40,80	0	0	40,80	3.060,00	0	0	3.060,00
X8_9R		15,80	0	0	15,80	3.950,00	0	0	3.950,00
X8_9F		51,60	0	0	51,60	3.870,00	0	0	3.870,00
X9_10R		24,76	0	0	24,76	6.190,00	0	0	6.190,00
X9_10F		44,00	0	0	44,00	3.300,00	0	0	3.300,00
X9_14R		29,36	0	0	29,36	5.465,00	0	0	5.465,00
X9_14F		58,72	0	0	58,72	4.404,00	0	0	4.404,00
X10_11R		15,94	0	0	15,94	3.985,00	0	0	3.985,00
X10_11F		44,00	0	0	44,00	3.300,00	0	0	3.300,00
X10_13R		12,52	0	0	12,52	3.130,00	0	0	3.130,00
X10_13F		13,52	0	0	13,52	1.014,00	0	0	1.014,00
X10_14R		8,58	0	0	8,58	2.145,00	0	0	2.145,00
X10_14F		14,72	0	0	14,72	1.104,00	0	0	1.104,00
X11_12R		13,66	0	0	13,66	3.415,00	0	0	3.415,00
X11_12F		24,00	0	0	24,00	1.800,00	0	0	1.800,00
X11_13R		15,60	0	0	15,60	3.900,00	0	0	3.900,00
X11_13F		27,60	0	0	27,60	1.800,00	0	0	1.800,00
X12_13R		12,20	0	0	12,20	3.050,00	0	0	3.050,00
X12_13F		12,80	0	0	12,80	960,00	0	0	960,00
X13_14R		13,24	0	0	13,24	3.310,00	0	0	3.310,00
X13_14F		36,00	0	0	36,00	2.700,00	0	0	2.700,00
X15_16R		3,00	0	0	3,00	750,00	0	0	750,00
X15_16F		7,44	0	0	7,44	558,00	0	0	558,00
X15_17R		9,60	0	0	9,60	2.400,00	0	0	2.400,00
X15_18F		4,00	0	0	4,00	300,00	0	0	300,00
X15_18R		2,00	0	0	2,00	500,00	0	0	500,00
X16_18R		2,20	0	0	2,20	550,00	0	0	550,00
X16_18H		4,00	0	0	4,00	180,00	0	0	180,00
X17_5R		7,04	0	0	7,04	1.760,00	0	0	1.760,00
X17_5F		13,44	0	0	13,44	1.008,00	0	0	1.008,00
X17_6R		11,50	0	0	11,50	2.875,00	0	0	2.875,00
X17_6F		23,72	0	0	23,72	1.779,00	0	0	1.779,00
X18_11H		320,67	0	0	320,67	9.620,00	0	0	9.620,00
X18_19H		35,33	0	0	35,33	1.060,00	0	0	1.060,00
X19_4R		8,08	0	0	8,08	2.020,00	0	0	2.020,00
X19_4F		14,96	0	0	14,96	1.122,00	0	0	1.122,00
X19_8R		19,60	0	0	19,60	4.900,00	0	0	4.900,00
X19_8F		43,20	0	0	43,20	3.240,00	0	0	3.240,00
X19_11R		85,60	0	0	85,60	15.000,00	0	0	15.000,00