



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO TERRITORIAL

CONCEPÇÃO DE METODOLOGIA DE ANÁLISE ESPACIAL PARA SUPORTE À DECISÃO ESTRATÉGICA E MILITAR

Dissertação de Mestrado

Bernardo Costa Ferreira

Professor Orientador: Juan José Verdesio, Dr^o. – UnB, GEA, IH.

Brasília, agosto de 2007.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO TERRITORIAL
LINHA DE PESQUISA: GEOPROCESSAMENTO PARA GESTÃO TERRITORIAL

CONCEPÇÃO DE METODOLOGIA DE ANÁLISE ESPACIAL PARA SUPORTE À DECISÃO ESTRATÉGICA E MILITAR

Bernardo Costa Ferreira

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geografia. Departamento de Geografia. Instituto de Ciências Humanas. Universidade de Brasília.

Aprovado por:

Juan José Verdesio, Dr^o. – UnB, GEA, IH
(Orientador)

Roberto Arnaldo Trancoso Gomes, Dr^o. – UnB, GEA, IH
(Examinador Interno)

Severino Bezerra Cabral Filho, Dr^o. – Escola Superior de Guerra
(Examinador Externo)

Brasília, agosto de 2007.

[Ficha Catalográfica]

FERREIRA, Bernardo Costa

Concepção de Metodologia de Análise Espacial para Suporte à Decisão Estratégica e Militar. 133 p, 297 mm. (UnB–GEA–IH, Mestre, Geografia – Gestão Territorial, 2007).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. Defesa e Segurança | 4. Geoprocessamento |
| 2. Geografia e Geopolítica | 5. Análise Espacial |
| 3. Política, Estratégia e Poder | 6. Decisão Estratégica e Militar |
| I. UnB-GEA-IH | II. Título (série) |

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

Bernardo Costa Ferreira

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer à Adriana, minha companheira de todos os momentos, pela compreensão, apoio e carinho expressos no decorrer deste trabalho.

Ao meu orientador, Juan Verdesio, pela confiança, disposição, amizade e apoio ao tema desenvolvido, reconhecendo a importância dos estudos realizados para as Forças Armadas de nosso país.

Ao professor Eduardo Celso Gerbi Camargo, da Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, pelas orientações acerca da aplicação dos procedimentos geoestatísticos na modelagem aqui tratada e pelas conversas instigantes sobre a aplicação da *krigeagem*.

Ao General-de-Brigada Fernando Azevedo e Silva, Comandante da Brigada Pára-quedista do Exército, que à época dos trabalhos, sendo o Sub-Chefe do Gabinete do Comandante do Exército, propiciou a aproximação deste pesquisador para o acesso aos dados e informações relevantes.

Ao Major Tales Eduardo Areco Villela, Assessor de Ciência e Tecnologia do Gabinete do Comandante do Exército, pelo entendimento dos temas explorados e a atenção disposta para um melhor encaminhamento da pesquisa.

À Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, na pessoa do General-de-Divisão Carlos Paiva de Sá e do Subdiretor, Cel. Pedro Ronalt Vieira, pela atenção dispensada na aquisição de dados cartográficos.

Ao Estado-Maior de Defesa na pessoa do Vice-Chefe, o General-de-Divisão João Francisco Ferreira, pelo encaminhamento dado para estudo e análise de materiais daquela instituição.

Ao Chefe da Assessoria de Doutrina e Legislação do Estado-Maior de Defesa, Brigadeiro Rogério Ribeiro Machado, bem como aos senhores Tenente-Coronel Renato Gonçalves Leite e Capitão-de-Fragata Marcelo Santiago Villas-Bôas, pelas orientações no estudo e na compreensão dos manuais da instituição e suas diretivas.

Ao Major Luis Ricardo Assanti, da Sub-Chefia de Inteligência do Estado-Maior de Defesa, pelo apoio ao estudo realizado, pelas orientações acerca das possibilidades de aplicação dos modelos e a análise dos seus estudos de detecção por Radar na Amazônia.

Ao Coronel Pedro Borges, da Divisão de Imagem e Informações Geográficas do Comando de Operações Terrestres – COTER, pela disposição em discutir sobre a aplicabilidade das ferramentas propostas, bem como na aquisição de dados e informações da área de Sistemas de Informações Geográficas.

Agradeço especialmente ao Coronel Sérgio José Pereira, do Comando de Operações Terrestres – COTER – do Exército Brasileiro, pela co-orientação dedicada a este trabalho, que além de consistir-se em um elemento de grande ajuda, foi extremamente enriquecedor pelo aporte de conhecimento em todas as áreas, com suas preciosas observações acerca de elementos de interesse desta pesquisa e em questões de Defesa.

Finalmente, gostaria de agradecer com todo o apreço e admiração, ao General-de-Exército R/1 Werlon Coaracy de Roure, co-orientador deste trabalho, pela disposição em discutir e debater sobre os elementos concernentes a pesquisa, como também sobre todo e qualquer assunto, dispondo de sua grande envergadura cultural e humana, sua vontade de compartilha-lha e um senso de espírito como pouquíssimos hoje tem para lidar com todos os momentos da vida. Agradeço pela sua disposição e amizade que me auxiliaram em momentos importantes ocorridos no decorrer deste trabalho e muito me honra tê-lo como amigo, posto que és uma daquelas pessoas que nos enriquecem pelo simples fato de terem cruzado nossos caminhos.

Dedicatória

Aos meus pais,
Clemente Lobato Ferreira e
Maria de Lordes Costa Ferreira (*in memoriam*).

Dedico igualmente
a todos os brasileiros desta imensa nação,
principalmente das futuras gerações, para que encontrem um país melhor.

Resumo

A manutenção da Defesa e Segurança implica no uso de métodos e ferramentas que sirvam de suporte à tomada de decisões por todas as expressões do Poder Nacional, principalmente do Poder Militar, de uma nação, tendo em vista que necessita vislumbrar o desenvolvimento das ações dentro da linha do espaço e do tempo. Esta diretiva, porém implica na compilação de informações diversas e em períodos curtos de tempo, posto que os conflitos modernos ocorrem em velocidades cada vez maiores e com dinâmicas complexas.

O emprego de ferramentas de geoprocessamento se mostra como sendo de grande potencial já que possui enorme capacidade de manipulação e cruzamento de dados espaciais de diversas origens, bem como de informações não-espaciais, oriundas de outros meios, como a inteligência militar.

É elaborada neste trabalho uma proposição de uso de análise espacial em geoprocessamento para apoiar a identificação e fornecimento de diagnósticos de segurança em áreas de fronteira, buscando o desenvolvimento da detecção e previsão de ameaças e conflitos para antecipar o emprego das Forças Armadas, com análises apoiadas por uma base de dados georreferenciadas operado por um Sistema de Informações Geográficas, fazendo uso, em alguns casos, de um Simulador de Redes Neurais Artificiais para a geração das informações.

Abstract

The maintenance of the Defense and Security implies in the use of methods and tools that serve of support to the taking of decisions for all the expressions of the National Power, mainly of the Military Power, of a nation, in view of that it needs to inside glimpse the development of the actions of the line of the space and the time. This directive one however implies in the compilation of diverse information and short periods of time, rank that the modern conflicts occur in bigger speeds each time and with complex dynamic.

The job of geoprocessamento tools if shows as being of great potential since it possess enormous capacity of manipulation and crossing of space data of diverse origins, as well as of not-space, deriving information of other ways, as military intelligence.

A proposal of use of space analysis in geoprocessamento is elaborated in this work to support the identification and supply of diagnostic of security in border areas, being searched the development of the detention and forecast of threats and conflicts to anticipate the job of the Armed Forces, with analyses supported for a georeferenciaded database operated by a System of Geographic Information, making use, in some cases, of a Simulator of Artificial Neural Nets for the generation of the information.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS	13
LISTA DE SIGLAS	14
Capítulo 1	16
1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Defesa e Segurança em Geografia	18
1.2. Objetivos.....	21
1.2.1. Gerais.....	22
1.2.2. Específicos	23
1.3. Aspectos Metodológicos	23
1.4. Organização da Dissertação	24
Capítulo 2	26
2. Fundamentação Teórica	26
2.1. Política, Estratégia e Poder	26
2.2. O Poder Nacional	30
2.2.1. A Expressão Política	31
2.2.2. A Expressão Econômica	31
2.2.3. A Expressão Psicossocial	32
2.4.1. A Expressão Científico-Tecnológica	32
2.3. Fundamentos e Projeção do Poder Nacional e Defesa.....	32
2.4. A Expressão Militar	34
2.4.1. O Ministério da Defesa – MD	35
2.4.2. As Forças Armadas – FA	35
2.4.3. O Exército Brasileiro – EB.....	36
2.4.4. A Marinha do Brasil – MB	36
2.4.5. A Força Aérea Brasileira – FAB	36
2.5. O Comando e Controle	37
2.6. O Geoprocessamento e os Sistemas de Informações Geográficas.....	38
2.6.1. Banco de Dados Geográfico e Modelo de Dados	42
2.6.2. A Análise Espacial	44
2.4.5. Dependência Espacial	47
2.6.2.2. Autocorrelação Espacial	48
2.6.2.3. Inferência Estatística	48
2.6.2.4. Estacionariedade/Isotropia/Anisotropia.....	48
2.6.2.5. A Geoestatística	50
3.1. Redes Neurais Artificiais.....	54
Capítulo 3	57
3. Área de Estudo	57
3.1. Características do Meio Físico	58
3.1.1. Clima.....	59
3.1.2. Vegetação.....	60
3.1.2.1. Floresta Ombrófila Densa	61
3.1.2.2. Floresta Ombrófila Aberta	62
3.1.2.3. Floresta Estacional Semi-Decidual	62
3.1.2.4. Savana	62
3.1.2.5. Áreas de Formações Pioneiras.....	62
3.1.2.6. Áreas de Tensão Ecológica	63
3.1.2.7. Vegetação Lenhosa Oligotrófica dos Pântanos e das Acumulações Arenosas	63

3.1.2.8. Campos de Altitude	63
3.1.3. Geologia	64
3.1.3.1. Quaternário	64
3.1.3.2. Jurássico	64
3.1.3.3. Pleistoceno a Recente	65
3.1.3.4. Pleistoceno	65
3.1.3.5. Pré-Cambriano Superior	65
3.1.3.6. Pré-Cambriano Médio a Inferior	66
3.1.4. Geomorfologia	66
3.1.4.1. Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental	66
3.1.4.2. Planalto Sedimentar Roraima e Planalto do Interflúvio Amazonas-Orenoco	67
3.1.4.3. Planaltos Residuais de Roraima	67
3.1.4.4. Planalto Dissecado Norte da Amazônia	67
3.1.4.5. Pediplano Rio Branco-Rio Negro	68
3.1.4.6. Planície Amazônica	68
3.1.4.7. Planalto da Bacia Sedimentar do Amazonas	69
4.1. Pedologia	69
3.1.5.1. Podzol Hidromórfico	70
3.1.5.2. Latossolos	70
3.1.5.2.1. Latossolo-Amarelo	70
3.1.5.2.2. Latossolo-Vermelho-Amarelo	70
3.1.5.2.3. Latossolo-Vermelho-Escuro	71
3.1.5.2.4. Latossolo-Roxo	71
3.1.5.3. Gleissolos	71
3.1.5.4. Litossolos	71
3.1.5.5. Podzólicos	72
3.1.5.6. Aluviais	72
3.1.5.7. Arenoquartzosos Profundos	72
3.1.5.8. Lateríticos Hidromórficos	73
3.1.5.9. Planossolos	73
3.2. Características Gerais do Meio Social, Político e Econômico	73
3.2.1. Faixa Brasileira	74
3.2.2. Faixa Colombiana	78
3.2.3. Faixa Venezuelana	80
Capítulo 4	83
4. Análise Espacial e a Decisão Estratégica	83
4.1. Contextualização	84
4.i A Construção de Índices de Segurança e Indicadores de Ameaça e sua Representação por Meio de Análise Espacial	86
4.i.1. Indicadores de Segurança Aplicados no Nível Estratégico	87
4.i.2. Aplicação do Experimento no Cenário	92
4.i.3. O Uso de Redes Neurais na Análise Espacial	105
4.i.4. Considerações Finais	108
4.ii Análise Espacial Aplicado no Processo Decisório Militar	110
4.ii.1. Experimento para Detecção de Locais de Interesse	113
4.ii.2. Considerações Finais	123
5. Conclusões	125
5.1. Trabalhos Futuros	127
Bibliografia	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Exemplo de Planos de Informações em SIG.

Figura 02 – Ilustração do Satélite KH-4.

Figura 03 – À esquerda foto do U2, avião-espião. A direita uma das fotos dos mísseis em Cuba.

Figura 04 - Modelo conceitual de banco de dados geográficos.

Figura 05 – Mapa de Londres utilizado na pesquisa de John Snow.

Figura 05 – Mapa de Densidade da Violência.

Figura 07 – Distribuição de amostras de solo em Santa Catarina à esquerda e superfície contínua gerada sobre os pontos para verificação de locais com maior saturação de bases (em escuro).

Figura 08 – Mapa de Inclusão/Exclusão Social em São Paulo (1991) a esquerda. Mapa de zonas de Exclusão e Inclusão à direita.

Figura 09 - Semivariograma experimental idealizado e seus parâmetros utilizados na definição de um modelo teórico de ajuste.

Figura 10 - Área de estudo escolhida pela diversidade de variáveis estratégicas.

Figura 11 – Mapa do Clima da Amazônia Escala 1:5.000.000.

Figura 03 – Vegetação restituída das cartas RADAM 1:250.000.

Figura 13 – Categorias de Solos restituídos do RADAM 1:250.000.

Figura 14 – Exemplo de Aplicação do InSAR/SIVAM. Na primeira figura, à esquerda, a imagem original e na segunda a extração de corpos.

Figura 15 – Estação de controle em torre, estação de lançamento equipada em veículo terrestre, ilustração do SERAPH e foto em vôo de divulgação.

Figura 16 – Veículo equipado com mísseis ar-terra, estação de lançamento transportável, estação de controle em sala e foto de lançamento para divulgação.

Figura 17 – Imagens termais e de radar demonstrando o uso dos VANT's na detecção de ameaças. À esquerda elementos de um pelotão implantam armadilhas. À direita um equipamento transportável de lançamento de foguetes no momento do disparo.

Figura 18 – Localização das OM's, Pelotões de Fronteira, Faixa de Fronteira e *buffers*. Fonte: COTER. Geração dos *buffers* pelo próprio autor.

Figura 19 – Conjunto Amostral dos 246 centróides dos setores censitários rurais do IBGE que se localizam dentro da Faixa de Fronteira de 150 km.

Figura 20 – Superfície de semivariograma do Conjunto Amostral.

Figura 21 – Superfície de tendência contínua gerada a partir da krigagem ordinária.

Figura 22 – Superfície de tendência contínua gerada a partir da *krigeagem* ordinária e fatiada. Notar, em vermelho, as áreas que apresentaram os maiores índices.

Figura 23 – Superfície de densidade para a representação de ameaças militares localizadas, aqui entendidas como a atuação de guerrilha. Os elementos seriam facilmente detectáveis com o uso dos VANT's propostos.

Figura 24 – Superfície de tendência contínua gerada a partir da *krigeagem* ordinária e fatiada. Notar, em vermelho, as áreas que apresentaram os maiores índices. Nesta

modelagem foram consideradas o Fator Estrutural e a Variável de Intervenção na composição do índice.

Figura 25 – Superfície de tendência simulando um cenário após ações de dissuasão.

Figura 26 – Interface do Programa e Indicadores de Avaliação do Treinamento.

Figura 27 – Diagrama demonstrando o procedimento adotado para a aplicação de RNA.

Figura 28 – Representação gerada pela RNA. À esquerda podemos visualizar o modelo gerado com 1.000 ciclos que denotaram alguns erros. À direita o modelo gerado com 2.000 ciclos demonstrando um resultado excelente.

Figura 29 – Modelo Digital de Elevação SRTM. Observar a presença do relevo incidente sobre a área 03. Na área 04 existe igualdade de condições. Na área 02 o domínio do declive também vem do lado colombiano, apesar de não visualizável nesta escala, com maior suavidade que na área anterior.

Figura 30 – Terras Indígenas da área de estudo.

Figura 31 – Localização de Elementos de Ameaças – 1º momento

Figura 32 – Localização de Elementos de Ameaças – 2º momento

Figura 33 – Localização de Elementos de Ameaças – 3º momento

Figura 34 – Localização de Elementos de Ameaças por RNA – 4º momento

Figura 35 – Localização de Elementos de Ameaças por RNA – 5º momento

Figura 36 – Estrutura do Emprego Combinado de Forças segundo a Doutrina Militar de Defesa – MD51-M-04.

Figura 37 – Locais estimados pela seleção de polígonos maiores que 2.500m² de área extraídos automaticamente da Base de Dados do PRODES.

Figura 38 – Locais sem cobertura vegetal e com área acima de 2.500m² na imagem CBERS de 26/01/2007, Órbita-ponto 179/099. Notar a mancha gerada pela *krigeagem* para as ameaças. Os pontos mais interessantes para desembarque se localizam sobre os topos aplainados da serra, localizados em vermelho.

Figura 39 Locais sem cobertura vegetal e com área acima de 2.500m² CBERS de 15/02/2007, Órbita-ponto 181/098 e 181/099. Notar a mancha gerada pela *krigeagem* para as ameaças. Tendo como base a previsão indicada pela RNA podemos selecionar diversos pontos ao longo da área de interesse para fazer frente às forças adversas.

Figura 40 – Seqüência de quadros demonstrando o uso do modo caçar-destruir do SERAPH com emprego de RASURA, InSAR e Termal e indicação de uma tropa abaixo das árvores para fogo realizado pelo SKUA.

Figura 40 – Seqüência de quadros demonstrando o uso do modo caçar-destruir do SERAPH com emprego de RASURA, InSAR e Termal e indicação de uma tropa abaixo das árvores para fogo realizado pelo SKUA.

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

GRÁFICOS

Gráfico 01 – Níveis do Planejamento Estratégico do Estado-Maior de Defesa. Fonte: Ministério da Defesa, 2006.

Gráfico 02 – Fluxo da Informação no Comando e Controle. Fonte: Sistemática de Planejamento Estratégico Militar – SPEM – Ministério da Defesa, 2006.

Gráfico 03 – Análise da Distribuição do Conjunto Amostral dos 246 centróides dos setores censitários rurais do IBGE que se localizam dentro da Faixa de Fronteira de 150 km.

Gráfico 04 – Semivariograma experimental criado para o conjunto amostral.

Gráfico 05 – Resultado da Avaliação do treinamento.

TABELAS

Tabela 1 – O Poder Nacional, seus Fundamentos e Expressões – FONTE: ESG, 2006.

Tabela 2 – Sub-Indicadores da Fórmula e Variáveis.

Tabela 3 – Variáveis, Fontes e Critérios.

LISTA DE SIGLAS

ABIN – Agência Brasileira de Inteligência
AHIMTB – Academia de História Militar Terrestre do Brasil
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BDG – Banco de Dados Geográficos
C² – Comando e Controle
CAER - Companhia de Águas e Esgotos de Roraima
CC²FTER – Comando e Controle da Força Terrestre
CER – Companhia Energética de Roraima
CIA – *Central Intelligence Agency*
CODESAIMA – Companhia de Desenvolvimento de Roraima
COMGAR – Comando Geral do Ar
CON – Comando de Operações Navais
COTER – Comando de Operações Terrestres
CVG EDELCA – *CVG Electrificación del Caroní, C.A*
DANE – *Departamento Administrativo Nacional de Estadística del Colombia*
EB – Exército Brasileiro
ELN – *Ejército de Liberación Nacional de Colombia*
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMD – Estado-Maior de Defesa
ESG – Escola Superior de Guerra
EttaMiD – Estrutura Militar de Defesa
FA – Forças Armadas
FAB – Força Aérea Brasileira
FARC – *Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia*
FMI – Fundo Monetário Internacional
F TER – Força Terrestre
FUNAI – Fundação Nacional do Índio
GTAM – Grupo de Trabalho da Amazônia
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IC – Inteligência Computacional
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
INE – *Instituto Nacional de Estadística de Venezuela*
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil
MB – Marinha do Brasil

MEC – Ministério da Educação
MD – Ministério da Defesa
NASA – *National Aeronautics and Space Administration*
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONG – Organização Não-Governamental
ONP – Objetivos Nacionais Permanentes
PCN – Projeto Calha Norte
PDN – Política de Defesa Nacional
PDVSA – *Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima*
PIB – Produto Interno Bruto
PITCI – Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas e Inimigo
RASURA – *Radar de Surveillance Rapprochée*
RNA – Rede Neural Artificial
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SISMC² – Sistema Militar de Comando e Controle
SNNS – *Stuttgart Neural Net Simulator*
SPEM – Sistemática de Planejamento Estratégico Militar
SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus
USA – *United States of America*
VANT – Veículo Aéreo Não-Tripulado

Capítulo 1

1. Introdução

O Ministério da Defesa coordena as ações de Defesa Nacional por meio do Estado-Maior de Defesa – EMD – que, para a administração e resolução de conflitos, necessita de ferramentas que possibilitem a gestão de informações com vistas a possuir um ambiente integrado de tomada de decisões eficiente, fundamentado dentro da concepção do Sistema Militar de Comando e Controle – SISMC² – que fornece os recursos necessários para o funcionamento de a Estrutura Militar de Defesa – EttaMiD – nos quatro níveis de decisão existentes, quais sejam, o político, o estratégico, o operacional e o tático. A execução do Comando e Controle – C² – que é a atividade que permeia todas as outras as sincronizando, se baseia em uma concepção sistêmica com métodos e linguagem definidos e permite a manutenção da consciência situacional sobre o ambiente de emprego, permitindo a unidade de comando visto que os conflitos modernos não mais permitem o emprego de Forças Armadas em campanhas isoladas.

O Comando de Operações Terrestres do Exército Brasileiro – COTER – é um dos órgãos de direção setorial, que tem por missão orientar e coordenar o preparo e o emprego da Força Terrestre, em conformidade com as diretrizes do Comandante do Exército e do Estado-Maior do Exército, tal como o Centro de Comando e Controle da Força Terrestre – CC²FTER – que deve proporcionar ao Comandante do Exército e ao Comandante de Operações Terrestres os meios necessários de Comando e Controle, a fim de apoiar suas decisões em situações de normalidade ou de crise. Representa o comando operacional que coordena a execução do Poder Militar Terrestre, capacitado a atuar militarmente em terra e em certas áreas limitadas de águas interiores que sejam de interesse, bem como, em caráter limitado, no espaço aéreo sobrejacente (BRASIL, 2005), podendo adjudicar os meios aéreos e navais dos Poderes Aeroespacial e Naval, respectivamente compreendidos pelo Comando Geral do Ar – COMGAR – que deve preparar e empregar a Força Aérea, detendo os principais meios aéreos e responsabilizando-se pela execução das Ações Militares Aeroespaciais conforme as orientações do Comando da Aeronáutica e do Estado-Maior da

Aeronáutica; e o Comando de Operações Navais – CON – que deve planejar, preparar e empregar as Forças Navais, incluindo os meios marítimos e aeronavais, dentro das orientações e ordens do Comandante da Marinha e do Estado-Maior da Marinha.

Com vistas à obtenção do sucesso em uma operação de defesa, um comandante deve obedecer às normas que observamos no Capítulo 10º da IP 30-1 – A ATIVIDADE DE INTELIGÊNCIA MILITAR, onde está determinado que os escalões devam estar dotados de conhecimentos sobre a sua área de responsabilidade nos seus aspectos fisiográficos, políticos, econômicos e psicossociais, somados à completa identificação das ameaças que estejam aí presentes. Somam-se a isso o Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas e Inimigo (PITCI), que determina, dentro de um processo naturalmente contínuo, o estudo e análise de gráficos e cálculos superpostos a cartas topográficas, que permitem a um comandante a tomada de decisões, nas quais a velocidade e a surpresa são fundamentais.

Verifica-se, entretanto, a disponibilidade parcimoniosa de ferramentas e instrumentos que permitam uma análise eficiente por parte dos comandos militares, visto que as soluções existentes se dão por mérito de esforços pontuais que são de extrema relevância. Em vista disso, faz-se necessário a construção de um sistema, baseado em geoprocessamento que integre informações e possibilite a construção de análises diversas no nível de Comando e Controle, não apenas no aspecto do terreno e condições físicas, mas dentro de uma abordagem estratégica que considere níveis de análise e observação que envolva questões econômicas, sociais, culturais e políticas.

Para subsidiar a construção deste sistema, o presente trabalho se propõe a criar metodologia para diagnóstico de segurança em áreas de fronteiras que possuam grande potencial para a previsão de ameaças e conflitos. Tal metodologia permitirá o direcionamento das ações militares para a intervenção e manutenção das diretivas do ordenamento e do planejamento territorial, bem como fornecer instrumentos de análise para o apoio a gestão da segurança do país.

1.1. Defesa e Segurança em Geografia

Questões envolvendo Geografia, Defesa e Segurança estão presentes nas diretivas principais de todas as democracias ao redor do mundo, independentemente da posição geográfica ou dimensão de seus territórios, sendo tema inquestionável nas agendas de governo, variando apenas na forma como é dirigida (MYIAMOTO, 2005). Tal assertiva traz à luz da Geografia a reflexão das atividades militares que ocorrem dentro da dimensão territorial, materializando-se em ações que se movem no espaço e que partem, logicamente, de decisões pensadas sobre variáveis que envolvem atores diversos.

Para pensar Defesa e Segurança em Geografia é necessário remeter-se à **Geopolítica**, aqui definida por Costa (1992) como:

[...] a formulação de teorias e projetos de ação voltados às relações de poder entre os Estados e às estratégias de caráter geral para os territórios nacionais e estrangeiros. [...].

Sendo uma formulação em que pese à criação de teorias e projetos para o propósito assumido, pressupõe-se que isto deva ser desenvolvido em consonância com todas as esferas de poder e sociedade civil, posto que os perigos e ameaças hodiernos atinjam a todos dentro da nova competição global que se afirma, na qual se difunde facilmente mercadorias, tecnologias, informações e, também, riscos.

A Geopolítica, como está descrita adiante, opera dentro de uma linha de reflexão baseada em estratégias não estando restrita a casos de guerra, mas cotidianamente em fases de paz, com a coordenação de diversos meios para consolidar o estado de segurança. Não obstante devemos considerar que estes meios perpassam todas as áreas do conhecimento e atividades de um Estado-Nação, observando suas características sociais, culturais, econômicas, ambientais, políticas e militares, logo as ameaças podem atingir qualquer uma dessas camadas.

Para tanto é imprescindível observar, conhecer e pensar a realidade nos seus múltiplos conjuntos espaciais, ou seja, no universo geográfico que

abarca a forma de ver o mundo por meio de diversas áreas do conhecimento, como explicitado por Yves Lacoste (1989):

[...] O método que permite pensar eficazmente, estrategicamente, a complexidade do espaço terrestre é fundamentado, em grande parte, sobre a observação das intersecções e dos múltiplos conjuntos espaciais que se pode formar e isolar pela observação precisa de suas configurações cartográficas. Não se trata de intersecções de conjuntos teóricos, mas de conjuntos definidos, cada qual, não somente por seus elementos e por suas relações, mas também pelo traçado preciso de seus contornos cartográficos particulares. Cada um desses conjuntos não fornece mais do que um conhecimento extremamente parcial da realidade. De fato esses conjuntos espaciais são representações abstratas, objetos de conhecimento e ferramentas de conhecimento produzidos pelas diversas disciplinas científicas. Essas, no seu esforço de investigação da realidade, se adequam a uma espécie de divisão mais ou menos acadêmica do trabalho, cada uma delas privilegiando um modo de ver o mundo (a geologia, a climatologia, a biologia e, no que diz respeito às atividades humanas, a economia, a sociologia, a demografia, etc.) a ponto de traçar da realidade uma representação que negligencia todas as outras. [...].

No cenário exposto é de suma importância à criação de políticas que conduzam as Forças Armadas a níveis profissionais altamente qualificados e que façam uso de tecnologias avançadas, para aplicação nas diversas hipóteses de emprego, considerando o universo de conhecimento que precisa ser levantado, analisado e preparado, sem negligenciar nenhuma das “realidades” necessárias à leitura do todo.

A análise das atividades inerentes à Defesa e Segurança por meio de análise espacial, que possibilitar abarcar planos de informações de origens diversas, se dá dentro do escopo da Geopolítica, com sua natural inserção na Geografia, onde caberia a reflexão acerca das práticas territoriais do emprego de todas as expressões do Poder Nacional no gerenciamento de crises e

ameaças até o desdobramento de ações com preponderância militar, na dissuasão e, em último caso, na aplicação da **violência legítima** (FILHO, 2004). Tais reflexões são essenciais para a adoção de medidas desta natureza, mesmo porque no escopo desta ciência, na qual são observadas e estudadas as construções dos territórios dos estados-nações e a formulação dos objetivos necessários para o desenvolvimento e o progresso dos mesmos, deve estar consolidada a importância das **Políticas de Defesa** como meio imprescindível neste processo, mais ainda na sua manutenção.

Considerando os aspectos ora citados vislumbramos os cenários atuais no mundo que apontam para uma integração e uma interdependência maiores, embora não abandonemos a **concepção realista** pautada na **convivência conflitiva**, adotada neste trabalho, afinal o mundo diminuiu, mas as nações ainda não se aproximaram (KISSINGER APUD FILHO, 2004). A atual reflexão geopolítica entre as nações considera a criação das comunidades de segurança, porém jamais poderemos afirmar a total estabilidade de um vizinho, já que são os interesses e não as idéias que dominam diretamente as ações do homem (MORGENTHAU, 2003). Logo parte-se do pressuposto de que um vizinho pode um dia transformar-se em inimigo, havendo, portanto a necessidade de as fronteiras estarem permanentemente protegidas (MIYAMOTO, 2004). Podemos também trabalhar com a possibilidade de alguns Estados ou seus territórios, não obstante, grupos de natureza paramilitar, serem usados por interesses de outrem no emprego de ações dissimuladas para se atingir objetivos que, se revelados, poderiam criar grande impacto na opinião pública mundial.

Pensar a proteção das fronteiras e do território nacional implica materializar os movimentos que se consolidam considerando a espacialização e o tempo nas quais se formas as ameaças que colocam em jogo a segurança nacional. Refletir acerca das ameaças modernas, das quais a grande maioria se compõe em ilícitos transnacionais de natureza variada, é um exercício necessário e novo dentro da Geopolítica. Apesar da crescente preocupação em questões de segurança pública que inferem diretamente no desencadeamento das conseqüências das novas ameaças e que terminam por atrair a atenção da opinião pública, devemos estar atentos para os

cenários onde a estrutura que se alimenta destes ilícitos terminam por financiar ações e atividades que ferem a Defesa Nacional desestabilizando a condição estratégica de manutenção da segurança. Tais ameaças podem ser utilizadas como meio para o enfraquecimento ou a consolidação de uma situação ideal de forma a sujeitar determinadas áreas do território às operações de interesse de outras nações.

Destarte, é evidente que as fronteiras são incapazes de conter fenômenos que a tecnologia moderna impõe como verdadeiramente supranacionais (AMARAL APUD FILHO, 2004). Ainda assim a consolidação de uma ameaça, que se tornou um dano, perpassou, em algum momento, pela obtenção e conquista de uma área ou lugar, onde as relações de poder se confrontaram mediante as necessidades de manutenção de interesses dos diversos atores, se espacializando territorialmente¹.

O monitoramento e a vigilância sobre o território e suas potencialidades deve ser atividade constante de uma nação que se constitua como uma potência dentro da competição vigente no mundo. Para tanto é imprescindível aliar o estudo e acompanhamento dos fatores geopolíticos dentro das modernas plataformas de análise existentes e que façam uso de tecnologias apropriadas de forma a conceber meios para a reflexão dentro da Geografia das atividades militares referentes à Defesa e Segurança, conferindo uma maior flexibilidade no trato de ameaças tradicionais como também de novos perigos.

1.2. Objetivos

Esta dissertação desenvolve um método de análise espacial como suporte a decisão estratégica e operacional. Para tanto o enfoque do trabalho esta direcionado para aplicação dos modelos em um ambiente digital que abriga informações de uma dada área da região amazônica, analisando geograficamente esta área para subsidiar o emprego de ações de Defesa.

¹ Toda e qualquer ação dirigida que possa se tornar uma ameaça concreta ocorrerá fisicamente na superfície geográfica, tornando-se passível de ser mapeada e localizada. Como narrado por Tom Clancy em um dos seus romances, falando sobre o combate a terroristas: “...um rosto com uma localização ligada a ele valia bem mais que um rosto sem paradeiro”.

A dimensão territorial que engloba as atividades militares está diretamente relacionada a todas as camadas, aqui considerada como física, ambiental, política, econômica e psicossocial. Destaca-se, dentre todas, a propriamente militar, com a identificação das ameaças, sua distribuição e comportamento, considerando o seu tipo, movimentação em campo, nível de força e alcance.

Para isso consideramos estes elementos em um sistema de informações geográficas para visualização de situações, previsão de ataques, (seu tipo e alcance), planejamento de defesa, fundamentação do uso de artifícios diplomáticos, inteligência e contra-inteligência, buscando possibilitar a análise do universo destes dados e informações em consonância com a escala temporal dos acontecimentos.

Espera-se com essa dissertação ampliar a compreensão do uso e aplicação da análise espacial no processo decisório militar, possibilitando o aperfeiçoamento de ferramentas e a criação de metodologias que tenham por finalidade identificar, localizar e mensurar as ameaças possibilitando sua prevenção e, quando necessário, sua eliminação.

Tendo como base as prerrogativas acima expostas e o cenário explicitado, este trabalho apresenta os seguintes objetivos a seguir.

1.2.1. Gerais

- ✚ Demonstrar o uso da análise espacial no diagnóstico de segurança em áreas de fronteiras, voltado para a previsão de ameaças e conflitos no nível estratégico e operacional;
- ✚ Sintetizar as diversas variáveis que influenciam no diagnóstico da segurança nas áreas salientadas e enquadrar os atores associados a cada unidade territorial em uma visão integrada dos aspectos que influenciem na segurança nos níveis político e estratégico;
- ✚ Fornecer subsídios com vistas às ações militares no nível estratégico operacional para a intervenção, manutenção das diretivas do ordenamento e do planejamento territorial, com instrumentos de análise para o apoio a gestão da segurança,

focalizando, predominantemente, os aspectos relativos à constituição de ameaças pertinentes a área de estudo.

1.2.2. Específicos

- ✚ Desenvolver ferramenta em geoprocessamento integrando aspectos físicos, ambientais, socioeconômicos, psicossociais, político-territoriais e militares em BDG, criando simulações a partir de análise multicritério, com vistas à detecção de ameaças;
- ✚ Extrair variáveis e correlações que possibilitem projetar os impactos advindos da movimentação dos diversos atores presentes no espaço;
- ✚ Avaliar os impactos resultantes da implantação mencionada, objetivando o planejamento de uma movimentação eficiente na área de estudo;
- ✚ Permitir análise prévia para intervenção e movimentação ideal no espaço em comparação com a movimentação efetiva, a fim de que, mediante projeção, sejam identificadas as zonas em graus de ameaça na linha do tempo, simulando um Teatro de Operações, com ênfase na atuação da Força Terrestre, com as forças adjudicadas pelos Poderes Naval e Aeroespacial;
- ✚ Apresentar sugestões em termos de uso de equipamentos, formas de identificação e classificação dos atores envolvidos, com vistas à aplicação da política de defesa a partir da criação de indicadores de ameaça na forma de índices de segurança.

1.3. Aspectos Metodológicos

Este trabalho foi dotado de aspectos quantitativos e qualitativos, buscando a mensuração de eventos e fenômenos espacialmente determinados que, correlatos estatisticamente, indiquem as vulnerabilidades e áreas críticas para a consolidação da Defesa.

O trabalho ora apresentado possuiu um caráter exploratório, posto que envolveu, além de pesquisa tradicional, a observação e análise realizada sob orientação militar; a leitura e pesquisa bibliográfica, que estimularam a

compreensão do objeto; bem como a aplicação do modelo construído sobre uma situação provável.

Cabe ressaltar que um dos objetivos desta pesquisa, como dito anteriormente, foi a construção de uma metodologia para a construção de índices e indicadores que se apliquem à situação de Defesa em Faixa de Fronteira. Destarte deve ser considerado o ineditismo do tema em nível mundial, bem como as dificuldades na obtenção de dados e literatura especializada.

1.4. Organização da Dissertação

Para apresentar o desenvolvimento deste trabalho, a dissertação está organizada em quatro capítulos, dos quais no capítulo 2 é exposta a área de estudo e suas características; e no capítulo 3 as bases conceituais e teóricas que são necessárias à compreensão das análises e resultados contidos no capítulo 4. Abaixo está a estrutura dos capítulos seguintes.

No *Capítulo 2 – Fundamentação Teórica* – são expostos os fundamentos que dão sustentação teórica e metodológica ao trabalho, sendo aí apresentada as abordagens que direcionam o estudo nos âmbitos da Defesa e Segurança, Geopolítica, Análise Espacial e Redes Neurais.

No *Capítulo 3 – Área de Estudo* – é apresentada a faixa territorial que servirá como base geográfica para o desenvolvimento das situações para a observação e aplicação da análise espacial no processo decisório. O cenário é construído a partir de dados oriundos das instituições oficiais do governo brasileiro e refletem as características físicas, ambientais, socioeconômicas, psicossociais, cultural e políticas, posto que o desafio seja a análise de fatores que se apliquem àquela região, ficando restrita ao território brasileiro.

No *Capítulo 4 – Análise Espacial, Defesa e Segurança e a Decisão Militar* – trata do uso específico da Análise Espacial aplicado no monitoramento de situações e aquisição de índices de segurança e indicadores de ameaça, aqui colocado como uma tentativa de se alcançar métodos e resultados que denotem áreas mais sensíveis para a eclosão de futuros conflitos de forma a subsidiar uma antecipação e prevenção; bem como a aplicação de ferramentas de análise geográfica aplicadas no

processo decisório durante a ocorrência de um conflito. Este capítulo é dividido em duas partes que analisam a aplicação de técnicas distintas e apropriadas para cada fim:

- ✚ Seção I – *Análise Espacial Aplicada na Construção de Índices de Segurança e Indicadores de Ameaça* apresenta as tentativas de obtenção de níveis de segurança em forma de índices e indicadores graficamente sobre uma base geográfica para apoiar os processos de tomada de decisão no plano político e estratégico e;
- ✚ Seção II – *Análise Espacial Aplicada no Processo Decisório Militar* apresenta o uso de ferramentas em uma situação simulada para acompanhamento e aquisição de dados e informações georreferenciadas que auxiliem no processo de decisão militar.

No *Capítulo 5 – Conclusões e Trabalhos Futuros* são apresentados uma discussão sobre os resultados alcançados e as análises realizadas juntamente com a orientação de peritos militares sob a ótica militar, bem como sob a ótica da Geopolítica, demonstrando a aplicação do arcabouço utilizado aqui para a gestão do território aplicado as questões de Defesa e Segurança que é um esforço do autor deste trabalho no universo do pensamento geográfico nesta seara.

Capítulo 2

2. Fundamentação Teórica

Neste capítulo é apresentada a fundamentação que perpassa pelos níveis de conhecimento que dão sustentação teórica e metodológica ao trabalho, apresentando os conceitos necessários à compreensão dos métodos e análises contidos nos próximos capítulos nos âmbitos da Defesa, Segurança, Estratégia e Geopolítica. Por fim é descrito o emprego da Análise Espacial como um segmento do Geoprocessamento para o tratamento e análise de dados e geração de informações para o processo decisório militar.

2.1. Política, Estratégia e Poder

Considerando o quadro geopolítico atual, onde o Brasil aumenta sua presença internacional e investe na criação de eixos sul-americanos e em direção ao extremo oriente, passando pela África do Sul, é necessário notar os perigos e ameaças dentro da competição global, já que detêm grandes extensões de recursos naturais cobiçados, dos quais boa parte se encontra muito próximos das áreas de fronteira (CEL TIMÓTEO ET AL, 2003).

Nunca deve ser descartada a presença de atores diversos, como as comunidades indígenas, elementos ligados ao tráfico de drogas e armas, os ambientalistas e as organizações não-governamentais de interesses diversos e financiamento externo, que se relacionam intrínseca e freqüentemente com a abertura de novas fronteiras e empreendimentos de exploração dos recursos naturais aí presentes e de vital importância para a economia nacional.

Na medida em que o Brasil adentrar nesta arena competitiva, necessitará de maior **segurança**, principalmente nas áreas citadas, sob pena de atuar em estado de ingenuidade, conforme as palavras do General Meira Mattos (1999) citando Henry Kissinger², “... *falar em política sem respaldo de força é mero exercício de retórica*”.

² Henry Alfred Kissinger foi conselheiro para a política estrangeira de vários presidentes dos EUA, de Eisenhower a Gerald Ford, sendo o secretário de Estado, conselheiro político e confidante de Richard Nixon.

Dentro deste enfoque, torna-se necessário o emprego de sistemas que forneçam respostas em curto espaço de tempo, com informações espacializadas para a tomada de decisões, tendo por finalidade primaz a manutenção da segurança nacional.

Para fins de entendimento sobre a conceituação de segurança abordaremos três definições. A ONU define segurança como:

[...] a condição de proteção em que se considera que os Estados ou os indivíduos estejam expostos, em pequena medida, ao perigo de um ataque militar, penúrias econômicas, pressão política ou injustiças sociais. [...].

Notamos que a ONU enfatiza a necessidade de proteção voltada para os estados na medida em que estes forem afetados e suas populações sofrerem as conseqüências, refletindo uma preocupação preponderante sobre as camadas civis.

O Estado-Maior Combinado das Forças Armadas dos Estados Unidos define como:

[...] a situação que resulta da necessidade de se estabelecer e manter um sistema de medidas de proteção para garantir a viabilidade do processo normal de atividades de uma nação ou coalizão contra ações e influências hostis. [...].

Podemos perceber que esta definição de segurança preocupa-se com as atividades da nação. O termo utilizado engloba uma visão abrangente que perpassa pelo sentido da proteção dos meios, quaisquer que sejam, porém explicita a ênfase dada à manutenção dos poderes, sobretudo econômico, daquele país.

O Ministério da Defesa do Brasil define como:

[...] a condição que permite ao país a preservação da soberania e da integridade territorial, a realização dos seus interesses nacionais, livre de pressões e ameaças de qualquer natureza, e a garantia aos cidadãos do exercício dos direitos e deveres constitucionais. [...].

O sentido de segurança aqui exposto reflete uma preocupação ampla da manutenção dos interesses nacionais, prevendo a proteção da soberania, ligado intrinsecamente aos poderes econômico e científico-tecnológico, essenciais para a economia; como também a garantia dos direitos civis no que está previsto constitucionalmente.

Considerando as definições expostas podemos presumir que em todas elas a segurança, portanto, nasce da necessidade da existência real ou potencial de hostilidade e da possibilidade de um risco tomar uma forma concreta de ameaça, que efetivada, produz um **dano**. Logo se faz necessário a junção de ferramentas no sentido de detectar onde e como formam e se consolidam novas ameaças, especialmente determinadas, confluindo para a política e estratégia de segurança no Brasil, conforme a Política de Defesa Nacional.

A obtenção de um objetivo político exige o investimento de poder e este só será satisfatório se dispuser de uma boa **estratégia** (GEN DIV R/1 MEIRA MATTOS, 1999). Destarte, cabe ressaltar que, segundo Lidell Hart (1966), o objetivo da Grande Estratégia, entendido como estratégia nacional, consiste em coordenar e dirigir todos os recursos da nação para alcançar o objetivo político de guerra, fim definido pela política fundamental. Isto envolve toda a nação na construção do projeto de poder como um instrumento para a guerra. Já Collins (1973) cita que estratégia nacional é a arte e a ciência de empregar o poder nacional em todas as circunstâncias, para exercer tipos e graus desejados de controle sobre o oponente através de ameaças, pressões indiretas, diplomacia, subterfúgios e outros meios possíveis de imaginar, a fim de satisfazer os interesses e objetivos da Segurança Nacional. Desta forma, estratégia nacional é visto como um avanço sobre disputas entre Estados, não restrito a guerra, mas nos conflitos cotidianos e perenes, como descreve o General Golbery do Couto e Silva (1981) sobre a existência de uma Estratégia na cúpula de Segurança Nacional, a qual ele denomina como:

[...] a arte da competência exclusiva do governo e que coordena, dentro de um Conceito Estratégico fundamental, todas as atividades políticas, econômicas, psicossociais e militares que visam concorrentemente à consecução dos objetivos [...]

Logo se consubstanciam para a manutenção da unidade de segurança. Esta é a ordem vigente nos planejamentos estratégicos de inúmeros países, principalmente do mundo ocidental. É importante observar que nos dias hodiernos a composição de uma nova ameaça pode ter origem em combinações de eventos de caráter diverso, como, por exemplo, em manobras de massas ditas de representação da sociedade que terminam por influenciar na estabilidade da segurança; no esgotamento dos recursos produtivos, especialmente dos grãos; ou na repercussão de inverdades pela mídia sobre a produção agropecuária fora de padrões de qualidade, com vistas a aumentar o Nível de Risco econômico e conseqüentemente impactar os títulos nacionais de um país e seus níveis de investimentos.

As regras da estratégia nacional logo devem considerar também o emprego da força para coagir qualquer movimento que se constitua como uma ameaça quando as negociações ultrapassarem o tempo desejado ou não tiver atingido os resultados esperados, preparando e empregando os meios militares para a consecução e manutenção de objetivos da política nacional, consolidando a **estratégia militar**, definido no Manual de Campanha C-124-1 – ESTRATÉGIA – como [...] *a arte de preparar e aplicar os meios militares para a consecução de objetivos fixados pela política nacional.* [...]. Para a operabilidade deste objetivo é necessário o conhecimento associado com a velocidade e a transformação na linha do tempo, que se consolida como **Poder**. Segundo Brzezinski (1986) **conhecimento** somado à **velocidade de transformação** é igual a **Poder**.

O **Poder**, segundo o Pensamento Estratégico da Escola Superior de Guerra – ESG – se apresenta como uma conjugação interdependente de vontade e meios, voltada para o alcance de uma finalidade (ESG, 2004).

Deve então haver uma capacidade de trabalho com interoperabilidade de todas as expressões do Poder do Estado, bem como em todos os escalões militares para a consolidação do ambiente necessário para vislumbrarmos novas estratégias, que é uma necessidade indissociável das condições de competitividade do mundo atual, que exige novas posturas, respostas rápidas e tremendamente flexíveis, com estruturas capazes de administrar o conhecimento de forma prioritária e eficaz (CEL TIMÓTEO ET AL, 2003).

Destarte, os instrumentos de análise espacial dentro do geoprocessamento se tornam indispensáveis dentro do ambiente estratégico, se adequando ao que se propõe o Artigo III da IP-30-1 – PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO DE INTELIGÊNCIA, onde está definido que as operações sob encargos de companhias e de grupos de inteligência devem obter e buscar dados relativos à localização, organização, capacidade, efetivos e possibilidades das ameaças, ou seja, na visualização de pontos críticos que determinem o direcionamento de ações de acompanhamento e supressão, quando se fizer necessário. Esta produção deve possuir um caráter constante para o preparo das Forças Armadas em ações correntes ou futuras, quando a negociação no plano político exigir o emprego tanto na dissuasão como na efetivação de um conflito armado.

2.2. O Poder Nacional

Considerando a definição da Escola Superior de Guerra exposta anteriormente sobre Poder e que considera, sobretudo, o alcance das finalidades do Estado, é necessário que entendamos que estas são fundamentadas segundo os seguintes interesses e aspirações, em conformidade com os **Objetivos Nacionais**, sendo eles: a Democracia, a Integração Nacional, a Integridade do Patrimônio Nacional, a Paz Social, o Progresso e a Soberania. Os **Objetivos Nacionais** resultam da identificação de necessidades, interesses e aspirações que, em determinada fase de sua evolução histórico-cultural, a Nação busca satisfazer (ESG, 2006), exigindo, também, recursos materiais e propostas políticas aceitas e convalidadas pela sociedade, pois existe o custo-poder, o qual passa pelo sentido de cultura, última instância que legitima e realimenta o custo-Poder Nacional (IVAN, 2005).

O **Poder Nacional**, portanto, é a capacidade que tem o conjunto dos homens e dos meios que constituem a Nação, atuando em conformidade com a vontade nacional, de alcançar e manter os Objetivos Nacionais, manifestando-se em cinco expressões: a Política, a Econômica, a Psicossocial, a Científico-Tecnológica e a Militar. A seguir é apresentada uma explicação sucinta sobre cada expressão, deixando-se a de caráter Militar

para mais adiante após a explanação sobre a Projeção do Poder Nacional e Defesa.

2.2.1. A Expressão Política

É a manifestação de natureza preponderantemente política do Poder Nacional, que contribui para alcançar e manter os Objetivos Nacionais. É nela que se resolve a alocação coercitiva de valores (normas, parâmetros de decisão, decisões) considerados mais relevantes pelo Povo, podendo, para tanto, o Estado, como instituição da Nação, valer-se, legitimamente, da força de que dispõe.

O Estado o faz através do desempenho de três funções básicas: a normativa, a administrativa e a jurisdicional. Contudo, o Estado, embora constitua o centro do processo decisório nacional, não esgota a Expressão Política da Nação: participam do processo de integração e expressão da Vontade Nacional, outros componentes e interações que, conquanto se relacionem com a esfera estatal, a ela não pertencem.

Nas sociedades democráticas, se o Estado detém uma parcela importante do Poder, não o detém todo, estabelecendo-se um contrapeso necessário para assegurar-se um regime de liberdade (ESG, 2006).

2.2.2. A Expressão Econômica

É a manifestação de natureza preponderantemente econômica do Poder Nacional, que contribui para alcançar e manter os Objetivos Nacionais e sua característica fundamental consiste em acionar meios predominantemente econômicos, através dos qual o homem busca, não só satisfazer às necessidades vitais (alimentação, proteção e procriação), mas atender aos requisitos de bem-estar originados pelo evoluir constante da capacidade intelectual de que dispõe, tornando crescentes suas necessidades e, portanto, a demanda por consumo de bens e serviços. Sua manifestação se dá pelo uso dos Recursos Humanos, Recursos Naturais e Instituições Econômicas, aí englobando o Sistema Financeiro, o Mercado, as Empresas Públicas ou Privadas, o Consumo e a Moeda (ESG, 2006).

2.2.3. A Expressão Psicossocial

É a manifestação de natureza predominantemente psicológica e social do Poder Nacional que contribui para alcançar e manter os Objetivos Nacionais, abrangendo pessoas, ideais, utopias, instituições, normas, estruturas, grupos, comunidades, recursos e organizações, integrados num vasto complexo orientado para o alcance de objetivos sociais valiosos, situados no seu campo de interesse, ou além, que podem satisfazer às necessidades, interesses e aspirações da sociedade (ESG, 2006). Seus principais fatores se encontram principalmente: na cultura e nos padrões de comportamento; nos níveis de bem-estar; na dinâmica ecológica; e na dinâmica estrutural, aqui entendida como todas as formas de relacionamento entre grupos sociais das mais variadas dimensões, considerada sua sinergia, tanto do ponto de vista intragrupal, quanto intergruppal.

2.4.1. A Expressão Científico-Tecnológica

É representada pela manifestação nos setores da ciência e da tecnologia, englobando todas as atividades relacionadas à geração, disseminação e aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Compreende, essencialmente, os homens que atuam e meios que são utilizados naqueles setores, caracterizando a capacitação nacional em ciência e tecnologia (ESG, 2006).

A Expressão Científica e Tecnológica do Poder Nacional é a manifestação preponderantemente do desenvolvimento tecnológico em todas as suas esferas, bem como a geração de informações e dados que fortaleçam e contribuam para a geração de conhecimento científico voltada, sobretudo, para alcançar e manter os Objetivos Nacionais.

2.3. Fundamentos e Projeção do Poder Nacional e Defesa

Estas expressões se manifestarão nos fundamentos do Poder Nacional que vislumbram três elementos básicos da nacionalidade, sendo: o **Homem**, origem da própria sociedade e elemento indispensável ao seu desenvolvimento, que valoriza a Terra onde vive explorando com eficácia e equilíbrio os recursos que lhe são disponíveis. Para viver em melhores condições, institucionaliza a vida da sociedade; a **Terra**, compreendida no

sentido espacial e territorial limitado pelas fronteiras (terrestres, marítimas e aeroespaciais), ocorrendo nesta esfera a estabilização interna da sociedade e das forças que a integram, tornando-se mais sólidas, pelo interesse comum em mantê-la; e as **Instituições**, que constituem o complexo integrado por idéias, normas, padrões de comportamento e relações inter-humanas, organizado em torno de um interesse socialmente reconhecido (ESG, 2006). Portanto os fundamentos do Poder Nacional se manifestam em cada uma das suas expressões por meio das instituições estabelecidas, conforme a tabela 01.

PODER NACIONAL					
FUNDAMENTOS	EXPRESSÕES				
	POLÍTICA	ECONÔMICA	PSICOSSOCIAL	MILITAR	C & T
HOMEM	POVO	RECURSOS HUMANOS	PESSOA	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS HUMANOS
TERRA	TERRITÓRIO	RECURSOS NATURAIS	AMBIENTE	TERRITÓRIO	RECURSOS NATURAIS E MATERIAIS
INSTITUIÇÕES	INSTITUIÇÕES POLÍTICAS	INSTITUIÇÕES ECONÔMICAS	INSTITUIÇÕES SOCIAIS	INSTITUIÇÕES MILITARES	INSTITUIÇÕES C & T

Tabela 01 – O Poder Nacional, seus Fundamentos e Expressões – FONTE: ESG, 2006.

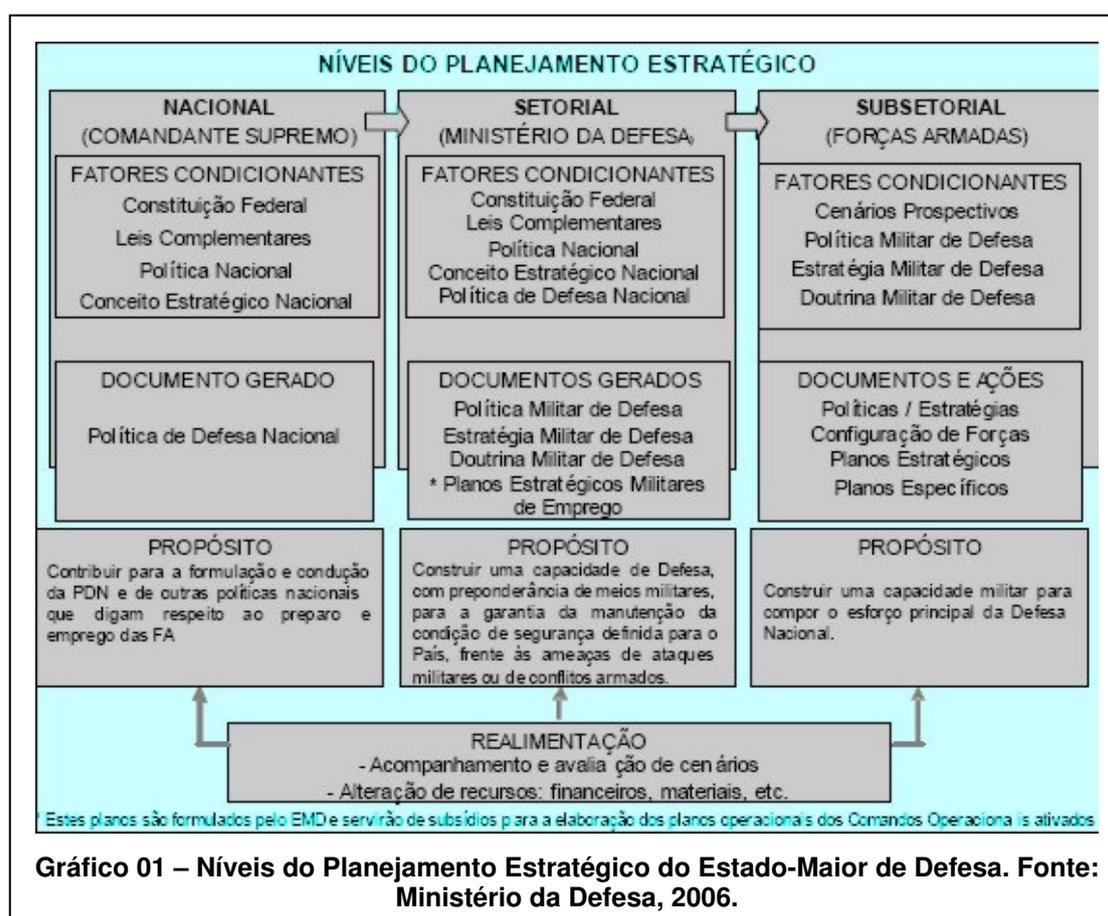
Devemos ter o perfeito entendimento de que o Poder Nacional possui sua projeção, constituído por três instrumentos, sendo eles o Poder Marítimo, o Poder Terrestre e o Poder Aeroespacial. Podemos entender a **Projeção do Poder Nacional** como a capacidade de uma nação aplicar todos ou alguns dos elementos do Poder Nacional rapidamente e efetivamente desdobrar e coordenar forças em múltiplas posições para responder a crises, contribuir para a dissuasão e realçar a estabilidade regional (USA, 2001).

Quando o Poder Nacional é aplicado efetivamente, através de ações visando a superar antagonismos, internos ou externos, que possam afetar o alcance dos objetivos ligados ao seu progresso, e, ou, a manutenção dos Objetivos Fundamentais, fica materializada a **Defesa Nacional**, que segundo a Escola Superior de Guerra (2006) é:

[...] o conjunto de atitudes, medidas e ações do Estado, com ênfase na Expressão Militar, para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais e manifestas [...].

Para tanto o Estado possui a Expressão Militar para emprego nas ações que podem se tornar ameaças, observadas e acompanhadas por meio da atividade de inteligência estratégica que é o exercício permanente de ações direcionadas à obtenção de dados e à avaliação de situações relativas a óbices que venham impedir ou dificultar a conquista ou a manutenção dos Objetivos Nacionais.

Consolidadas nos espaço e no tempo como óbices para os Objetivos Nacionais e estando em consonância com uma situação de Defesa Nacional são ativados os elementos gerenciados pelo Ministério da Defesa, seguindo o que consta nos planejamentos estratégicos (Gráfico 01) alimentados por meio das ações de inteligência, análise de informações e construção de cenários.



2.4. A Expressão Militar

A Expressão Militar do Poder Nacional é a manifestação de natureza preponderantemente militar, do conjunto dos homens e dos meios de que a nação possui, atuando em conformidade com a vontade nacional e sob

direção do Estado, contribuindo para alcançar e manter os objetivos nacionais, que são inegociáveis (BRASIL, 2007). A composição da expressão militar é formada pela Estrutura Militar, submetida à direção do Ministério da Defesa.

2.4.1. O Ministério da Defesa – MD

O Ministério da Defesa é o órgão do Governo Federal incumbido de exercer a direção superior das Forças Armadas. Uma de suas principais tarefas é o estabelecimento de políticas ligadas à Defesa e à Segurança do País, caso da Política de Defesa Nacional – PDN – atualizada em julho de 2005. Criado em 10 de junho de 1999, o MD é o principal articulador de ações relativas à Defesa, sendo o órgão da expressão militar do Poder Nacional.

2.4.2. As Forças Armadas – FA

O conjunto das Forças Armadas é o **instrumento operacional** da **Expressão Militar do Poder Nacional**, decorrendo suas missões das características institucionais definidas na Constituição Federal como:

“Artigo 142, Caput: As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem.”

A sua finalidade básica é assegurar a conquista e manutenção dos Objetivos Nacionais Permanentes (ONP), executando, segundo o Manual de Campanha C-100-5 – OPERAÇÕES – as missões de:

[...] dissuadir possíveis ameaças aos interesses vitais da Nação, respaldar as decisões políticas independente, na ordem internacional; e impor a vontade nacional, pela força, no quadro das hipóteses de emprego consideradas [...].

Devem, portanto, ter como objetivo último o interesse nacional, representado pela aplicação do poder nacional e a defesa da sua soberania (FILHO, 2004).

2.4.3. O Exército Brasileiro – EB

O Exército Brasileiro é o responsável pelo emprego do Poder Militar Terrestre, capacitado a atuar militarmente em terra e em certas áreas limitadas de águas interiores que sejam de interesse para as operações terrestres, bem como, em caráter limitado, no espaço aéreo sobrejacente (BRASIL, 2007).

Tem como seu instrumento principal a **Força Terrestre – F Ter** – que segundo o Manual de Campanha C-100-5 – OPERAÇÕES – inclui todos os seus elementos organizados, equipados e adestrados para o combate continuado próprio das operações em ambiente terrestre, no Teatro de Operações, podendo ser empregada nas operações conjuntas, combinadas, aliadas ou em qualquer das composições, tendo como sua **missão** principal vencer o combate terrestre.

2.4.4. A Marinha do Brasil – MB

A Marinha do Brasil é o responsável pelo emprego do Poder Militar Naval das Forças Armadas capacitada a atuar no mar, nas águas interiores e em certas áreas terrestres limitadas de interesse para as operações navais, incluindo o espaço aéreo sobrejacente. Deve ter capacidade para o cumprimento efetivo do controle das áreas marítimas, negarem o uso do mar ao inimigo, projetar poder sobre a terra e contribuir para a dissuasão; possuindo como principais características a mobilidade, a permanência, a flexibilidade e a versatilidade (BRASIL, 2007).

2.4.5. A Força Aérea Brasileira – FAB

A Força Aérea Brasileira é a responsável pelo emprego do Poder Militar Aeroespacial, capacitada para o cumprimento de operações aeroestratégicas, de defesa aeroespacial, aerotáticas e especiais, contribuindo para a dissuasão pela disponibilidade de pronta-defesa, projetando poder com velocidade a longas distâncias (BRASIL, 2007).

2.5. O Comando e Controle

Como colocado anteriormente todas as ações do MD ocorrem em um ambiente integrado observando as prerrogativas estabelecidas dentro da concepção do Sistema Militar de Comando e Controle – SISMC² – que fornece os recursos necessários para o funcionamento da Estrutura Militar de Defesa – EttaMiD – nos quatro níveis de decisão existentes, quais sejam, o político, o estratégico, o operacional e o tático.

O fluxo da informação no SISMC² ocorre nas direções verticais e horizontais, posto que obedece a uma estrutura hierárquica no qual a informação no nível horizontal ocorre em cada camada e na direção vertical ocorre entre os níveis. Quanto mais próximo do nível político as informações estarão mais condensadas e nos níveis táticos, extremamente pormenorizadas, posto a necessidade de conhecimentos detalhados para o deslocamento e ações militares, como visualizamos no Gráfico 02.



Logo, o Comando e Controle – C² – é a atividade que permeia todas as outras as sincronizando. Fundamenta-se em uma concepção sistêmica com métodos e linguagem definidos e permite a manutenção da consciência situacional sobre o ambiente de emprego para a correta tomada de decisão (BRASIL, 2007). Isto permite a unidade de comando, visto que os conflitos

modernos não mais permitem o emprego de Forças Armadas em campanhas isoladas, posto que observamos o uso crescente de ferramentas computacionais nos campos de batalha modernos, principalmente no trato, na integração e na criação de cenários estratégicos como na disponibilização destes dados em unidades de combate quase em tempo real.

O uso primordial é da compilação de dados e informações em ambientes computacionais para estudos espaciais em Sistemas de Informações Geográficas com vistas ao favorecimento da obtenção de indicadores que, por sua vez, fornecem elementos que permitem priorizar ações e compatibilizar a capacidade de suporte militar à gestão da defesa.

2.6. O Geoprocessamento e os Sistemas de Informações Geográficas

O termo Geoprocessamento denota o conjunto de conhecimentos que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Esta tecnologia influencia de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, planejamento e uso de transportes, telecomunicações, geração e distribuição energética, planejamento urbano e, principalmente, fins militares. É evidente que os estudos espaciais, de forma integrada, favorecem a obtenção de indicadores que, por sua vez, fornecem elementos que permitem priorizar ações e compatibilizar a capacidade de suporte militar, indispensável na gestão da defesa.

Algumas das tecnologias acessórias do geoprocessamento, assim denominadas por possibilitar a captação, armazenamento, manipulação e edição de dados, é a Topografia, a Cartografia, o Sensoriamento Remoto, a Análise Espacial, a Computação Gráfica, a Programação e as Tecnologias de Bancos de Dados.

As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, portanto, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Os Sistemas de Informação Geográfica – SIG³ é o conjunto de meios e ferramentas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. O que difere um SIG de outros tipos de Sistemas de Informação é a capacidade de realizar funções de análise espacial, para tanto deve armazenar a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre segundo uma projeção cartográfica (MEDEIROS, 1999).

Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados. O requisito de armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos representa uma necessidade básica para um SIG. Para cada objeto geográfico, o SIG necessita armazenar seus atributos e as várias representações gráficas associadas a ele (CÂMARA ET AL, 1999).

A abordagem aqui utiliza a definição de SIG empregada por Cowen (1988) que o descreve como:

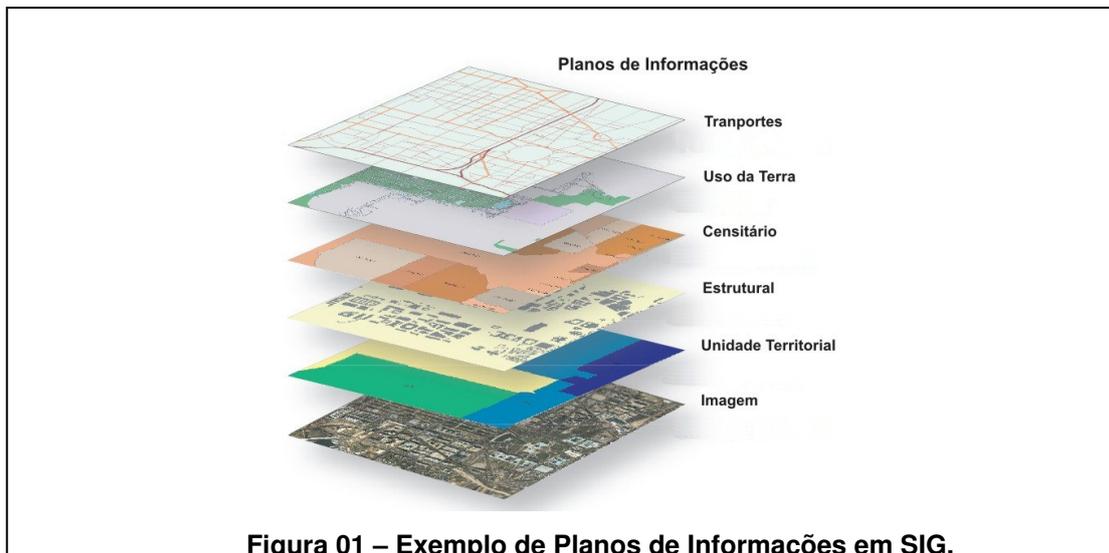
[...] um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas. [...].

Como também de Smith et al. (1987) que o define como:

[...] um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais. [...].

Na Figura 06 podemos observar as entidades espaciais representadas nos chamados Planos de Informação (PI). Um Plano de Informação é a interface entre o usuário e os geo-objetos ou geo-campos, com estes representando, graficamente, as formas, atributos e dimensões do que se deseja representar (Figura 01).

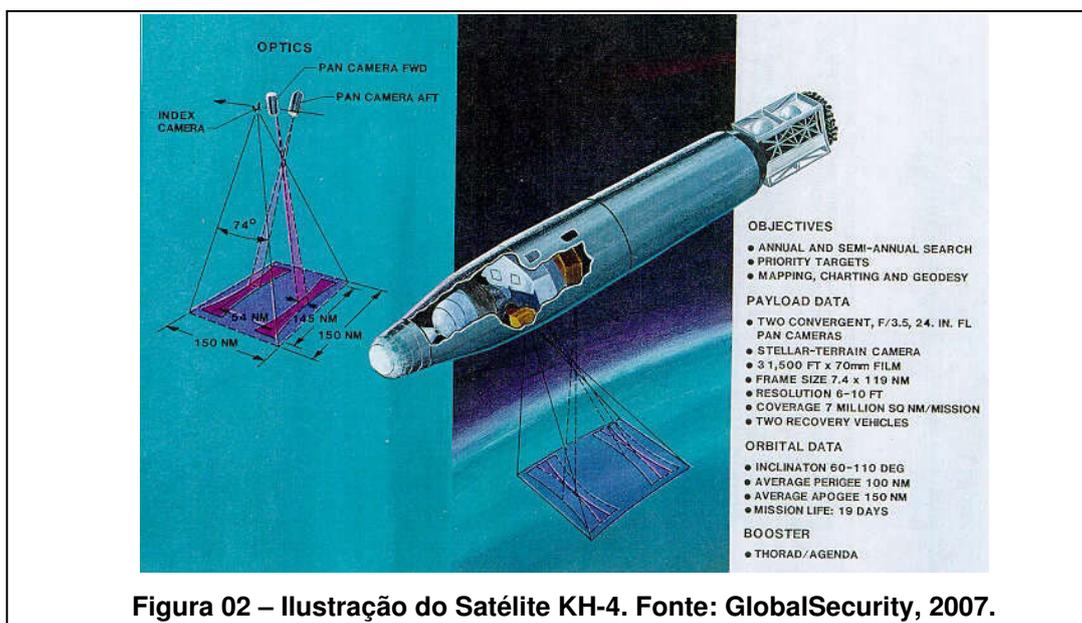
³ Do acrônimo em inglês GIS - *Geographic Information System*.



O surgimento do Geoprocessamento, nos moldes como o conhecemos hoje, remonta a 1955 nos Estados Unidos, voltado para a aplicação militar, sendo este meio na verdade, o berço do seu nascimento.

Neste ano foi iniciado oficialmente, pela USAF, o programa para o desenvolvimento de um avançado satélite de reconhecimento para possibilitar uma vigilância contínua de áreas pré-selecionadas da Terra, a fim de determinar o *status* da capacidade bélica de inimigos em potencial.

A USAF, apenas três anos após o início do programa, lançou o primeiro protótipo, fabricado pela Lockheed e enquadrado na categoria de *espião* (KH - *Key Hole*, Buraco da Fechadura na tradução direta), batizado de Corona KH-1, com impressionantes 7,5m de resolução espacial, sendo aperfeiçoado para 1,8m de resolução na sua última versão, o KH-4, lançado em 1971 (Figura 02).



Nestas categorias a cápsula retornava a Terra para ser recuperada e analisada digitalmente, o que ocorreu com alguns dos satélites até 1986, com o KH-9 *Big Bird* sendo o último a operar desta forma (GLOBAL SECURITY, 2007).

Em 1976 foram lançados os primeiros satélites-espiões com operação totalmente digital, desde a captura dos dados, gravação e envio. Isto ocorreu no âmbito do Projeto Gemini, com a criação dos satélites denominados de KH-11, *Crystal* e *Kennan*, que operaram até 1995, possuindo resolução espacial de 15 cm, sendo substituídos por uma nova linha das quais não se têm muitos detalhes. Desta nova tecnologia podemos citar o 8X EHIS - *Enhanced Imaging Spacecraft Concept*, com imageamento quase em tempo real; e o *Space Based Radar (SBR)*, com uma ousada operação de imageamento de radar constante e capacidade geoestacionária, aplicado nas operações de segurança nacional dos Estados Unidos. Embora a tecnologia americana orbital sempre tenha sido bem estruturada ainda houve os U2 *Kelly Johnson*, da Lockheed, aviões-espiões, que geraram as informações estratégicas de grande vulto durante a Guerra Fria, sendo de sua origem os dados principais que desencadearam a Crise dos Mísseis em 1962, um dos momentos de maior tensão do período (Figura 03). A ex-URSS também possuiu uma grande linhagem de sensores orbitais, com o Cosmos, o RORSAT (que já usava um radar alimentado por reatores nucleares), o Almaz, o Yantar e o Zenit (LIEUTENANT COLONEL MARK ERICKSON USAF, 2005).



Figura 03 – À esquerda foto do U2, avião-espião. A direita uma das fotos dos mísseis em Cuba. Fonte: National Agency of Security, 2007.

As imagens geradas pelos satélites americanos e aviões-espiões eram processadas por milhares de analistas de informações em busca de traços que pudessem indicar armamentos, operações militares, operações mercantis de vulto que partiam dos portos russos, etc. Sabe-se que já eram utilizados computadores em sistemas primários que consideravam o posicionamento geográfico para obter o comportamento espacial de alguns alvos, como a correlação entre a topografia e o posicionamento de baterias de artilharia antiaérea em aplicações militares, como também ocorrências pontuais de eventos para apoios a missões das unidades de inteligência estrangeira (LIEUTENANT COLONEL MARK ERICKSON USAF, 2005). Não podemos descartar os sistemas de posicionamento globais criados ainda na Guerra Fria – GPS (USA) e GLONASS (Ex-URSS). Atualmente sabe-se do uso avançado de dados capturados de sistemas de rádio-escuta como o *ECHELON* em cruzamento com softwares de interpretação e caça de palavras-chave como o *CARNIVORE* e o *ALTIVORE*, associados com uma poderosa rede de detecção georreferenciada dos locais de transmissão e recepção (NATIONAL SECURITY AGENCY, 2007).

Para tanto sempre foi e é necessário armazenar as informações de forma indexada digitalmente para que seja possível realizar os cruzamentos necessários, sendo essencial para isto o modelo de dados em um banco de dados geográficos.

2.6.1. Banco de Dados Geográfico e Modelo de Dados

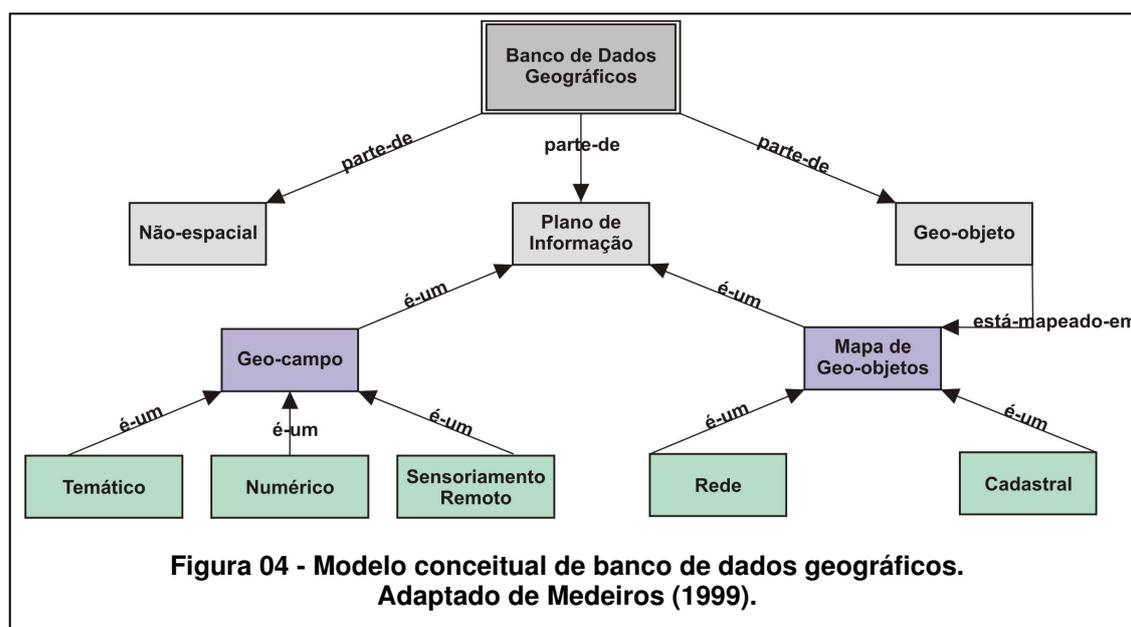
Um banco de dados geográficos (BDG) é o repositório de dados de um SIG, armazenando e recuperando dados geográficos em diferentes geometrias (imagens, vetores, grades) e as informações descritivas (atributos não-espaciais) armazenadas em tabelas, que seriam características qualitativas ou quantitativas das entidades e fenômenos geográficos.

O BDG associado a ferramentas computacionais é o que torna um SIG a única ferramenta capaz de subsidiar a execução de processos que aborde diversos aspectos em cruzamentos contínuos, como as características fisiográficas, políticas, econômicas, culturais e psicossociais associadas a identificação das ameaças em suas diversas naturezas e níveis. Devido a sua capacidade de manipulação e cruzamento de dados espaciais de diversas

origens, tais como imagens orbitais e aéreas de sensores óticos, de radar ou infravermelhos associados com dados coletados em campo por observação e cruzamento de informações sensíveis oriundas do trabalho de inteligência, torna-se a ferramenta mais adequada ao gerenciamento dos conflitos modernos dentro dos conceitos de C².

Possui, portanto, a capacidade de visualização destes dados, bem como de sua manipulação a partir e por meio de Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD) com modelos orientados a objetos, tendência amplamente utilizada para a representação de modelagem geográfica (DAVIS, 1999).

A associação a classes e subclasses estabelecendo correspondências hierárquicas através de relacionamentos entre as mesmas é a definição aqui utilizada. Denominada como modelo para orientação a objetos, pode se apresentar de duas formas: por generalização e especialização. Uma generalização é um relacionamento hierárquico entre classes de objetos. Assim posto, classes de níveis inferiores generalizam-se em classes superiores, estabelecendo um relacionamento do tipo “*is_a*” (**é-um**). Na especialização, também chamada de “*part_of*” (**parte-de**), um objeto agregado é feito de objetos componentes (MEDEIROS, 1999). A figura 04 apresenta um esquema conceitual de modelo de dados geográficos segundo as regras expostas acima.



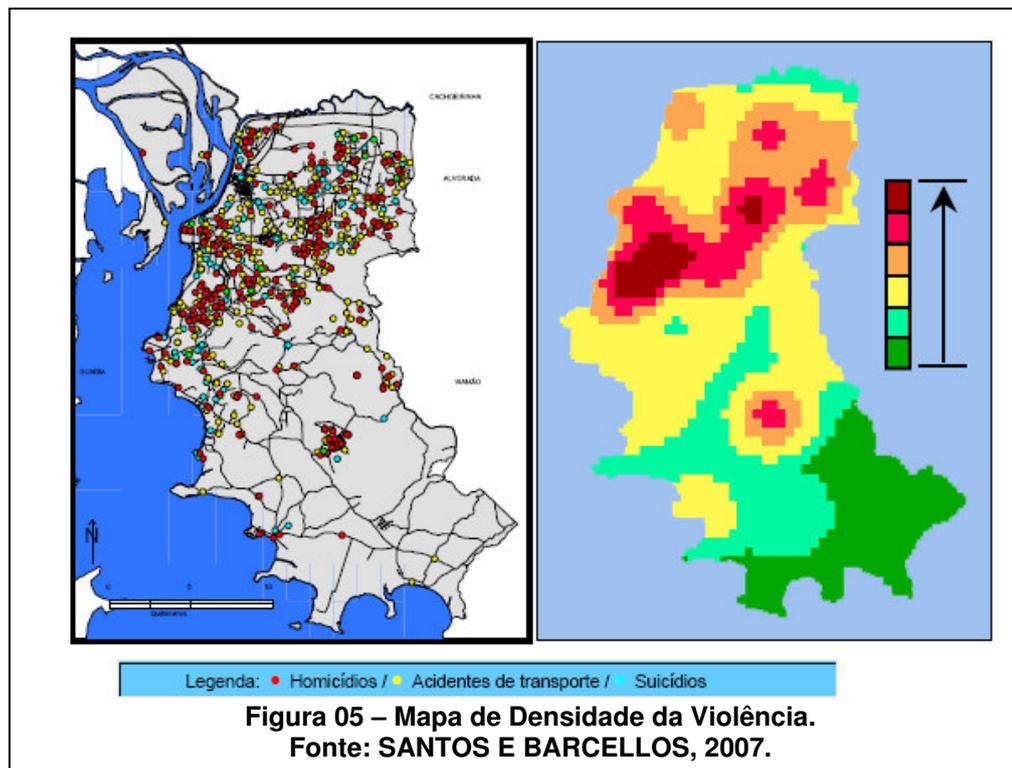
Nos dias hodiernos a análise espacial está correlata às ciências estatísticas, por meio da geoestatística, sendo empregada nas mais diversas áreas, desde as ciências naturais e socioeconômicas, como também nas ações empresariais, apoiando a localização de áreas de interesse de grandes lojas, para o estabelecimento de pontos de convergência; além de empresas de marketing, para posicionamento de *outdoors* orientados pelo moderno *neuromarketing*.

O emprego em fins militares é bem mais antigo, com seu uso pelos gregos e egípcios no mapeamento de tendências por meio de observadores, que identificavam a provável localização de inimigos pela intensificação de constatações de presença e direções colocadas em mapas.

A caracterização de problemas em análise espacial é etapa obrigatória para se determinar quais os tipos de dados e de soluções poderão ser empregadas de forma mais eficiente, buscando o detalhamento efetivo do fenômeno nas escalas e dimensões compatíveis com os objetivos. Para tanto se faz necessários ter um levantamento exploratório do que se deseja analisar, posto que a aquisição dos dados e sua configuração no território podem incorrer na geração de um modelo mais ou menos adequado ao que se deseja.

Podemos considerar segundo Câmara et al. (2004). Os seguintes tipos de dados utilizados para a geração de mapas de análise espacial:

- ✚ **Padrões Pontuais e Eventos** – Usados na detecção das ocorrências pela simples localização de pontos em um mapa, o que possibilita observar a densidade do evento, como a densidade da violência na cidade de Porto Alegre, considerando pontualmente o local da ocorrência de homicídios, suicídios e acidentes de trânsito (Figura 06);




Superfícies Contínuas – Voltados para estimar um conjunto de amostras, regularmente distribuídas ou não. É intensamente utilizada na área de recursos naturais e meio ambiente (Figura 07), posto que torne possível observar a tendência de determinado fenômeno. Já é utilizado em alguns modelos para detecção de riscos e interesses mercadológicos, como a tendência de fluxo de movimento para colocação de shoppings e lojas ou na percepção de locais de convergência de fluxos de apoio para logística.

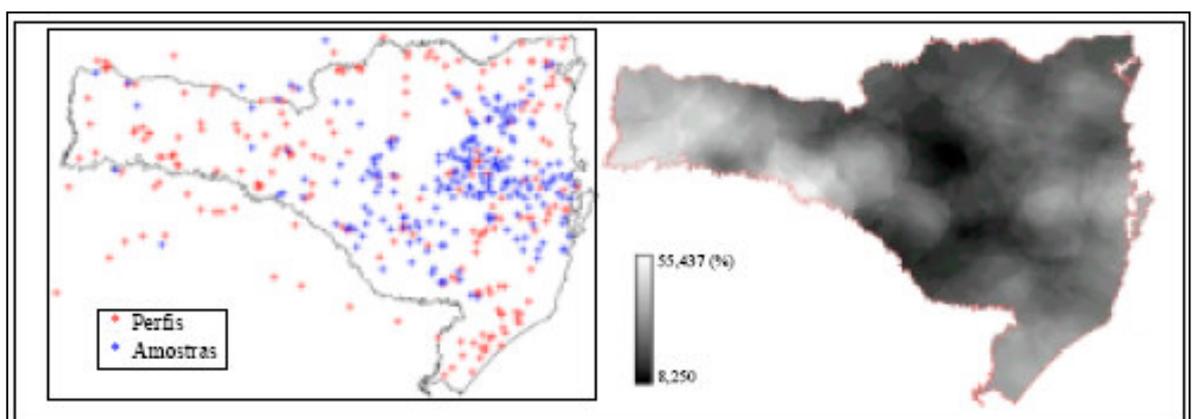
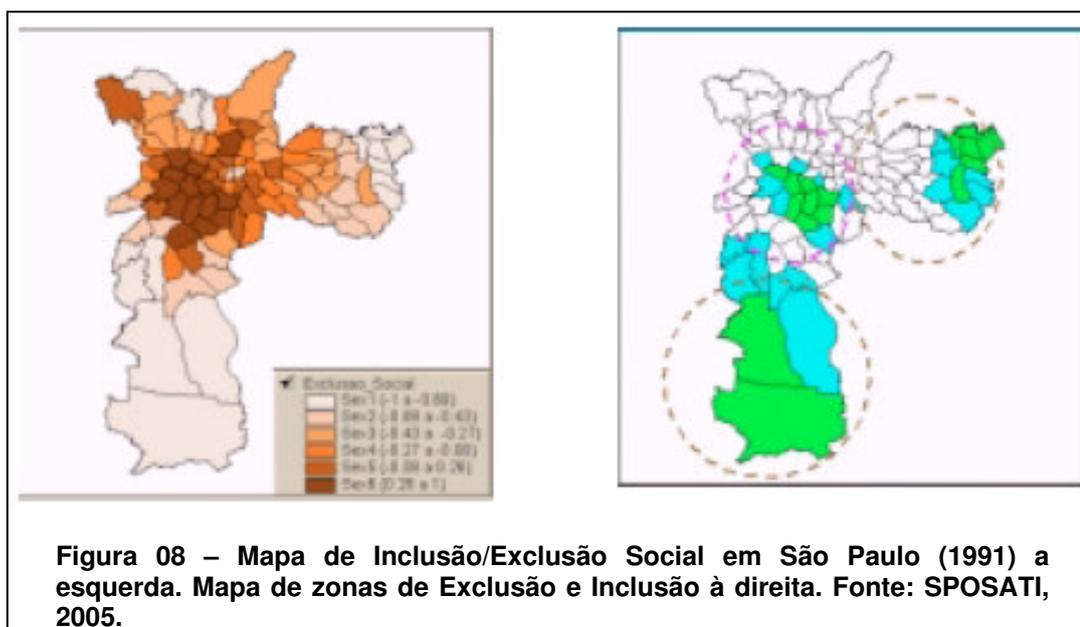


Figura 07 – Distribuição de amostras de solo em Santa Catarina à esquerda e superfície contínua gerada sobre os pontos para verificação de locais com maior saturação de bases (em escuro). Fonte: BÖNISH, 2007.

- ✚ **Áreas de Contagens e Taxas Agregadas** – Empregados na análise de dados associados a levantamentos populacionais e censos, sendo agregados em unidades de análise, como setores censitários ou municípios (Figura 08), sempre com polígonos fechados. Também é considerado em avaliações de defesa e equilíbrios de forças estratégicas.



Em todas as formas de trabalho que envolva o emprego da análise espacial podemos perceber a existência de conceitos básicos que norteiam todas as diretrizes, dando compreensão no estudo dirigido. Estes conceitos-chave são: a dependência espacial, a autocorrelação espacial, a inferência estatística para dados espaciais e estacionariedade/isotropia/anisotropia.

2.4.5. Dependência Espacial

Todos os fenômenos estudados em qualquer área do conhecimento, sejam nas ciências naturais ou humanas, apresentam relação entre os seus eventos que depende da distância, estando diretamente ligado ao que Tobler (1979) denominou de primeira lei da Geografia:

[...] todos os objetos relacionados no espaço são parecidos, porém objetos mais próximos se parecem mais do que objetos mais distantes. [...].

Fica evidente que a dependência espacial ocorre em todas as direções, porém enfraquece ou fortalece-se dependendo do vetor analisado e das condições nas quais ocorre.

2.6.2.2. Autocorrelação Espacial

É segundo Câmara et al. (2004), a expressão computacional do conceito de dependência espacial, sendo assim denominada para indicar que a medida de correlação é realizada em toda a área de estudo, baseando-se na idéia principal de verificar como varia a dependência.

Quando atinge valores significativos indica que o nível de independência das amostras é inválido para a inferência estatística e deve levar o espaço em conta a formulação do espaço. De qualquer forma, os valores obtidos sempre devem ser comparados com os valores que seriam produzidos no caso de não haver associação espacial entre as variáveis.

2.6.2.3. Inferência Estatística

A forma mais adequada de se trabalhar com dados espaciais é considerar os mesmos dentro de um processo que leve em conta o conjunto de variáveis aleatórias no qual estão compostos, associados comumente à linha do tempo, que podemos denominar de processo estocástico.

Segundo Terceiro (2005) um processo estocástico é um conjunto de variáveis aleatórias, onde um índice o percorre, sendo comum, mas não necessário que esse índice represente o tempo.

Faz-se necessário no seu emprego a determinação por meio de hipóteses sobre sua estabilidade, supondo que ele seja estacionário, isotrópico ou anisotrópico.

2.6.2.4. Estacionariedade/Isotropia/Anisotropia

Os processos estatísticos que definem a estrutura espacial relacionam-se aos momentos de primeira ordem (valor esperado da média do processo no espaço), ou segunda ordem (existência de co-variância entre áreas ou pontos). O conceito elaborado a partir deste estudo é a estacionariedade, que pode ser definido como um processo nos quais os efeitos de primeira e

segunda ordem é constante em toda a área de estudo (CÂMARA ET AL., 2004).

A Isotropia ocorre, quando além da estacionariedade, a covariância depender somente das distâncias e não das direções. Quando a estrutura da covariância variar, além da distância, simultaneamente em função das direções, ela será anisotrópica.

Neste trabalho abordaremos dois modelos inferenciais básicos, determinados a partir do tipo de fenômeno espacial que se pretende estudar, partindo da premissa de que os fenômenos espaciais se classificam em contínuos ou discretos. Segundo Camargo (2002), podemos defini-los da seguinte forma:

- ✚ **Modelo Inferencial de Variação Discreta** – O espaço contém entidades do mundo real representados por Geo-objetos, ou seja, em polígonos que agregam os fenômenos por unidade territorial, sejam municípios, bairros ou setores censitários, logo não dispendo da localização exata do evento. O objetivo é a modelagem o padrão da ocorrência espacial por áreas.
- ✚ **Modelo Inferencial de Variação Contínua** – A informação está presente em todas as posições, representada por Geo-campos, considerando um processo estocástico nos quais os valores podem ser conhecidos em todos os pontos das áreas de estudo. Podem-se estimar este processo de forma completamente não-paramétrica ou a partir de estimadores de *krigeagem*, ambos inseridos na geoestatística. A *krigeagem*, como exposto adiante, compõe a superfície através de estimativas pontuais ótimas, não sendo tendenciosos e minimizando os erros inferenciais; a simulação objetiva não paramétrica reproduz a variabilidade espacial da superfície através de possíveis representações globais do modelo de função aleatória.

2.6.2.5. A Geoestatística

A maior parte dos dados coletados no território brasileiro por parte dos organismos oficiais do seu Estado, tais como o IBGE, IBAMA, FUNAI, por exemplo, compreende a geodados, logo estão associado a unidades de área, o que termina por implicar em alguns problemas na representação de eventos e fenômenos, posto que muitos deles extrapolem os limites de zoneamento administrativo.

Os dados relativos à Segurança e Defesa, especialmente no nível estratégico, possuem um comportamento de distribuição contínua na densidade de suas variáveis, tais como indicadores de ameaças ou a presença de atividades consideradas hostis em dada parcela do território. Na verdade podemos tomar como premissa o fato de que é propriedade natural de qualquer fenômeno espacial ser contínuo e um dos modelos inferenciais propostos para este tipo de finalidade é a *krigeagem*, que, como explicado anteriormente, é um dos métodos de interpolação geoestatística desenvolvido em análise espacial. Este termo é derivado do nome de Daniel G. Krige, que foi o pioneiro em introduzir o uso de médias móveis para evitar a superestimação sistemática de reservas em mineração (DELFINER E DELHOMME APUD CAMARGO, 2002).

Parte-se do princípio que na Geoestatística os valores dos atributos são representados como superfícies estocásticas ou campos aleatórios modelados de forma que suas funções são capazes de considerar a incerteza dos valores alcançados, onde dentro de uma região **A** da superfície terrestre, para cada posição $\mathbf{u} \in \mathbf{A}$, o valor do atributo $\mathbf{z}(\mathbf{u})$ é modelado como uma variável aleatória $\mathbf{Z}(\mathbf{u})$ (FELGUEIRAS, 1999).

A variação espacial de uma variável regionalizada pode ser expressa pela soma de três componentes: a) uma componente estrutural, associada a um valor médio constante ou a uma tendência constante; b) uma componente aleatória, espacialmente correlacionada; e c) um ruído aleatório ou erro residual (BURROUGH, 1987). Se \mathbf{x} representa uma posição em uma, duas ou três dimensões, então o valor da variável \mathbf{Z} , em \mathbf{x} , é segundo Burrough (1987):

$$Z(\mathbf{x}) = \mathbf{m}(\mathbf{x}) + \varepsilon'(\mathbf{x}) + \varepsilon''$$

No qual:

- ✚ $\mathbf{m}(\mathbf{x})$ é uma função determinística que descreve a componente estrutural de \mathbf{Z} em \mathbf{x} ;
- ✚ $\varepsilon'(\mathbf{x})$ é um termo estocástico, que varia localmente e depende espacialmente de $\mathbf{m}(\mathbf{x})$;
- ✚ ε'' é um ruído aleatório não correlacionado, com distribuição normal com **média zero** e variância σ^2 .

Logo temos dois enfoques para representar a distribuição das variáveis:

- ✚ **A Representação Paramétrica** – onde o modelo de distribuição obedeça a um conjunto limitado por parâmetros;
- ✚ **A Representação Não-paramétrica** – onde o modelo não possui nenhum parâmetro na distribuição das variáveis.

Para tanto podemos fazer uso de dois métodos. Um paramétrico, denominado como *Krigeagem Ordinária* e um não-paramétrico, denominado de *Krigeagem Ordinária por Indicação*. Neste trabalho fez-se uso do primeiro, tendo em vista que parte-se do pressuposto de que não há variação significativa dos fenômenos ligados ao estudo dentro da escala estabelecida, posto que as unidades utilizadas é a dos setores censitários rurais do IBGE⁴.

2.6.2.5.1. Krigeagem Ordinária

Este método não considera a variação significativa no fenômeno modelado em larga escala, assim supõe-se que deva haver estacionariedade de segunda ordem e que a média de um atributo é constante e não depende da localização dentro de uma região de interesse. Logo admitimos que nossa componente determinística $\mathbf{m}(\mathbf{x})$ é constante. Então, segundo Camargo (2002), $\mathbf{m}(\mathbf{x})$ é igual ao valor esperado da variável aleatória \mathbf{Z} na posição \mathbf{x} , e a diferença média entre os valores observados em, \mathbf{x} e $\mathbf{x}+\mathbf{h}$, separados por um vetor de distância \mathbf{h} (módulo e direção) é nula.

⁴ Disponível em http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est.

$$E[Z(x)-Z(x+h)]=0 \text{ ou } E[Z(x)] = E[Z(x+h)] = m(x) = m$$

Segundo Camargo (2002), devemos admitir, a partir deste arcabouço, a estacionariedade da covariância – entre dois pares quaisquer $Z(x)$ e $Z(x+h)$ – separados por um vetor distância h , existem e dependem somente de h . Logo:

$$C(h) = \text{Cov}[Z(x), Z(x+h)] = E[Z(x).Z(x+h)] - m^2, \forall x;$$

A estacionariedade da covariância também implica na estacionariedade do variograma, definido por:

$$2\gamma(h) = E\{[Z(x)-Z(x+h)]^2\}$$

As covariâncias são calculadas a partir de um modelo teórico de semivariograma:

$$\gamma(\vec{h})$$

Ajustado sobre o semivariograma experimental, obtido interativamente a partir do conjunto de amostras georreferenciadas:

$$\hat{\gamma}(\vec{h})$$

O cálculo do semivariograma experimental se dá pela fórmula abaixo:

$$\hat{\gamma}(\vec{h}) = \frac{1}{2N(\vec{h})} \sum_{\alpha=1}^{N(\vec{h})} [z(u_{\alpha}) - z(u_{\alpha} + \vec{h})]^2$$

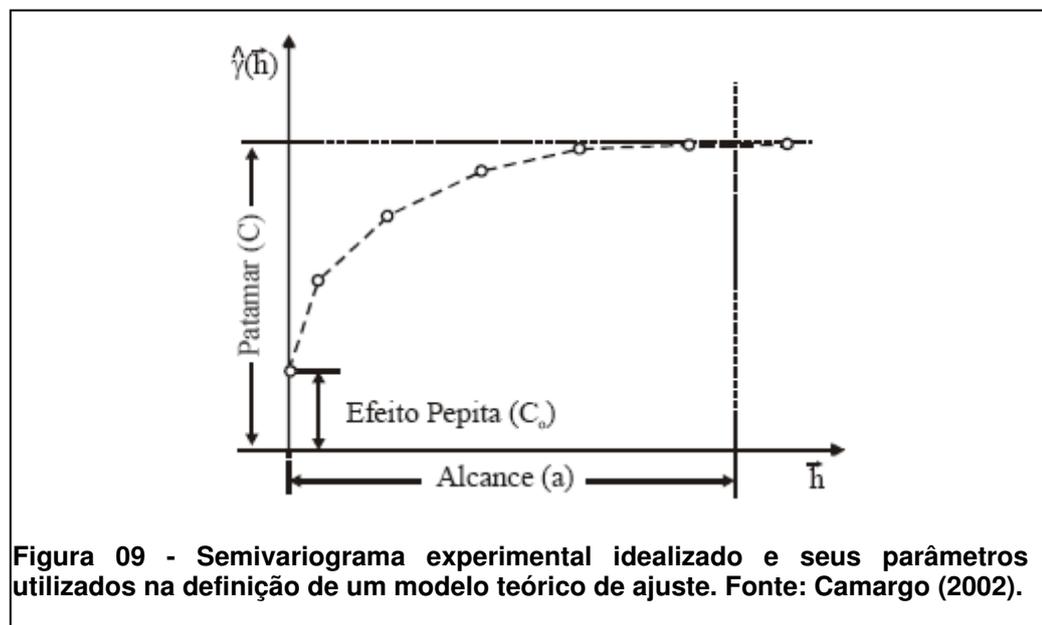
O semivariograma, segundo Camargo (2002) é a ferramenta básica de suporte às técnicas de krigeagem, pois quantifica a variação de um fenômeno regionalizado no espaço. As hipóteses de estacionariedade e média constante levam a postular um comportamento idealizado para o semivariograma experimental, conforme demonstrado na Figura 09, onde:

Alcance (a): distâncias dentro das quais as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente.

Patamar (C): é o valor do semivariograma correspondente a seu **alcance (a)**. Deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras, porque a variância da diferença entre pares de amostras – ($\text{Var} [Z(x)-Z(x+h)]$), torna-se invariante com a distância.

Efeito Pepita (C_0): idealmente, $\gamma(0)=0$. Entretanto, na prática, à medida que **h** tende para 0 (zero), $\gamma(h)$ se aproxima de um valor positivo chamado **Efeito Pepita (C_0)**, que revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. Parte desta descontinuidade pode ser também devida a erros de medição, mas é impossível quantificar se a maior contribuição provém dos erros de medição ou da variabilidade de pequena escala não captada pela amostragem (ISAAKS E SRIVASTAVA APUD CAMARGO, 2002).

Contribuição (C_1): é um parâmetro do modelo de ajuste, como será visto mais adiante, cujo valor é a diferença entre o **Patamar (C)** e o **Efeito Pepita (C_0)**.



Os modelos de ajuste sobre o semivariograma experimental são os modelos esférico, exponencial, gaussiano e potência. Os valores de efeito pepita, alcance e patamar obtido na variografia experimental das amostras

são utilizados na definição dos parâmetros do modelo teórico de ajuste. O procedimento de ajuste não é automático, mas sim interativo, onde o usuário faz um primeiro ajuste e verifica a adequação do modelo teórico. Deste primeiro semivariograma é possível uma percepção inicial da estrutura de variabilidade espacial, principalmente em termos de seu alcance, valores relacionados à distância dentro das quais as amostras apresentam-se espacialmente correlacionadas. Parte-se então para um refinamento dos parâmetros até que se consiga um modelo de ajuste satisfatório, sendo neste processo que reside a principal dificuldade de aplicação de ferramentas geoestatísticas em comparação aos métodos determinísticos, posto que exija do usuário a correta interpretação dos semivariogramas e do significado de seus parâmetros para que o melhor modelo transitivo seja aplicado (RAMOS, 2002).

Os detalhes de aplicação estão salientados no capítulo a seguir, no qual está demonstrado que tipos de conceitos foram utilizados, quais soluções foram criadas e aplicadas nos casos estudados neste trabalho, como também quais as soluções encontradas para representar as saídas dos resultados.

3.1. Redes Neurais Artificiais

Inteligência computacional – IC, poderia ser definida como um conjunto de modelos, algoritmos, técnicas, ferramentas e aplicações, em um sistema computadorizado, que emula algumas das habilidades cognitivas do homem (ALLARD E FUCHS APUD MEDEIROS, 1999). Dentre as ferramentas principais encontramos as redes neurais artificiais, surgida das pesquisas realizadas por neurologistas, juntamente com pesquisadores de outras áreas, tais como a eletrônica, automação, biofísica, matemática, que desejavam produzir um modelo que descrevesse a rede neural biológica.

MacCulloch e Pitts (1943) foram os primeiros a considerar o cérebro como um organismo computacional. Em suas pesquisas concluíram um modelo básico de neurônio, destacando sua simplicidade e poder de processamento, partindo de cinco premissas básicas. São elas:

- ✚ A atividade de um neurônio é um processo igual a *tudo-ou-nada*;

- ✚ Certo número fixo de sinapses (>1) precisa ser excitado dentro de um período latente adicionado para o neurônio ser excitado e disparar;
- ✚ O único atraso significativo dentro do sistema nervoso é o atraso sináptico;
- ✚ A atividade de qualquer sinapse inibitória impede a excitação do neurônio naquele momento;
- ✚ A estrutura de interconexão da rede não muda com o tempo.

A partir de sua construção podemos concluir que as redes neurais artificiais são modelos computacionais distribuídos, paralelos, adaptativos e inspirados no raciocínio humano (BROWN ET AL. 2000).

As redes neurais artificiais, segundo Nóbrega e Filho (2003) possuem algumas propriedades que as tornam adequadas ao reconhecimento de padrões e à classificação de dados espaciais, entre as quais: (i) a habilidade em extrair padrões ocultos em conjuntos de dados que podem ser imperceptíveis aos humanos e às técnicas estatísticas tradicionais; (ii) a capacidade de analisar dados sem nenhum conhecimento prévio, não necessitando de um modelo; (iii) a possibilidade de trabalhar com dados ruidosos, limitados, interdependentes ou não-lineares; (iv) a possibilidade de adição contínua de novos dados; (v) a facilidade para a análise de grandes conjuntos de dados.

Devido às suas características, no método das redes neurais o conhecimento é adquirido mediante um processo de aprendizado a partir de exemplos. O conhecimento armazenado no aprendizado é distribuído através da rede de dados na forma de valores ponderados, modificados como resultado do treinamento. As formas de aprendizado podem ser classificadas em:

- ✚ Supervisionada – Demonstração sucessiva à Rede conjuntos de padrões de entrada e seus correspondentes padrões de saída, na qual a mesma realiza o ajustamento dos pesos das conexões entre os elementos de processamento, até que o erro entre os padrões de saída gerados alcance um valor mínimo desejado.

Podemos destacar o *Backpropagation* como uma das formas de aprendizado, que é o utilizado neste trabalho.

- ✚ Não-supervisionada – a Rede analisa os conjuntos de dados apresentados, determinando algumas propriedades dos conjuntos de dados, no qual aprende a refletir estas propriedades na sua saída, utilizando padrões, regularidades e correlações para agrupar os conjuntos de dados em classes. A propriedade que a rede vai aprender sobre os dados pode variar em função do tipo de arquitetura utilizada e da lei de aprendizagem. Podemos exemplificar como modelo não-supervisionado o mapa auto-organizável de Kohonen (1995).

Segundo Medeiros (1999), a implementação de um modelo ou projeto que utilize as RNA poderá ser realizada de diversas formas. Caso o interessado possua bom conhecimento em desenvolvimento de software poderá desenvolver seu próprio código, específico para o problema. Caso contrário poderá utilizar os pacotes de sistemas simuladores de redes neurais comerciais ou de domínio público. Também poderá projetar e construir um *hardware* utilizando *chips* de redes neurais disponíveis no mercado. Este autor realizou pesquisas com sucesso na emprego de redes neurais artificiais aplicados a análise geográfica para gestão territorial e ambiental. Para atender ao objetivo deste trabalho, a solução adotada foi o mesmo software empregado na sua pesquisa, o ***Stuttgart Neural Net Simulator – SNNS***.

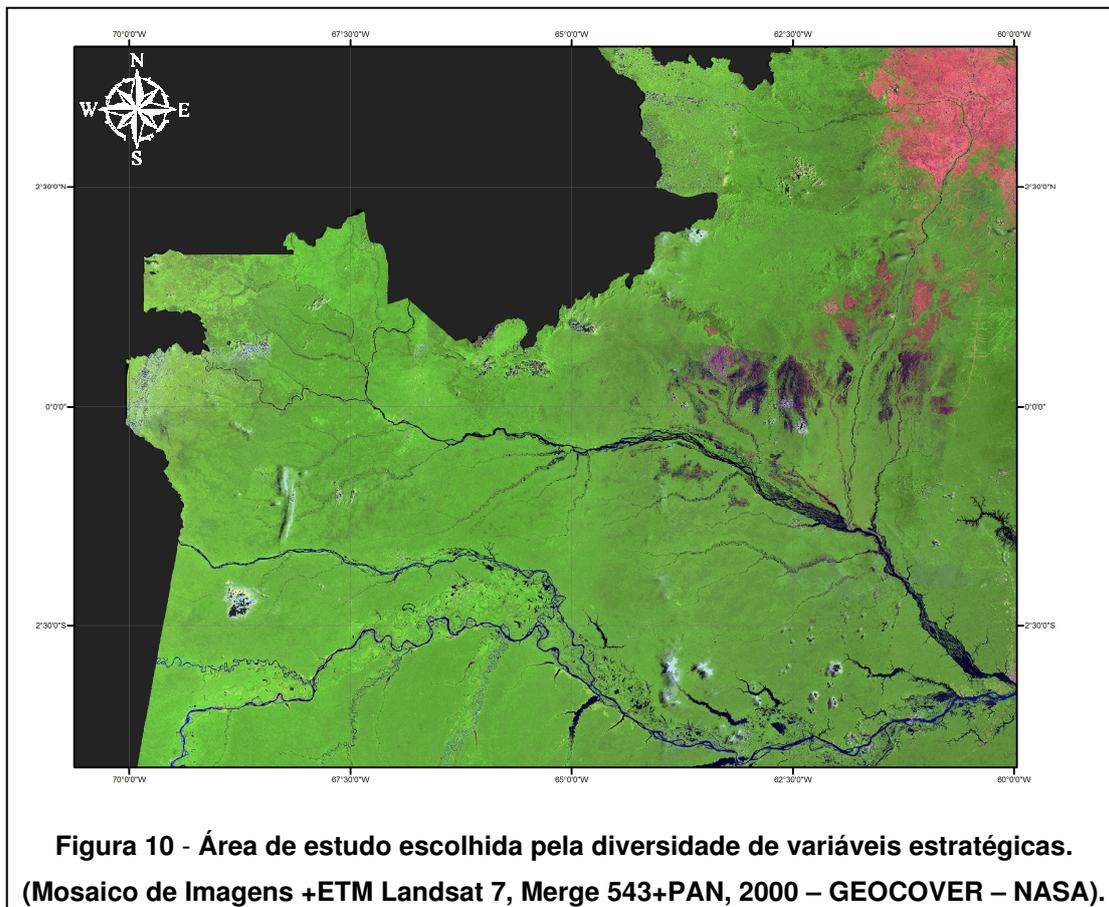
A escolha deste sistema recai sobre o fato de que é o mais poderoso atualmente para o desenvolvimento de aplicações com redes neurais disponível na modalidade de domínio público, além de ter apresentado excelentes resultados nas pesquisas nas quais foi empregado. Seu emprego aqui se deu, sobretudo, na realização de suporte de análise sobre as camadas de informações geradas pela geoestatística.

Capítulo 3

3. Área de Estudo

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizada uma área de estudo que se localiza dentro dos limites da Amazônia Legal, abrangendo parte das áreas dos estados do Amazonas e Roraima do território brasileiro; bem como partes dos territórios da Colômbia e Venezuela.

Esta área situa-se dentro da faixa de atuação do Programa Calha Norte, sendo delimitada pelas coordenadas 72°00'00"Oeste e 04°00'00" Sul; 60°00'00"Oeste e 04°00'00" Norte, abrangendo a região da “Cabeça do Cachorro” (Figura 10), como também mais ao norte limitando com Roraima, considerando os aspectos naturais que influenciam diretamente na tomada de decisão relativa à movimentação e trafegabilidade; aspectos socioeconômicos e psicossociais que influenciam na forma de intervenção e abordagem local; aspectos políticos que interessam aos procedimentos diplomáticos; entre outros.



Tratar-se-á de local que possui uma grande diversidade de atores e atividades. Na seleção desta área foram considerados os seguintes aspectos:

- ✚ Ocorrência da expansão da ocupação e uso do solo para plantio;
- ✚ Exploração madeireira e mineral;
- ✚ Existência de tensões pela existência de terras indígenas, com áreas consideradas sagradas pelos mesmos;
- ✚ Presença de organizações não-governamentais voltados para a defesa do meio ambiente;
- ✚ Ocorrência de ilícitos transnacionais, como o tráfico de drogas e armas;
- ✚ Presença de grupos paramilitares;
- ✚ Grande dinâmica da situação física, que apresenta uma diversidade de situações que exige emprego diferenciado e com preparação adequada das Forças Armadas.

A diversidade de fatores ambientais, sociais, econômicos e de segurança, associados ao grande potencial de surgimento de conflitos por interesses comerciais diversos, torna a área propícia para o estudo planejado.

3.1. Características do Meio Físico

As informações do meio físico foram adquiridas por meio das publicações do Projeto RADAMBRASIL⁵, volumes 08, 11, 14 e 18, que correspondem, respectivamente, as folhas da Carta do Brasil ao Milionésimo NA.20 – Boa Vista, NA.19 – Pico da Neblina, SA.19 – Iça e SA.20 – Manaus. As informações cartografadas foram retiradas dos planos de informação na escala 1:250.000, constando a Vegetação, Pedologia e Hidrografia por serem consideradas de importância no plano estratégico e militar de Defesa. Para os demais são feitas as considerações de base teóricas bem condensadas, abrangendo o Clima e as características Geológica-Geomorfológicas.

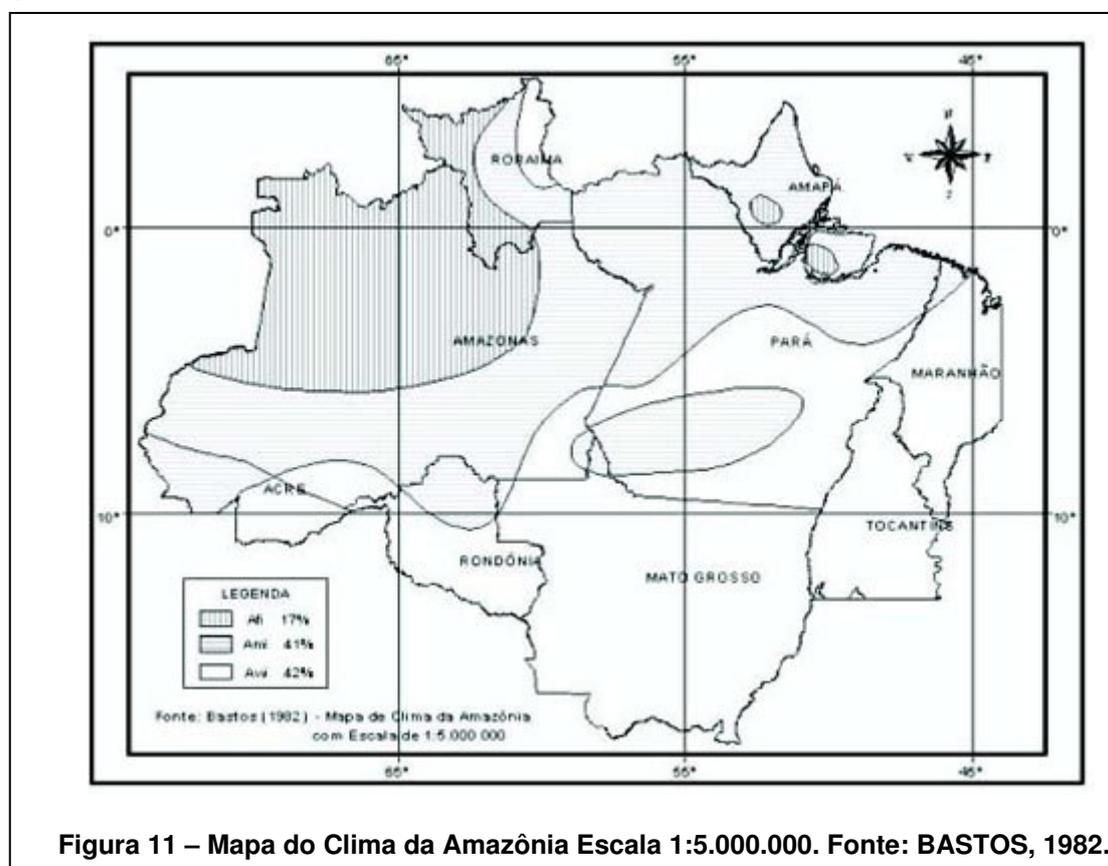
⁵ Foi o processo de levantamentos por radar e documentação dos recursos naturais presentes no território brasileiro. Desenvolvido pelo Governo Brasileiro, mais especificamente pelo Ministério de Minas e Energia através do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM e com recursos do PIN - Plano de Integração Nacional.

3.1.1. Clima

De acordo com a classificação de Köppen, a Região Amazônica está situada no grupo de clima tropical chuvoso **A (Tropical Chuvoso)**, onde as temperaturas médias dos meses não são inferiores a 18° C. A variedade climática i se caracteriza por não ter verão ou inverno estacional (BASTOS, 1972).

Os tipos climáticos, **Afi**, que apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano, como no oeste da Amazônia e parte do litoral do sudeste; **Ami**, com pequena estação seca, como ocorre no leste da Amazônia; e **Aw**, com inverno seco e chuvas máximas de verão, que ocorre nas regiões norte, centro-oeste e parte do interior do sudeste; se diferenciam a partir do total pluviométrico do mês com menor precipitação em relação ao total anual.

A área de estudo está inteiramente dentro da região com tipo climático denominado de **Afi**, como podemos visualizar na Figura 11, com total pluviométrico mensal de menor precipitação em relação ao total anual girando em torno de 17% (BASTOS, 1982).



Trata-se da área com maior volume de precipitação pluviométrica no Brasil, não existindo estação seca, a não ser em períodos em que o comportamento climatológico seja anômalo, estando o normal anual sempre em torno de 3.000mm na Estação Iauaretê-AM do INMET (2006).

As temperaturas médias observadas nas estações Iauaretê-AM, São Gabriel da Cachoeira-AM, Barcelos-AM, Boa Vista-RR, Caracará-RR e Manaus-AM apresentam-se em torno de 30° C, calculando-se os dados dos últimos 30 anos.

A nebulosidade apresenta-se como um obstáculo nas operações de sensoriamento remoto e aéreas, revelando-se muito acentuada durante todo o ano, tornando-se mais intensa nos meses de abril e maio. Termina por condicionar um maior armazenamento de calor, reduzindo a amplitude térmica diária. Nas áreas acima de 900m de altitude verifica-se a ocorrência de nevoeiros.

A umidade relativa apresenta-se em níveis elevados durante todo o ano, com médias mensais entre 85 a 90%, oscilando de forma correlata à pluviometria. Tal fenômeno incorre em fenômenos ionosféricos de alta intensidade que podem contribuir para a interferência de equipamentos que façam uso de transmissão e recepção de sinais eletromagnéticos.

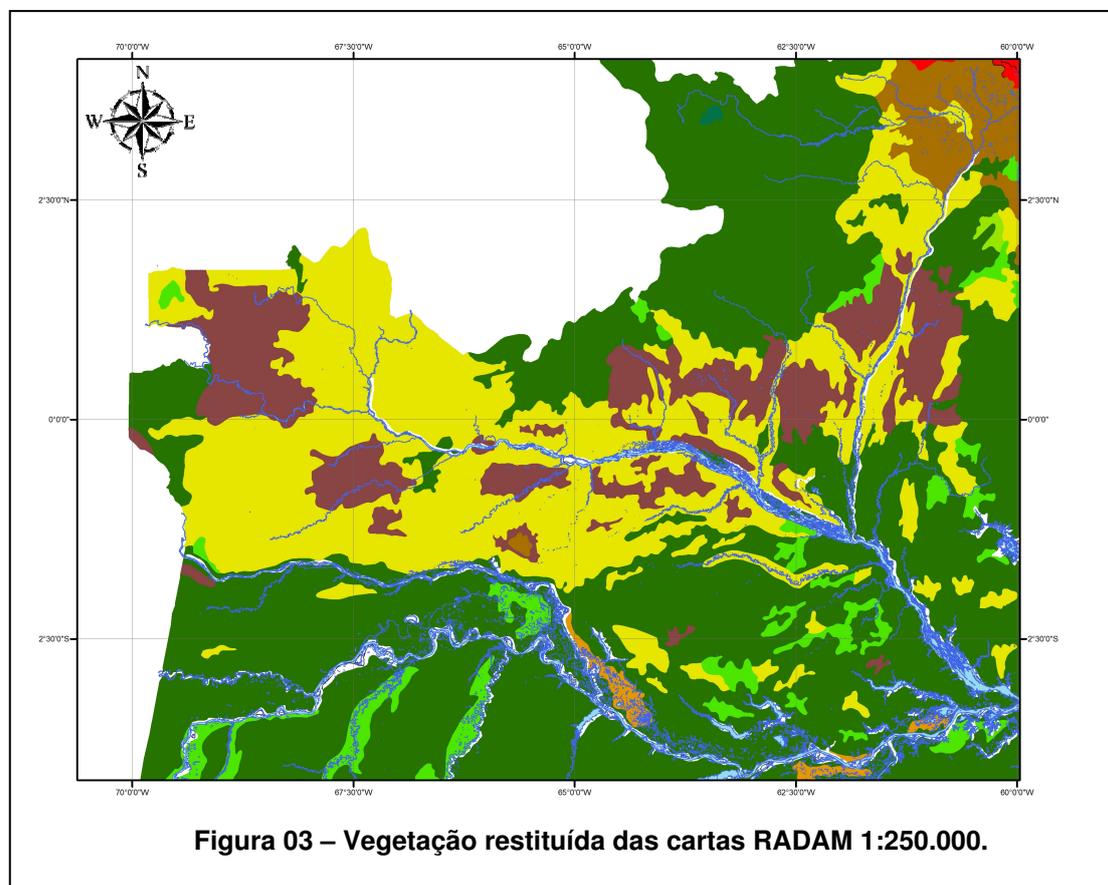
3.1.2. Vegetação

O mapeamento fitogeográfico do RADAMBRASIL apresenta uma subdivisão da área de estudo em quatro categorias, sendo: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semi-Decidua e a Savana.

Dentre as variações de paisagem encontramos as Áreas de Formações Pioneiras, as Áreas de Tensão Ecológica (Contato entre tipos de vegetação), a Vegetação Lenhosa Oligotrófica dos Pântanos e das Acumulações Arenosas e, por fim, os Campos de Altitude (Refúgio Ecológico).

Em todos os domínios, excetuando-se o das savanas, o deslocamento terrestre por meio de veículos é problemático pela densidade apresentada, associado aos tipos de solo, bem como a abordagem por veículos aéreos apresenta riscos, portanto é de suma importância o conhecimento de suas

características e localização. A leitura cartográfica apresentada na escala 1:250.000 (Figura 12) revela-se útil nos planejamentos estratégicos e operacionais, devendo-se utilizar de mecanismos para detalhamento quando de ações táticas.



3.1.2.1. Floresta Ombrófila Densa

Constitui-se, sobretudo, de uma vegetação exuberante com árvores sempre verdes, geralmente com gemas foliares desprotegidas, sem resistência à seca. Sua folhagem é sempre verde, podendo apresentar árvores sem folhas durante alguns meses. Dentro de Roraima encontramos pequenas áreas de Florestas Submontanas, que apresentam o dossel emergente ocupando os terrenos pediplanados ou dissecados mais antigos, coberto de árvores de dossel uniforme, com algumas espécies emergentes. Sua ocorrência se dá com as fisionomias Submontana, nos *inselbergs* e no relevo pediplanado ondulado, com solo argiloso bem desenvolvido do Complexo Guianense; e Submontana a Montana, do Complexo Guianense até a Formação Roraima.

3.1.2.2. Floresta Ombrófila Aberta

É um domínio constituído de árvores mais espaçadas, com estrato arbustivo pouco denso. Trata-se de uma vegetação de transição entre a floresta Amazônica úmida a oeste, a caatinga seca a leste e o cerrado semi-úmido ao sul, sendo denominado como a faixa de transição da Amazônia e o resto do País.

3.1.2.3. Floresta Estacional Semi-Decidual

Ocorre próximo ao domínio das savanas e em contato com as Formações Florestais sempre-verdes em áreas onde o período seco é definido, ou seja, na região leste do estado de Roraima. A vegetação é de porte baixo a mediano, revelando locais com freqüentes aglomerados de espécies caducifólias que oferecem apreciável potencial madeireiro.

3.1.2.4. Savana (Cerrados)

É um domínio caracterizado pela vegetação xeromórfica, com a presença de árvores de pequeno porte isoladas ou agrupadas e com vasta presença de gramíneas. A Savana da Bacia do Alto Rio Branco apresenta uma fisionomia campestre com grande número de árvores isoladas, que se agrupam quando próximas dos cursos d'água. Somado ao clima tropical com duas estações e à gênese geomorfológica, que apresenta superfície ondulada de acumulação quaternária, possui grande capacidade de desenvolvimento e permanência. Pela facilidade de deslocamento neste meio, possui ação antrópica antiga, datando as primeiras notícias de atividades agropastoris de 1787(D'ALMADA apud RADAMBRASIL, 1972).

3.1.2.5. Áreas de Formações Pioneiras

Ocorre nas planícies aluviais periodicamente inundadas, apresentando indivíduos arbóreos de porte baixo espaçados e troncos tortuosos com epífitas das famílias *Bromeliaceae* e *Orchidaceae*. É comum neste domínio agrupamentos de palmeiras utilizadas para consumo na alimentação dos ribeirinhos, como o Ingá, o Açaí e o Muru-muru.

3.1.2.6. Áreas de Tensão Ecológica

São domínios delineados pelos encraves dos domínios fisionômicos que se misturam, pois no caso de mistura de espécies só é possível delimitá-las pela posição topográfica, ocupada em decorrência de outros aspectos relativos às condições climáticas e pedológicas. Segundo Schimper (1903) estas áreas são definidas como sendo uma gradação da vegetação, que se desenvolve para outra partindo de condições ótimas (*clímax*) até o extremo oposto (*disclímax*), quando desaparece.

Ocorre nas planícies aluviais, como também nas altitudes maiores, onde não existe a presença sazonal do nível dos rios nas épocas chuvosas. É comum apresentar-se no contato da Floresta Densa com as Formações Pioneiras, intercalando espécies comuns aos dois domínios, somado à presença de gramíneas e palmeiras.

3.1.2.7. Vegetação Lenhosa Oligotrófica dos Pântanos e das Acumulações Arenosas

Essa variação se restringe às áreas amazônicas do alto rio Negro e seus afluentes adjacentes, recobrando as áreas deprimidas e embrejadas, caracterizada por agrupamentos de formações arbóreas altas e finas.

3.1.2.8. Campos de Altitude

Localizam-se predominantemente nos pontos mais elevados da Serra do Tunuí, Serra do Caparro e Serra da Neblina, todos acima de 500m de altitude. A Serra da Neblina, na fronteira com a Venezuela, é a mais expressiva representação deste domínio, cobrindo áreas do Arenito Roraima. Segundo RADAMBRASIL (1974) a flora do Pico da Neblina apresenta 50% de endemismo, mais do que qualquer outro local conhecido na área arenítica do Craton Guianês. Na sua parte mais densa encontramos a Floresta Nebular, com mais de 10m de altura espaçando-se por partes turfosas nas áreas deprimidas, onde predominam espécies herbáceas ou lenhosas de porte reduzido. Dentre as herbáceas revela a espécie *C. Rangifera*⁶ oriunda das tundras árticas, que demonstra o clima próprio deste domínio que fica sempre na média de 18° C.

⁶ Espécie de Liquens.

O emprego de recursos humanos neste tipo de ambiente deve ser cuidadosamente estudado pelo preparo exigido, além de recursos tecnológicos avançados. Como estão em áreas elevadas topograficamente são de extrema relevância estratégica.

3.1.3. Geologia

Um dos fatores que contribuem para a formação dos solos e, conseqüentemente, para a consolidação da vegetação é o material de origem, aqui entendido como o material proveniente da decomposição e desagregação das rochas por fenômenos químicos, físicos e biológicos.

Estes elementos terminam por se formar em decorrência dos diferentes processos que se operam e das transformações que sofrem a partir de ações modificadoras tais como as intempéries, o relevo e as ações dos seres vivos, dentre eles, o homem. Logo a natureza do material orgânico do solo apresenta uma relação bem próxima do caráter das rochas primitivas, sendo separado da rocha matriz e permanecendo sobre ela (autóctone) ou ser carregada por transporte (alóctone).

Para tanto devemos conhecer as categorias geológicas de relevância para o conhecimento da área de estudo. No levantamento dos dados do RADAMBRASIL encontramos os grandes domínios geológicos descritos a seguir.

3.1.3.1. Quaternário

Representado pelas Areias Quartzosas conglomeráticas, com argilitos e arenitos pouco consolidados e intercalações de arenito com argilitos consolidados.

3.1.3.2. Jurássico

Representado pelas rochas Alcalinas (Seis Lagos), compreendendo canga limonítica, canga hematítica, hematita compacta e lentes de manganês.

3.1.3.3. Pleistoceno a Recente

Formado pelas zonas de Aluvião, com areias, siltes e argilas, sedimentos inconsolidados de planícies fluviais, depósitos recentes e atuais, às vezes mais litificados (sub-recentes), com presença de arenitos ferruginosos e carbonosos com seixos de quartzo de aspecto conglomerático.

3.1.3.4. Pleistoceno

Presença da Formação Solimões, com argilitos vermelhos mosqueados. Cinza-esverdeados, maciços ou acamados, concreções carbonáticas e gipsíferas, fossilíferas contendo lentes de carvão e turfa; lentes de calcário, siltitos maciços marrom, cinza-esverdeado, localmente com estratificações plano-paralelas; arenitos finos a grosseiros, cinza avermelhados em lentes ou interdigitados com siltitos e argilitos, constituindo estratificações cruzadas de pequena, média e grandes amplitudes; arenitos arcoseanos, arenitos ferruginosos e conglomerados polimíticos.

3.1.3.5. Pré-Cambriano Superior

Caracterizado pelo Grupo Roraima, composto de conglomerados polimíticos, arenitos ortoquartzilíticos, arcósios, siltitos, e folhelos, com ocorrência em grande parte da área de estudo, dominando a região fronteira da Venezuela, com relevo forte, ondulado e montanhoso e em remanescentes de chapadas com relevo suave, onde se encontram os solos litólicos.

Encontramos também o Grupo Uatumã, constituído pelo Granodiorito da Serra do Mel, composto por granodioritos, granitos, granófiros, e subvulcânicos; e da Formação Surumu, composto de dacitos, riodacitos, andesitos e riolitos. A ocorrência deste grupo determina a região dos solos Litólicos e Podzólicos.

Finalmente temos o Grupo Cauarane formado por clorita xistos, anfibólicos xistos, quartzo-muscovita xistos, quartzitos e anfibolito, ocorrendo de forma esparsa e se constituindo a origem dos solos Concrecionários e Podzólico Vermelho-Amarelo.

3.1.3.6. Pré-Cambriano Médio a Inferior

Sua maior representação é o Complexo Guianense, com enorme expressão geográfica, se estendendo por toda a fronteira venezuelana. As rochas desta unidade são classificadas como kinsigitos, anfíbolitos, trondjemitos, dioritos, granodioritos, granitos, migmatitos, gnaisses e granulitos ácidos e básicos, com encaves de quartzitos, xistos de alto grau de metamorfismo e anfíbolitos.

Seu relevo varia de ondulado até montanhoso e os solos são, predominantemente, o Podzólico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo e em menor proporção, os solos Litólicos.

3.1.4. Geomorfologia

A partir de dados altimétricos relativos e das características das unidades de relevo a partir de suas formas, que foram utilizadas para dividir suas unidades morfoestruturais, o Projeto RADAMBRASIL identificou dez grandes unidades estruturais geomorfológicas, descritas a seguir.

3.1.4.1. Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental

Foi identificada pela primeira vez por Barbosa e Pinto (1973) limitando-se a leste com o Pediplano Rio Branco-Rio Negro, a oeste e a norte estendendo-se para além das fronteiras em direção a Colômbia e se prolongando ao sul e sudeste, como uma unidade morfológica, até o estado do Maranhão.

Sua presença na Amazônia revela um aspecto predominantemente colinoso ao norte e a oeste, em conformidade com as litologias do Complexo Guianense, onde toda sua drenagem está bem encaixada, por isso suas planícies são tão restritas ao norte, onde constituem em uma zona de transição, no qual existem as passagens das áreas mais conservadas do dissecado para o Pediplano Rio Branco-Rio Negro.

Mais ao sul e a leste possui uma característica mais dissecada onde predominam os interflúvios tabulares, com a drenagem composta de rios meândricos com o talvegue e entalhe fraco e trechos controlados pela estrutura. Seu padrão hidrográfico é subdendrítico.

3.1.4.2. Planalto Sedimentar Roraima e Planalto do Interflúvio Amazonas-Orenoco

Embora classificadas separadamente por particularidades geomorfológicas, fazem parte da mesma unidade morfoestrutural, sendo o primeiro caracterizado por relevos tabulares isolados, com altitudes que variam de 1.000m a 3.000m, constituído por sedimentos da Formação Roraima. Deste planalto fazem parte as serras do Araçá, Uafaranda, Urutanin Monte Roraima e da Neblina, que abriga o ponto culminante do Brasil, de 3.014m.

O segundo é caracterizado pela localização calcada na presença do interflúvio Amazonas-Orenoco, situando-se ao longo de toda a fronteira Brasil-Venezuela e formado pelas serras do Imeri, Tapirapecó, Gurupira, Urucuzeiro, Parima, Urutanin, Pacaraima e Caburaí. Deste conjunto excetuam-se as serras do Urutanin e Caburaí pela extrema dissecação e drenagem bem pronunciada, que originam patamares. As dissecações mapeadas revelam cristas e cristas com vertentes ravinadas que variam de 600m a 2.100m, destacando-se o Pico Guimarães Rosa com 2.080m.

3.1.4.3. Planaltos Residuais de Roraima

Apresentam relevos dissecados em cristas, colinas e cristas com vertentes ravinadas, com colinas e vales encaixados e altitudes entre 400m e 800m, estando nos patamares do Planalto do Interflúvio do Amazonas-Orenoco.

Estes planaltos apresentam um alinhamento bem definido da direção W-NE e está representado pelas serras do Demini, do Pacu, da Mocidade, do Apiaú e do Mucajaí, a oeste do Rio Branco e Serra da Lua a leste do mesmo rio.

3.1.4.4. Planalto Dissecado Norte da Amazônia

Este domínio está em contato com os relevos dissecados elevados em áreas de colina que apresentam 300m a 600m de altitude, sendo difícil sua caracterização, estando em Roraima muito retalhado e sua maior expressão está cortado pelos rios Uraricoera e Mucajaí. Em ambas as margens do Rio Branco os topos das colinas aparecem conservados em pequenas áreas com

relevo tabular mantido por crostas. Os tipos de dissecação mapeados são as colinas, colinas e vales encaixados e de encostas ravinadas, mesas e mesas com pontões.

3.1.4.5. Pediplano Rio Branco-Rio Negro

É a unidade morfoestrutural que engloba as áreas conservadas originais e as que apresentam um início de dissecação dentro de Roraima, mas que se apresenta com extenso aplainamento com grandes áreas de acumulação inundáveis. Na sua superfície aplainada encontramos os Campos do Rio Branco e São Marcos e as áreas inundáveis dentro do Amazonas.

Nos Campos apresenta altitudes de 100m a 120m com colinas suaves e drenagem mal definida. Nas áreas inundáveis possui um padrão de drenagem difuso e sujeitas à inundações periódicas com vegetação florestal exuberante. O Pediplano em determinadas partes corta a litologia do Complexo Guianense, que apresenta, por vezes, uma fina cobertura arenosa.

Constitui na mais abrangente unidade geomorfológica da Amazônia pela perfeição do aplainamento, pela extensão da área e pela variedade da litologia, que trunca e variados tipos de *inselbergs*. A mobilidade nas áreas inundáveis é restrita e deve ser realizada com pequenas embarcações. Na parte mais elevada e de vegetação rarefeita é bem consolidada, permitindo o emprego de veículos adaptados.

3.1.4.6. Planície Amazônica

Destaca-se pelas faixas de Aluvião, que possui significativa importância geográfica e socioeconômica, tendo como eixo principal o rio Solimões. Sua característica principal é o elevado número de lagos, ilhas, furos, paranás e depósitos lineares fluviais, indo até ao encontro da superfície aplainada com cristas isoladas suaves e inundáveis do Pediplano Rio Branco-Rio Negro; como também do relevo plano com altitudes abaixo de 100m do Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental com sua drenagem organizada em função dos rios Negro e Solimões.

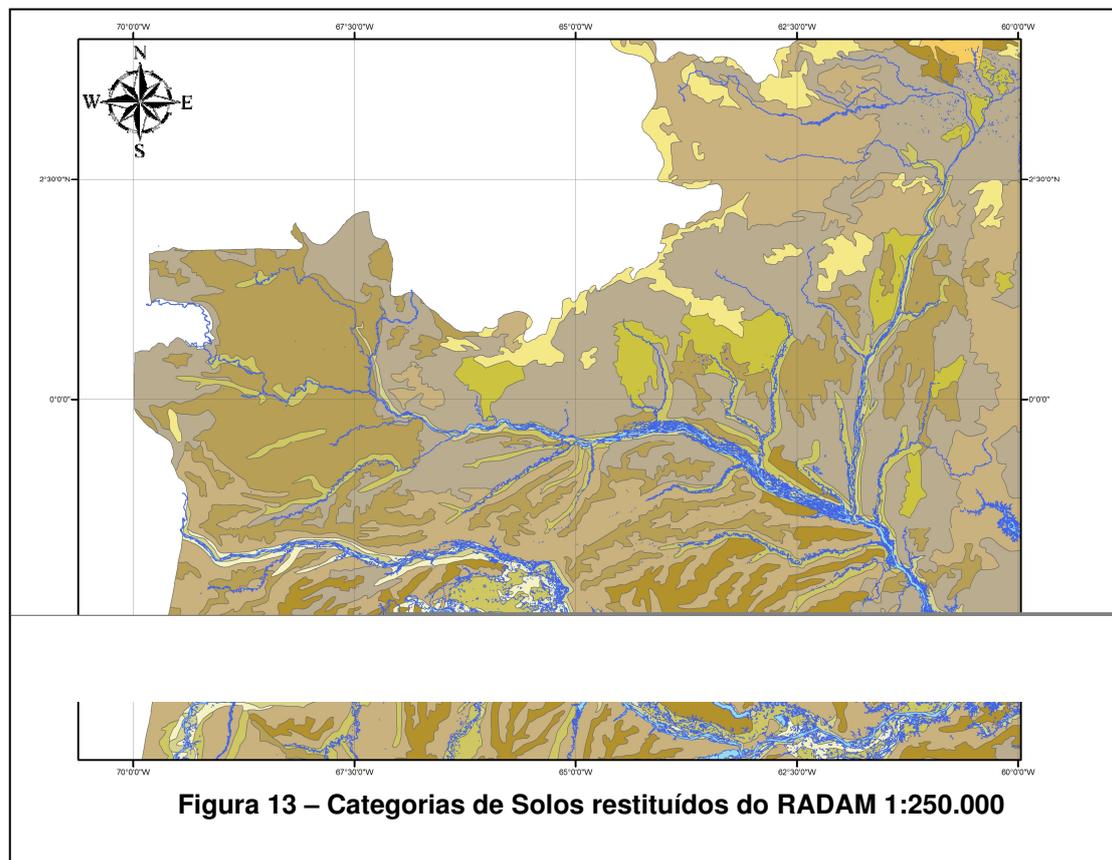
3.1.4.7. Planalto da Bacia Sedimentar do Amazonas

Está ao sudeste da nossa área de estudo, sendo o resultado dos movimentos geológicos e deposição contínua oriunda dos outros domínios descritos, com direção W-E, caracteriza-se por um conjunto de relevos tabulares com interflúvios amplos e vales alargados, como o próprio rio Amazonas, sua altimetria média gira em torno de 250m.

4.1. Pedologia

De acordo com o levantamento de dados relativos aos solos, encontramos nove grandes representações extraídas das cartas do RADAMBRASIL e reclassificadas de acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (1999).

Pelo enorme grau de detalhamento as classes receberam tratamento para generalização em grandes grupos (Figura 13), sendo descritas a seguir. Todos os domínios apresentados possuem uma subdivisão extensa, mas que não interessa ao escopo do trabalho, posto que o objetivo fosse obter traços de comportamento que interessam a trafegabilidade e todas as divisões de solo permitem à mesma ferramenta de deslocamento, quando não, sendo destacada as diferenças.



3.1.5.1. Podzol Hidromórfico

É a unidade que agrupa solos que apresentam o horizonte subsuperficial (**B** podzol ou espódico) precedido de horizonte **E** álbico (claro) ou mesmo em seqüência ao horizonte **A**. São normalmente arenosos, mas o horizonte **B** é espódico escuro, em razão do acúmulo de matéria orgânica e altas quantidades de óxidos de Al e Fe. Sua constituição é predominantemente arenosa, composto por sedimentos do quaternário.

Apresenta-se com relevo suave e ondulado bem drenado, com hidrografia bem definida. Permite o manejo sustentado, bem como boa trafegabilidade quando na época seca. Apresenta uma subdivisão extensa, mas que não interessa ao escopo do trabalho, posto que se almeje obter traços de comportamento que interessam a trafegabilidade e todas as subdivisões dos domínios permitem a mesma ferramenta de deslocamento.

3.1.5.2. Latossolos

É a categoria mais extensa de solos, ocupando aproximadamente 48% da Amazônia, sendo aqueles que possuem horizonte **B** latossólico imediatamente abaixo do horizonte **A**. Se divide em quatro grandes grupos na área de estudo que são:

3.1.5.2.1. Latossolo-Amarelo

Subunidade que agrupa solos com **B** latossólico; correlacionado com os platôs do grupo da série Barreiras. Bastante extensos na Amazônia e relacionados às formações Barreiras e Alter-do-Chão, caracterizados por possuírem baixos teores de ferro. São altamente intemperizados e sujeitos à erosão quando retirada a cobertura vegetal, tornando-o mais permeável e dificultando a locomoção de qualquer tipo.

3.1.5.2.2. Latossolo-Vermelho-Amarelo

Subunidade que agrupa solos com Horizonte **B** latossólico, correlacionados com rochas cristalinas. São comuns ao longo de todo o território nacional em áreas de relevo que variam de plana a montanhosa.

3.1.5.2.3. Latossolo-Vermelho-Escuro

Subunidade que agrupa solos com **B** latossólico, comuns nas áreas de clima **Awi** a leste de Roraima. Possuem, em condições comparáveis, maiores teores de Fe^2O^3 do que os Latossolos Vermelho-Amarelos.

3.1.5.2.4. Latossolo-Roxo

Subunidade que agrupa solos com **B** latossólico, desenvolvidos de basalto, tufitos ou rochas afins. Geralmente são distróficos, existindo, porém, áreas consideráveis em que são eutróficos.

Todos possuem textura de argilosa a média e são distróficos (tipo de solos em que a porcentagem de saturação por bases é inferior a 50%, sendo, portanto, bastante ácidos), sustentando a Floresta Densa e Aberta e as áreas abertas, com relevos suaves e ondulados.

3.1.5.3. Gleissolos

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), esta classe compreende solos minerais hidromórficos que apresentam horizonte glei dentro de 50 cm de profundidade subjacente a horizonte **A** de qualquer tipo ou a horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura, ou entre 50 e 125 cm de profundidade se imediatamente abaixo de horizonte **A** ou **E**, ou de horizonte **B** incipiente, **B** textural ou horizonte **C** que apresentem cores de redução e mosqueamento abundantes (COELHO ET AL., 2005).

São excluídos da classe os solos com textura essencialmente arenosa até 150 cm de profundidade ou mais, os quais se enquadram na subordem dos Neossolos Quartzarênicos. Por estarem nas partes depressionais da paisagem, encontram-se permanentemente ou periodicamente encharcados.

3.1.5.4. Litossolos

São solos pouco desenvolvidos, caracterizados por possuírem o horizonte **A** assentado diretamente sobre a rocha consolidada e com relevo ondulado, estando enquadrados na classe dos **Neossolos Litólicos** pela nova classificação brasileira de solos (EMBRAPA, 1999).

3.1.5.5. Podzólicos

No novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos os **Podzólicos** da subcategoria **Vermelhos-Amarelos**, predominantes na área de estudo, foram desmembrados em **Argissolos**, **Alissolos**, **Nitossolos** e **Luvissolos** (EMBRAPA, 1999). Os Argissolos compõem o segundo maior domínio pedológico da Amazônia, recobrando 30% de sua superfície total. São extremamente intemperizados, como os **Latossolos Amarelos**, principalmente sem a cobertura vegetal e, no caso da área em questão, por apresentarem atividades baixas de argila, tornam-se apropriados para locomoção, sendo dificultada quando com elevado grau de percolação de água nas áreas mais baixas ou quando sem cobertura vegetal.

3.1.5.6. Aluviais

São relacionados como **Neossolos Flúvicos** pela nova classificação brasileira de solos (EMBRAPA, 1999), desenvolvendo-se sobre sedimentos aluviais associados às planícies das principais drenagens da região apresentando granulometria arenosa e horizonte **A** bem desenvolvido. São solos difíceis de vencer quando em locomoção, principalmente com o gradiente de água elevado.

3.1.5.7. Arenoquartzosos Profundos

São denominados de **Neossolos Quartzarênicos** pelos novos critérios de classificação brasileira de solos (EMBRAPA 1999), possuindo pequena profundidade efetiva, com dois metros ou menos e apenas 15% em geral de fração argilosa. Sendo solos ácidos, fortemente drenados e com baixa capacidade de retenção de umidade, condiciona um grau de fertilidade naturalmente baixa. Ocorrem em relevo plano e suave ondulado sob vegetação de Savana ou contatos de Formações Pioneiras e Florestas dentro do Amazonas e Roraima, sendo áreas propícias para deslocamento e operações aéreas de desembarque.

3.1.5.8. Lateríticos Hidromórficos

São solos minerais pouco profundos, fortemente ácidos, apresentando drenagem variável de imperfeita a mal drenada, textura argilosa, média e siltosa. Estes solos na época de maior precipitação pluviométrica possuem sérios impedimentos à locomoção, uma vez que a drenagem é insuficiente em razão de um substrato lentamente permeável e à elevação do lençol freático restringe a aeração, tornando-se encharcado (RADAMBRASIL, 1974).

Por vezes ocorre em terrenos elevados, se caracterizando como Álica de elevação, ocorrendo também nas depressões dos interflúvios tabulares, mesmo assim a trafegabilidade em períodos de pluviometria alta é comprometida. Possuem alto teor de óxido de Fe e Al, além de argilas e quartzos. Quando retirada sua cobertura vegetal fica fortemente sujeito ao carregamento de elementos químicos importantes para a manutenção e coesão da estrutura do solo.

3.1.5.9. Planossolos

Compreendem aos solos com horizonte **B** argílico e que apresenta mudança textural abrupta. Com horizonte subsuperficial endurecido, denso, nitidamente delineado, resultante de elevadas dispersões de argila e com feições associadas ao hidromorfismo, mosqueado ou com cores neutras (EMBRAPA, 1999).

Os solos desta classe ocorrem com maior freqüência em relevo praticamente plano sob a vegetação da Savana de Roraima, onde o período seco é de mais de cinco meses. A subcategoria dominante é o **Eutrófico**, ou seja, com teor alcalino. A locomoção nesta área é excelente, exceto nos locais com maiores teores de argilas associado ao período chuvoso.

3.2. Características Gerais do Meio Social, Político e Econômico

A área de estudo contempla parcial ou totalmente diversos municípios dos estados do Amazonas e Roraima no território brasileiro; dos municípios dos estados de Bolívar e Amazonas no território venezuelano; além dos municípios dos departamentos do Amazonas, Vaupés, Guanía, que estão

territorialmente em contato com a fronteira brasileira; e indiretamente Guaviare e Vichada, todas no território colombiano.

Tendo em vista propiciar uma visão geral dos meios Social, Político e Econômico que subsidiou o norteamento dos processos decisórios tratados no Capítulo 4, quando da aplicação da análise espacial, optaram-se por bem tratar desta caracterização considerando primeiramente os países em separado e, ao final, compilar um quadro situacional geral da área. Aqui não se pretende esgotar totalmente a caracterização da área alvo, mas fornecer elementos para o entendimento das ações que serão desdobradas quando da concepção de idéias e estratégias.

3.2.1. Faixa Brasileira

A área concernente ao território brasileiro situa-se na Região Norte, abrangendo, como dito anteriormente, parte dos estados do Amazonas e Roraima, ambos incluídos no Projeto Calha Norte – PCN, que foi instituído como processo de territorialização da fronteira política para garantir o aumento da presença do Estado na Faixa de Fronteira Setentrional Norte, contribuindo para a Defesa Nacional e para a assistência às populações locais (NASCIMENTO, 2005).

Do estado do Amazonas temos os municípios de São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro, Japurá, Santo Antônio do Içá, Barcelos e parte norte de Tabatinga fazendo contato fronteiriço com Colômbia e Venezuela; em direção ao interior do estado ainda temos os municípios de São Paulo de Olivença, Amaturá, Tonantins, Fonte Boa, Juruá, Uariní, Alvarães, Maraã, Coari, Codajás, Caapiranga, Anamã, Manacapuru, Manaquiri, Anori, Beruri, Careiro, Iranduba, Presidente Figueiredo, Novo Airão e a capital Manaus, sede do Comando Militar da Amazônia.

Com densidade demográfica baixa, sua população constitui 2,5% do total de habitantes do país, mesmo detendo uma das maiores taxas de crescimento demográfico (IBGE, 2000). A Densidade Demográfica é de 1,8 hab./km².

Sua economia baseia-se na indústria, que se expande e se adapta na produção de base e eletrônicos, como também na extração dos recursos

naturais por meio da mineração, principalmente de petróleo e gás com a exploração da Província Petrolífera do Rio Urucu pela Petrobrás, no município de Coari, a 630 km de Manaus; contando ainda com recursos florestais e pesqueiros (AMAZONAS, 2007).

O PIB do Amazonas divulgado pelo IBGE (2004) demonstrou o excelente desempenho (11,5%), com 35,7 bilhões de reais, representando 3,0% do PIB Nacional, ficando em décimo lugar.

Esta evolução está intimamente ligada ao pólo industrial da SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus, instituição autárquica vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, bem como aos níveis disponíveis de energia (SEBRAE, 2007). O estado gera 4.267 GWh e tem um consumo de 2.921 GWh (ANEEL, 2001). Apesar dos avanços o estado do Amazonas apresentou seu Índice de Desenvolvimento Humano – IDH – em 17º lugar na última avaliação. Cerca de 60 % da população tem acesso a água e 47% a rede de esgoto. No interior, mais da metade dos domicílios não tem água encanada e se abastecem de rios, poços ou nascentes. Nas zonas urbanas, crescem os bolsões de pobreza, a ocupação desordenada e a especulação imobiliária, sem que haja investimentos suficientes em infra-estrutura, saúde e educação. Segundo o IBGE, em 2000 a mortalidade infantil registrada no estado é de 31,8 por mil crianças nascidas vivas, apresentando-se pouco inferiores à média nacional, que é de 34,58. A rede pública hospitalar tem em média 1,6 leitos por grupo de mil habitantes, quando a OMS recomenda 4,5 para cada mil. Para combater a carência de médicos no interior, o governo defende a contratação de médicos estrangeiros – cubanos, bolivianos e peruanos - interessados em atuar no Brasil. De acordo com a Secretaria da Saúde, cerca de 90% dos médicos que trabalham no estado estão instalados em Manaus. Na área de educação, dados do MEC de 1998 indicam 766.842 matrículas no ensino fundamental e médio; a taxa de analfabetismo em 1998, conforme o IBGE (2000) é de 8,5%, próxima à do Sul.

Das 584 Terras Indígenas existentes no Brasil, 178 estão no Amazonas, com 26,8% de sua superfície total que é de 157.782.000 hectares, perfazendo 45.736.118 hectares (FUNAI, 2007). Duas dessas unidades estão

em locais considerados de interesse para a segurança nacional por estarem em contato direto com a faixa de fronteira, sendo as Terras Indígenas do Alto Rio Negro e a Terra Indígena Yanomami, podendo ainda ampliar este contato com as futuras Terras Indígenas Balaio e Marabitana Cué-Cué, em processo de regularização. A presença de comunidades indígenas na proporção existente próximo às áreas de fronteira associada com as atividades de desmatamento termina por propiciar o cenário desejado para a atividade de inúmeras Organizações Não-Governamentais com o discurso voltado para as causas ambientais e indígenas que dispõem de boa disposição em empregar um discurso pautado na ausência do Estado.

Do estado de Roraima temos os municípios de Amajari, Alto Alegre e Iracema fazendo contato fronteiriço com a Venezuela; em seu interior temos os municípios de Mucajaí, Caracarái, Rorainópolis, São Luiz, São João da Baliza, Pacaraima, Normandia, Bomfim, Cantá e a capital Boa Vista.

Sua densidade demográfica é menor do que o Amazonas, com 1,4 hab./km², apesar do índice de aumento de 4,6% ao ano e das migrações (IBGE, 2000).

Este estado possui uma economia voltada, principalmente para a agricultura, a pecuária, a extração madeireira e na mineração de ouro, diamantes e cassiterita. Possui uma indústria inexpressiva, voltada para a engenharia civil e beneficiamento de produtos da agricultura, principalmente a soja, cultivada por produtores oriundos do Centro-Oeste, atraídos principalmente pela demanda do mercado venezuelano. A soja ocupa 65% da área de cultivo mecanizada devido aos *inputs* feitos pelo projeto GRÃONORTE, implantado pelo governo estadual (RORAIMA, 2007).

O PIB é o menor do país e apesar de ter alcançado o valor de R\$ 1.864 milhões a preços de mercado, apresentando uma taxa real de crescimento de 4,1%, manteve a participação de 0,11% no total nacional (IBGE, 2004). A parcela de maior contribuição ao PIB do estado é da administração pública, com 56% (RORAIMA, 2007). Com a importação da energia da hidrelétrica de Raúl Leoni, na Venezuela, o governo está consolidando a infra-estrutura para receber projetos industriais, agroindustriais e de ecoturismo.

Tendo o menor PIB do país, Roraima concede incentivos fiscais às indústrias dispostas a se estabelecer no estado e deu início ao processo de privatização de empresas públicas como forma de aumentar sua receita. Três das principais empresas estaduais entraram no programa de privatização: a Companhia de Desenvolvimento de Roraima – CODESAIMA, a Companhia Energética de Roraima – CER – e a Companhia de Águas e Esgotos – CAER (PORTALBRASIL, 2007).

A mortalidade infantil registrada ficou em 38,10 por mil, bem maior que a média nacional de 34,58 (IBGE, 2000). A quantidade de médicos é de 11 para cada 10.000 habitantes e de leitos hospitalares é 2,4 por mil habitantes. O acesso à água chega a 79,2% da população e à rede de esgoto é de 62,9%. Segundo o IBGE (2000), a taxa de analfabetismo é de 12%. O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH diminuiu de forma expressiva na última avaliação, caindo de 8º para 13º lugar.

Dos 224.298,98 Km² da superfície de Roraima, 46 % são de Terras Indígenas, com a maior população indígena do país, constando 46.106 índios em oito etnias, sendo a maior delas a Yanomami (FUNAI, 2007), distribuídos ao longo da fronteira venezuelana, na T.I. do mesmo nome que a etnia, implicando, como no vizinho, Amazonas, em alguns problemas concernentes à questão de segurança.

Ambos os estados possuem questões de grande relevância na questão ambiental que terminam por se consolidar em motivos de grande atenção e preocupações mundiais, aí considerando também as causas indígenas e sociais que sempre estão compiladas nos discursos das ONG's, que desenvolvem trabalhos na região financiados por pesado capital externo, nem sempre fiscalizadas da devida forma e que terminam por exercer atividades lesivas aos interesses nacionais, conforme citado no Relatório Final da Comissão Parlamentar de Inquérito destinada a apurar a atuação irregular de ONG's (AHIMTB, 2002), como também apontado pelo General Maynard Marques Santa Rosa falando à Câmara Federal, em 2007, com base no relatório do Grupo de Trabalho na Amazônia – GTAM, ligado à Agência Brasileira de Inteligência – ABIN, que afirmou que dados dos serviços de inteligência dos órgãos de segurança – Forças Armadas, ABIN e Polícia

Federal – indicam que 100 mil ONG's operam na região, denotando que a atuação de instituições religiosas e organizações não-governamentais estrangeiras, a pretexto de ajudar as populações nativas, estariam praticando espionagem, se apropriando indevidamente de recursos naturais e pesquisas clandestinas para fins de biopirataria (AGÊNCIA CÂMARA, 2007).

Enfim, fica claro que a junção das variáveis socioeconômicas e políticas em uma região extensa, com as características naturais de grande dificuldade e que apresenta as deficiências observadas nas estatísticas demonstra que a área fica passível a ação de elementos que merecem atenção e cautela por parte das autoridades políticas na disposição de meios e condições para a constituição de um cenário de Defesa satisfatório para um país a altura do Brasil.

3.2.2. Faixa Colombiana

A área concernente à faixa colombiana engloba os departamentos de Amazonas, Vaupés e Guainía. Nesta seção vamos nos ater principalmente à economia, demografia, política e densidade da presença do governo nas áreas fronteiriças ao Brasil.

O departamento do Amazonas é o território mais ao sul do país, tendo uma densidade populacional de 0,73hab./Km². Fazendo parte de seu território temos os municípios de El Encanto, La Chorrera, La Pedrera, Miriti-Paraná, Puerto Nariño, Puerto Santander, Tarapacá e Letícia, que é o município com maior densidade populacional, com 5,8hab./Km², concentrando 60% da população do departamento e sendo a cidade mais expressiva da região, vizinha de Tabatinga, no lado brasileiro. A economia do departamento se fundamenta na extração de recursos naturais florestais, na agricultura, na caça e na pesca e, com expressivo aumento nos últimos anos, no turismo ecológico. O transporte pelo seu território se dá somente por meio de transporte aéreo e fluvial (GOBERNACIÓN DE AMAZONAS, 2007).

O Departamento de Vaupés está dividido em três municípios, sendo o de Caruru, Mitú e Taraira. A densidade populacional deste departamento é baixa, com 0,52hab./Km², considerando sua superfície que tem 54.135Km². Sua economia se baseia fortemente na agricultura e, mais recentemente, na

exploração mineral do ouro e da ilmenita (titanato de ferro), de valiosa importância econômica por servir em diversas ligas de metais leves, sendo usado como matéria-prima do dióxido de titânio e ligas de titânio para aplicações na indústria aeroespacial. Ademais o território carece de vias terrestres bem estruturadas e possui grande densidade de pequenos aeroportos (DANE, 2007).

O departamento de Guainía possui apenas um município, Inírida, além de outros *corregimientos departamentales*, sendo estes, na maioria, de resguardo indígena, o que termina por gerar muitos conflitos de terras, posto que a economia se desenvolve, sobretudo, na agricultura e exploração de ouro e diamantes inclusive muito próximos da tríplice fronteira com o Brasil e Venezuela. A densidade populacional é baixíssima, consistindo em 0,4hab./Km² (DANE, 2007).

A República da Colômbia possui um sistema político similar ao Brasil, consistindo em três poderes baseados no legislativo, executivo e judiciário. Seu PIB está em 28º lugar no mundo e seu IDH é considerado médio, com 0,79. Tem um futuro econômico considerado incerto pelos analistas mundiais com a queda dos preços e demandas em longo prazo dos dois principais produtos da economia: o café, pelo aumento da concorrência mundial e queda nos preços de mercado; e o petróleo, pela diminuição da demanda e das reservas ao longo dos anos. Porém o governo investe na constituição de alternativas na mineração e na redução dos níveis de desemprego, com concentrações de investimentos em educação. A maior preocupação é com as atividades paramilitares e de guerrilha, sobretudo com as FARC – Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia e a ELN – Exército Nacional da Libertação, que terminam por causar grande desestabilidade interna, consistindo em ameaças aos países vizinhos, tendo deslocado de 1,8 a 3,8 milhões de pessoas territorialmente e gerando medo e desconfiança nas empresas que desejam se instalar no país. Além disso, é a região de maior produção de derivados da cocaína, que são fornecidos pelo tráfico de drogas para Europa e, principalmente, Estado Unidos, do qual são obtidos os meios para se conduzir o financiamento das facções da guerrilha (CIA, 2007).

3.2.3. Faixa Venezuelana

A faixa venezuelana é composta por dois estados apenas. Junto a tríplice fronteira temos o estado do Amazonas que é o segundo maior em superfície da Venezuela, com 180.145Km² (19,38%) e uma população estimada para 2007 de 142.200 habitantes (0,3% do total nacional), que termina por se constituir em uma densidade baixíssima, com 0,7hab./Km². Da população do estado, 45% se identificam como indígena (INE, 2007). Está subdividido em sete municípios, sendo eles Alto Orinoco, Atabapo, Atures, Autana, Manapiare, Maroa e Rio Negro, este último junto à tríplice fronteira.

Sua economia é muito escassa em termos de produção, consistindo apenas na agricultura voltada para o consumo local. O governo está gerando novas fontes de desenvolvimento comercial a partir do aproveitamento da rede fluvial, investindo pesadamente no turismo ecológico. Nos mapeamentos geológicos realizados pelo governo venezuelano, desponta como um dos estados mais ricos em minérios, mas ainda sem nenhuma exploração (GOBIERNO INDÍGENA DEL ESTADO DE AMAZONAS, 2007). A infraestrutura de transportes é precária, possuindo vias terrestres com 33% asfaltadas e navegação fluvial dependente da época chuvosa, sendo a aviação, por excelência, o único meio de transporte plenamente utilizado, com diversas pistas de aterrissagem bem distribuídas. A população conta com um sistema médico-hospitalar carente, bem como sistema de saneamento adequado, com taxas de mortalidade próximas da média nacional, com 5,71 para cada mil habitantes. A taxa de mortalidade infantil, de 35,2 para cada mil habitantes, é enorme se comparada à média nacional, de 22,52 para cada mil habitantes (INE, 2007). O governo venezuelano está investindo na reestruturação deste estado com vistas a obter maiores índices de desenvolvimento e segurança, posto que existem ocorrências de atividades paramilitares da guerrilha colombiana na fronteira (CIA, 2007).

O segundo estado venezuelano em contato com a fronteira é Bolívar, com o perfil bem diferente em termos de desenvolvimento. Este estado possui uma densidade populacional muito superior, com 6,44hab./Km², representando 5,87% da população do país e com superfície igual a 238.000Km², ou seja, 26,24% do país (INE, 2007). A distribuição da população se dá em diversos

centros urbanos dos 11 municípios, sendo eles: Caroní, Cedeño, El Callao, Heres, Padre Pedro Chien, Piar, Roscio, Sifontes, Sucre, Raúl Leoni, e Gran Sabana, sendo estes três últimos fronteiriços do Brasil.

A densidade de vias terrestres é alta, como também a disponibilidade de meios aéreos. As maiorias dos meios de transporte se concentram nos municípios ligados ao Brasil. Possui um comércio altamente desenvolvido, como também uma produção agrícola avançada e moderna, pela disponibilidade de terras aráveis. A indústria de base é bem avançada, bem como a indústria voltada para a produção de beneficiamento de recursos florestais e agrícolas. A exploração de petróleo, ouro e bauxita representam boa parcela do produto deste estado, sendo bem alimentada por meio de recursos energéticos importantes, dentre os quais podemos destacar a Represa Raúl Leoni, que fornece energia para o estado de Roraima, no Brasil. O turismo ecológico e de aventura tem fama mundial e consiste em uma fonte de recursos em pleno desenvolvimento. O setor de comunicações também é bastante desenvolvido.

Embora o portal *Gobernación del Bolívar* (2007) afirme estas informações, não é possível analisar estatisticamente a situação em números.

A República Bolivariana da Venezuela possui Sistema Político similar ao Brasil e a Colômbia, constituído pelos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário. O PIB venezuelano encontra-se na 35ª posição com enorme participação da exploração e comercialização do Petróleo (30% do PIB), juntamente com a industrialização de produtos manufaturados de diversas categorias, que já começa a se igualar à produção petrolífera. Sua economia cresce fortemente apoiada por uma matriz energética, da qual 68,13% é de origem hídrica, com atenção à Hidrelétrica Raúl Leoni, com capacidade instalada de 10.000 MW (CVG EDELCA, 2007). Em longo prazo os analistas do país esperam um crescimento da economia impulsionada pela compra de derivados de petróleo (PDVSA, 2007) e das exportações de manufaturados, principalmente alinhados com os mercados europeu e asiático, com especial atenção à China. A mineração começa a explorar novos materiais com grande valor agregado e espera constituir um novo pólo de beneficiamento para ligas mais avançadas (Corporación Venezolana de Guayana, 2007).

A infra-estrutura de transportes é considerada boa, com uma densidade de autopistas que cobre boa parte do território e ferrovias, concentrando-se sobretudo do centro ao norte. Todo o território está bem servido de pequenos aeroportos. A educação demonstra ser outro aspecto bem estruturado, dispondo de um bom sistema de ensino, com universidades de ponta (VENEZUELA, 2007). Atualmente o governo se encontra em um momento de reaparelhamento e modernização de suas forças armadas, fundamentado no discurso de combate a guerrilha que ocasionalmente entra em seu território e na defesa da soberania nacional (FUERZA ARMADA NACIONAL, 2007).

As preocupações a despeito da segurança com a América do Sul e em especial, a Venezuela, está relacionada ao governo atual que conduz uma política entendida como controversa por Washington. Fundamentada no Socialismo Democrático, propõe fortalecer os movimentos sociais (apesar de sufocar fortemente movimentos da oposição) e atacar o discurso da globalização, alinhando-se com países contrários às diretivas americanas, como o Irã e Cuba. Demonstra fortes interesses de enfraquecimento das instituições democráticas, polarização política e grande tendência do emprego da violência contra a oposição. A Venezuela atual apresenta substantivo aumento dos índices internos de consumo de drogas, presença maior dos paramilitares colombianos ao longo de sua fronteira e super dependência econômica apoiada pelos preços flutuantes dos derivados de petróleo. O aumento dos danos ambientais causados pela mineração em terras indígenas em busca de novas fontes de matérias-primas sem atenção nos aspectos técnicos de exploração sustentada também é visto como um futuro desencadeador de aumentos de desigualdade interna. O fortalecimento de suas forças armadas, a lavagem de dinheiro do narcotráfico e a questão em torno de Essequibo⁷ tornam os analistas temerosos de uma desestabilidade de forças na América do Sul (CIA, 2007).

⁷ Em 1781 a Inglaterra tomou da Holanda, como presas de guerra, as colônias de Essequibo, Demerara e Berbice. Desde então a Venezuela reivindica esta área enfatizando sua legitimidade nos anseios e direitos históricos sobre a região.

Capítulo 4

4. Análise Espacial e a Decisão Estratégica

Podemos definir que nos processos concernentes ao planejamento estratégico de Defesa e preparo do emprego das Forças Armadas, a análise espacial sempre foi um dos elementos, quando não o principal, direcionador para que sejam conhecidas as variáveis necessárias à condução efetiva de uma ação, esteja no nível político ou operacional, bem sucedida.

As dimensões do planejamento estratégico e operacional, considerando todas as suas variáveis, possuem extrema subjetividade, afinal grande parte do que ocorre perpassa o meio socioeconômico, cultural, político local e regional, além das questões de segurança transnacionais modernas, o que termina por se consistir em um obstáculo quando se pretendem representar os cenários com todas as relações que nele ocorre. Isto ainda deve estar associado às características fisiográficas e materiais, portanto, o estrategista deve contar, além da boa informação compilada e condensada, com o bom senso na escolha dos caminhos e decisões a tomar. Para tanto os Sistemas de Informações Geográficas por meio do uso da Análise Espacial se consistem em poderosos meios de suporte à decisão, podendo ser mais eficientes quando apoiados por redes neurais.

Enfim, o desafio reside em criar modelos capazes de integrar a multiplicidade de dimensões e dados que fazem parte da configuração de um cenário no qual sejam objetivadas as ações de Defesa no plano estratégico e operacional e fornecer informações. Estes modelos não consideram apenas o espaço, como também a linha do tempo, norteando os planejadores, estrategistas e comandantes na concepção de idéias, incorporando um modelo dinâmico em geoprocessamento capaz de fornecer algum grau de previsibilidade em sistemas que materializem a subjetividade presente. Neste capítulo será feita uma abordagem demonstrando o uso e emprego da análise espacial em um cenário que procure simular uma situação próxima da realidade.

4.1. Contextualização

O cenário aqui criado parte das conclusões retiradas do projeto *Mapping The Global Future: Report of the National Intelligence Council's 2020*, bem como das reflexões realizadas pelo especialista em geopolítica, Alexandre Adler, acerca dos cenários expostos, presentes na edição francesa.

Segundo o *National Intelligence Council's – NIC* (2004) podemos vislumbrar quatro cenários possíveis diante do andamento dos fatos atuais. O mais favorável, denominado de **Pax American**; o **Mundo de Davos**, representado por uma onda mundial bem sucedida da globalização, com forte aporte da economia e diminuição do Estado; o **Novo Califado**, com a emergência de células contrárias à política norte-americana no Oriente Médio e Extremo sob orientação do líder da *Al-Qaeda*, Osama Bin Laden; e o considerado menos favorável, denominado como **Ciclo do Medo**.

Adler (2004) denomina o Ciclo do Medo como um cenário improvável, mas não impossível, no qual seriam necessárias diversas irrupções catastróficas, dentro das quais, se formariam os quadros mais suscetíveis à consolidação de um contexto mundial completamente desfavorável à política americana, onde a China seria o principal expoente econômico, alinhado com outros países e grupos contrários às diretivas de Washington. Trabalhou-se com esta hipótese para fundamentar a estória utilizada na construção do cenário, no qual ocorreram as situações de Defesa utilizadas neste estudo.

A consolidação deste cenário começaria por um alinhamento entre China, Rússia e Irã, que trabalhariam conjuntamente e declaradamente contra os Estados Unidos, aproximados com Sérvia, Grécia e Bulgária, o que terminaria por criar uma coalizão europeia sem precedentes, com um bloco geoeconômico de Brest à Vladivostok (NIC, 2004).

Os chineses tentariam substituir os investidores norte-americanos e japoneses na Europa, como já o fazem, buscando a contrapartida em tecnologias militares (NIC, 2004). Para tanto objetivam uma aliança com a OPEP por meio da companhia *offshore* CNOOC – *China National Offshore Oil Corporation*, buscando, sobretudo, concentrar a produção do petróleo mundial e do mercado nas bolsas asiáticas. Esta ação terminaria por forçar

uma desvalorização do dólar, que seria evitada pela concentração da moeda pelos americanos e em uma possível retração de seus investimentos com aumento das taxas de juros (ADLER, 2004).

Em grande medida o risco estaria contido e seria inevitável apenas se o alinhamento eurasiático coordenasse uma liberação dos trilhões de dólares acumulados na bolsa de Pequim, somados aos montantes acumulados na União Européia, da qual seus representantes estariam possivelmente interessados no futuro predomínio do Euro (€). Para tanto uma aproximação da China com a Venezuela, especialmente com a PDVSA – *Petróleos de Venezuela Sociedad Anônima* – é estratégica para este planejamento ser bem sucedido, posto que a proximidade geográfica deste país com a América do Norte o torna o único fornecedor potencial para os Estados Unidos fora do alinhamento Eurasiático.

É necessário, porém, desestabilizar a segurança regional na América do Sul, de forma a tornar possível uma ação pró-venezuelana neste sentido, acarretando no aumento dos riscos ligados às bolsas que possuem investimentos no continente. Nada mais previsível que o enfraquecimento das democracias por meio de ações das guerrilhas colombianas, agora espalhadas nos territórios peruano, venezuelano e boliviano (junto com os *cocaleros* de Morales) fortalecidas de forma indireta e secretamente pelos recursos venezuelanos, apoiados fortemente pelos barris de petróleo exportados com valores superiores a cem dólares (ADLER, 2004).

As agências de inteligência norte-americana concentrariam seus esforços na detecção dos fluxos de capital para este tipo de finalidade, porém ficam incapazes de se desdobrar em várias frentes, sob o risco de concentrarem seus esforços de guerra em apenas duas grandes frentes. A desestabilidade sul-americana apenas se tornará possível com a predominância das ações em largas faixas do território, porém os socialistas moderados presentes no Brasil não conseguirão se opor às ações andinas (NIC, 2004). De forma igual não terão força para conter as ações das Forças Armadas brasileiras, apoiadas fortemente pela opinião pública nacional, no sentido de suprimir toda e qualquer ação que atente sobre seu território e sua soberania.

A estabilidade sul-americana será decidida então em ações rápidas na Selva Amazônica, na confluência entre Brasil, Colômbia e Venezuela, área de atuação das guerrilhas apoiadas pelo então alinhamento eurasiático.

4.i A Construção de Índices de Segurança e Indicadores de Ameaça e sua Representação por Meio de Análise Espacial

No presente ainda não existe nenhum mecanismo, pelo menos ostensivo, que permita a identificação antecipada da formação de um futuro conflito por meio de índices de segurança. Existem sistemas comerciais de gestão da informação que emitem alertas, mas são destinados ao monitoramento de instabilidades que podem prejudicar operações comerciais e mercantis de grande vulto, sendo limitados na cobertura geográfica. Os poucos existentes oferecem parca transparência nas metodologias empregadas, dado o alto grau de complexidade e pioneirismo.

Segundo Hagmeyer-Gaverus & Weissmann (2003), existem três métodos utilizados no monitoramento de indicadores de conflitos. Inicialmente poderíamos citar os modelos estatísticos que compilam uma base de dados considerando a linha do tempo, como fazem o *World Bank* e a ONU, na previsão de conflitos ou do chamado desenvolvimento negativo⁸. Assim também o fazem as bolsas mundiais no monitoramento dos riscos que possam colocar em perigo os investimentos empresariais e a flutuação da taxa de câmbio do dólar.

Em segundo podemos indicar os sistemas baseados em modelos-peritos, que usam os dados para geração de informações extraídas e analisadas por expertises nas diversas áreas do conhecimento, criando um jogo separado de indicadores que será interpretado subjetivamente. Os modelos-peritos obtêm geralmente a informação em massa de informantes regulares, rapidamente e de maneira padronizada. Trabalham desta forma a CIA e a NSA. Suas fontes de informação incluem desde institutos de pesquisa educacional, universidades, e projetos patrocinados em terras estrangeiras até embaixadas, organizações não-governamentais (ONG), missões de reconhecimento e redes locais com observadores (PATTON, 1995).

⁸ Soma de eventos que, desencadeada, levaria ao surgimento de um conflito armado ou de uma guerra.

Em terceiro existem os sistemas de monitoramento e análise que avaliam o risco de conflitos por meio da cobertura sistemática e codificada de serviços de notícias, tais como a *Reuters* e *CNN*. Fundamentam-se na frequência dos eventos, seus desdobramento e direções, sendo inteiramente subjetivo e alimentado por interpretações de indicadores diversos, tais como conflitos armados, atentados violentos, manifestações da população de uma determinada região contra o regime vigente, etc.

No caso deste estudo foi feito o uso modificado, de forma a atender a realidade da área de estudo, de um modelo desenvolvido pelo *Stockholm International Peace Research Institute* – SIPRI. Este modelo é originalmente fundamentado apenas na entrada de dados estatísticos sociais e humanos, mas aqui também fará uso de elementos fornecidos por observadores, ou seja, por meio de elementos de Inteligência, bem como considerará os dados pertencentes à classificação fisiográfica da região, considerando a vegetação, os solos, o relevo, o clima e a hidrografia. A todas as categorias foram atribuídos os pesos devidos por nível de importância na esfera decisória. A unidade territorial, como dito anteriormente, é a dos setores censitários rurais do IBGE, portanto o índice será calculado para cada uma, estando atrelado ao seu centróide quando da análise gerada por meio da geoestatística.

4.i.1. Indicadores de Segurança Aplicados no Nível Estratégico

No cenário estabelecido fica evidente a preocupação com as possíveis investidas ou a tentativa de se obter sucesso com as mesmas dentro do território brasileiro, somadas ao apoio gerado por organizações que atuam coletando dados e insuflando a população contra o próprio Estado.

Para tanto se faz necessário conhecer as áreas que estariam sob uma maior vulnerabilidade. Consideraremos o índice de segurança aqui proposto como um elemento que, quando espacializado, indique as áreas que certamente estariam mais vulneráveis a manobras do inimigo, seja de natureza psicossocial como também militar.

Esta aproximação combinou, portanto, uma base de dados com uma espécie de modelo-perito, na qual os resultados fossem diretamente

analisados por um expertise e retro-alimentados pelo mesmo, bem como com novas informações atualizadas e fornecidas pelos serviços de inteligência.

A aproximação originalmente adotada considera um modelo regional composto por indicadores estatísticos, nos quais são multiplicados o fator de peso considerado para cada um, conforme orientação dos especialistas de cada área do conhecimento. Podemos visualizar na fórmula abaixo o modelo final utilizado pelo SIPRI:

$$\text{INDÍCE}_{\text{total}} = (\sum FE_a * p_a) - (\sum VI_b * p_b) + (\sum FA_c * p_c) - (\sum FD_d * p_d) + (\sum CP_e * p_e)$$

Onde:

a to *e* = representa o número de indicadores compostos.

p = Fator de Peso atribuído ao indicador.

FE = Fator Estrutural.

VI = Variável de Intervenção.

FA = Fator de Aceleração.

FD = Fator de Desaceleração.

CP = Características Particulares

O **Fator Estrutural** é entendido como a soma das variáveis (quase sempre, com maior importância, logo com maior peso) que contribuem para o surgimento do conflito, que podemos denominar como as pré-condições para seu surgimento. Neste caso é entendido como o fator determinante para, sobre uma região com as demais variáveis perfazendo um estado ótimo para surgimento de conflito, ser a ignição de maior vulto na estatística de monitoramento. No caso estudado será considerada a presença constatada de ameaças, tanto em forma de elementos e organizações infiltradas, como propriamente a presença de forças em território nacional, considerados como invasão ou ataque. Ressalta-se que este indicador é formado não apenas por elementos estatísticos, mas também por análises fornecidas pelos observadores e analistas de informação.

A **Variável de Intervenção** pode ser entendido como a soma de tudo aquilo que funcione como um elemento de mitigação sobre o Fator Estrutural, minimizando sua projeção e força. Aqui foi considerado a presença militar e o seu raio de ação, bem como um tempo de resposta sobre as distâncias calculadas.

O **Fator de Aceleração** é a soma das variáveis atribuídas de peso mediano que possam tornar viável ou não o conflito. Por vezes o Fator Estrutural e a Variável de Intervenção podem tornar o ambiente propício a uma manobra, porém se não houver condições como a aceitação mínima por parte da população local ou elementos de fornecimento de informações ou suprimentos, a mesma tornar-se-ia inviável e seria certamente descartada. Aqui foi considerado o nível de atuação de organizações com potencial técnico para levantamento de informações, com discurso fortemente voltado para a ausência do Estado e pregando a aceitação de valores externos, atuando em locais onde existe parca estrutura para atendimento de necessidades básicas das populações.

Contrário ao indicador explicado, existe o **Fator de Desaceleração**, que é a soma de variáveis com peso igual à variável de aceleração, que seriam as ações realizadas para sanar os problemas constatados que poderiam se constituir em fundo de aproveitamento para organizações de ação anti-Estado.

As **Características Particulares** são formadas pela soma de variáveis compostas pelas características da geografia da região. Aqui é considerado o meio físico, com peso atribuído, posto que se as variáveis restantes demonstrarem um resultado propício para uma ação, a mesma se tornará possível ou não se for passível de ser empreendida no terreno adequado, considerando a vegetação, os solos, o relevo, o clima, a hidrografia e a possibilidade de trafegabilidade.

Dentre todas as variáveis explicadas uma deve estar sob especial atenção, posto que nos dias hodiernos é uma das mais utilizadas no desencadeamento de conflitos, tanto internos como externos, quando se fala em intervenção, principalmente. O Fator de Aceleração é voltado para a detecção de características ligadas ao plano econômico, social e político, devendo refletir em um único indicador o nível de satisfação da população, tal como sua expressão cultural, necessidades básicas atendidas, bem como a ação política e social que organizações possam ter sobre a área e seus habitantes. Por si só é um indicador deve ser monitorado, somando-se o maior número de variáveis, de forma a ser eficiente na observação deste tipo

de vulnerabilidade, que acaba por se consistir em uma brecha para ações externas. No modelo adotado foram utilizadas diversas variáveis, como explicado, que compilam um dos cinco sub-indicadores da fórmula. Na tabela 2 podemos visualizar as variáveis utilizadas.

<i>Categoria do Sub-Indicador</i>	<i>Variável</i>
1. Fator Estrutural – Ameaças (a)	Presença de Forças Adversas Localizadas Forças Militares Inimigas Localizadas Organizações Anti-Estado Localizadas Força e Alcance
2. Variável de Intervenção – Forças Militares (b)	Localização em relação às ameaças Tempo e Condições de Resposta Distância Controle
3. Fator de Aceleração (c)	Desenvolvimento Humano (IDH) Ausência do Estado Violência, Crimes e Ilícitos Tensões Internas Ação de Organizações Disputas de Terra e sobre Recursos Naturais Distância das Ameaças
4. Fator de Desaceleração (d)	Ações de Supressão de Conflitos Ações de Segurança Pública Diminuição de Tensões Localizadas Aumento de Operações Psicológicas Aumento da Presença Militar
5. Características Particulares (e)	Solo Vegetação Clima Hidrografia Trafegabilidade

Tabela 2 – Sub-Indicadores da Fórmula e Variáveis.

Certamente não se pretendeu esgotar a complexidade regional da região nas variáveis escolhidas, posto que isto exige um nível de informações extremamente detalhadas e oriundas de diversas áreas do conhecimento.

Variável	Fonte e Critérios
Presença de Forças Adversas Localizadas	Monitoramento em Campo, Subjetivo
Forças Militares Inimigas Localizadas	Monitoramento em Campo, Subjetivo
Organizações Anti-Estado Localizadas	Receita Federal, Monitoramento
Força e Alcance	Monitoramento em Campo, Subjetivo
Localização em relação às ameaças	RECODOM
Tempo e Condições de Resposta	Critérios Subjetivos e de Cálculo
Distância	Distância Direta
Controle	Recobrimento por Radar
Desenvolvimento Humano (IDH)	Desenvolvimento Humano (IDH)
Presença do Estado	Órgãos e Ações do Estado em Diversas Áreas
Violência, Crimes e Ilícitos	Base de Dados Instituto de Criminalística
Tensões Internas	Existência de Tensões
Ação de Organizações	Quantidade e Tipo
Disputas de Terra e sobre Recursos Naturais	Existência de Disputas Internas
Distância das Ameaças	Distância Direta das Ameaças
Ações de Supressão de Conflitos	Ações de Supressão de Conflitos
Ações de Segurança Pública	Ações de Segurança Pública
Diminuição de Tensões Localizadas	Diminuição de Tensões Localizadas
Aumento de Operações Psicológicas	Aumento de Operações Psicológicas
Aumento da Presença Militar	RECODOM
Solo	Classificação por Natureza de Trafegabilidade
Vegetação	Classificação por Natureza de Trafegabilidade
Clima	Impactos sobre as Operações
Hidrografia	Hidrografia para Trafegabilidade
Trafegabilidade	Soma das variáveis apresentadas mais MDT ⁹

Tabela 3 – Variáveis, Fontes e Critérios.

⁹ Modelo Digital de Terreno

Na tabela 3 podemos visualizar as variáveis, fontes dos dados e critérios utilizados. Para as variáveis apresentadas foram utilizadas fontes de dados diversas, desde o último Censo realizado pelo IBGE, como também de segurança pública, do Instituto de Criminalística da Polícia Federal. O objetivo foi demonstrar que por meio de informações-chave e disponíveis pode-se chegar a níveis de conhecimento interessantes para a prevenção de ameaças. No desenvolvimento da aplicação do experimento serão explicadas as demais variáveis e suas fontes.

4.i.2. Aplicação do Experimento no Cenário

Considerando o cenário apresentado e tomando como premissa a proteção da Faixa de Fronteira na área de estudo, que segundo a Lei nº. 6.634, de 2 de maio de 1979, no seu Artigo 1º, é [...] *a faixa interna de 150 Km (cento e cinquenta quilômetros) de largura, paralela à linha divisória terrestre do território nacional [...]*, devemos ter em mente que é imperativo possuir um sistema que detecte, com grande precisão, as ameaças existentes no terreno, de forma a possibilitar o dimensionamento do Fator Estrutural, que deve sempre ser fundamentada em monitoramento constante por meio de sensores remotos e equipes locais. Para tanto é imprescindível o uso de equipamentos que sejam capazes de monitorar a área de estudo com eficiência, consideradas as dificuldades inerentes à região e que possam indicar áreas potenciais para levantamento por meio humano. Neste estudo simularemos a aquisição de informações por meio de Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANT's) equipados com Radar Interferométrico de Abertura Sintética (InSAR), Radar de Reconhecimento Aproximado (RASURA) e câmeras infra-vermelhas e termais.

A aquisição de maior primor em sensoriamento remoto atualmente, considerando altos níveis de acurácia e precisão elevada e tendo em vista o levantamento do terreno em baixo tempo é realizado com uso do deste sensor operando em frequência dupla (banda X e P), posto que torna possível realizar levantamentos em condições meteorológicas extremas e diuturnamente, não sendo necessário o uso da luz do Sol (MURA, 2001). O uso desta ferramenta é imprescindível na preparação de uma resposta rápida às necessidades de recobrimento emergenciais onde sejam detectadas

ameaças potenciais. Desta forma contribui para a composição de planos de informação preciosos na composição de um suporte a decisão militar fundamentado em um Sistema de Informação Geográfico, considerando que seu sensor difere áreas construídas e corpos artificiais de naturais, o nível de superfície e elevação como também as dimensões das edificações e massas naturais (Figura 14).



Esta tecnologia quando associada a Veículos Aéreos Não-Tripulados – VANT's com tecnologia *Stealth*¹⁰ e câmeras termais, são uma excelente opção para uso militar.

O equipamento sugerido para aplicação neste tipo de região é composto pela Família de Veículos da DENEL, empresa de segmento militar da África do Sul, país com o qual o Brasil cria uma grande aproximação em diversas áreas, inclusive tecnológica.

Segundo informações fornecidas pela própria empresa os VANT's que mais se adequa ao trabalho são:

- 🇧🇷 **SERAPH** – lançado de plataforma móvel com alcance de 1.300km (acima de 250km realiza operações programáveis), velocidade máxima de 0.85 Mach (1.014 km/h) a uma altitude de 10.000m com nível baixo de ruídos, equipado com InSAR e RASURA de fábrica ou adaptado, bem como câmeras termais de observação e miragem *laser* para suporte a tiro orientado (Figura 15);

¹⁰ Do inglês, furtivo. Denomina-se toda tecnologia que torna o veículo invisível à detecção por RADAR.

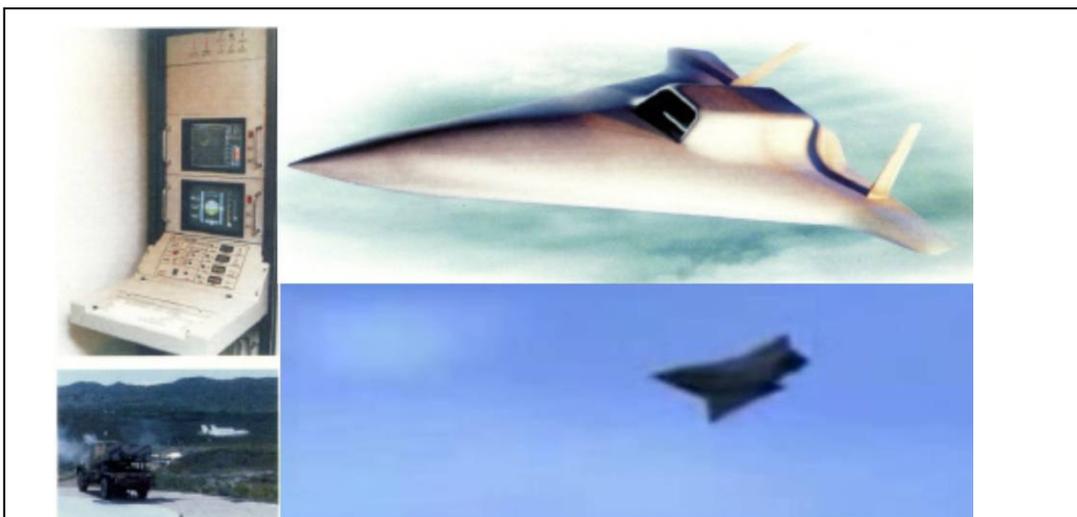


Figura 15 – Estação de controle em torre, estação de lançamento equipada em veículo terrestre, ilustração do SERAPH e foto em voo de divulgação. Fonte: Departamento de Marketing, DENEL.

🇺🇲 **SKUA** – lançado de plataforma transportável, com alcance igual ao anterior e velocidade máxima de 0.86 Mach (1.026 km/h) a uma altitude de 10.000m, podendo ser equipado com diversos tipos de armamento (Figura 16).



Figura 16 – Veículo equipado com mísseis ar-terra, estação de lançamento transportável, estação de controle em sala e foto de lançamento para divulgação. Fonte: Departamento de Marketing, DENEL.

Logo consideramos que no nosso cenário as Forças Armadas possuem tais equipamentos que, por certo, seriam os mais adequados para a realização de

monitoramento, varredura, geração de dados para operações e, quando necessário, supressão de uma ameaça.

O **Fator Estrutural** então seria formulado a partir de dados detectados pelo uso destes equipamentos, como colocado na Figura 17. No nosso cenário foram posicionados próximos à fronteira de onde poderiam ter uma mobilidade razoável considerando o terreno, a pedologia e a drenagem. Após sua detecção é realizada uma avaliação subjetiva dos riscos, bem como uma avaliação acerca da relação entre o número de ameaças e sua velocidade no terreno sobre a dimensão de área da unidade territorial, sendo normalizada para valores indexados.



Para a criação da **Variável de Intervenção**, foram utilizados os dados fornecidos pelo Comando de Operações Terrestres – COTER por meio do RECODOM 1997 – Relação de Códigos das Organizações Militares e localização dos Pelotões de Fronteira, para os Estados do Amazonas e Roraima. A partir destes dados foram gerados mapas de distâncias em *buffer*¹¹ para 50 km para pelotões e 100 para uma OM, distâncias consideradas de grande eficiência para a ação imediata. Podemos visualizar na Figura 18 as Organizações Militares (pirâmide amarela), os Pelotões de Fronteiras (pirâmide vermelha), a Faixa de Fronteira em amarelo listrado e o *buffer* das distâncias citadas em azul transparente.

¹¹ Em geoprocessamento utiliza-se este termo para designar uma distância a partir de um ponto com um raio determinado.

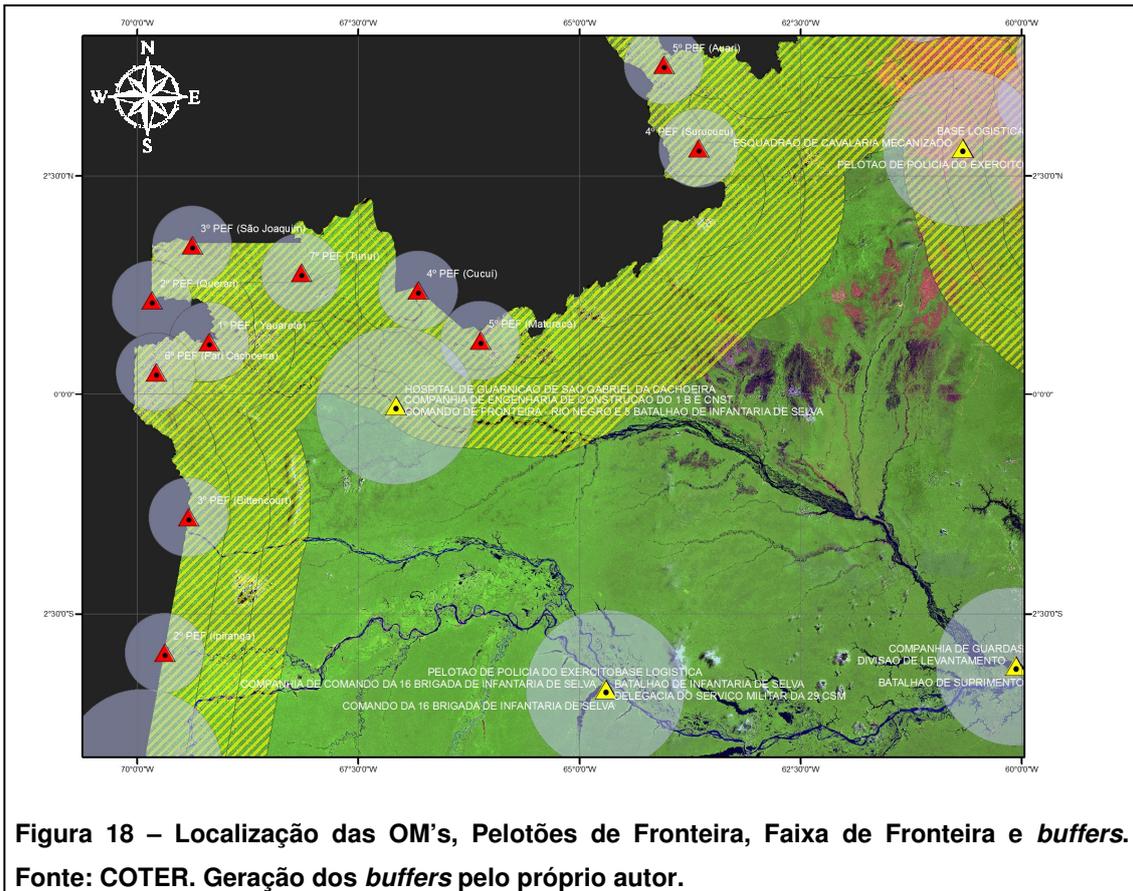


Figura 18 – Localização das OM's, Pelotões de Fronteira, Faixa de Fronteira e buffers.
Fonte: COTER. Geração dos buffers pelo próprio autor.

As unidades territoriais que estão sobre um receberam valores relativos, tendo como orientação a distância do seu centróide em relação às distâncias para posterior normalização. Não estar na área considerada de atuação direta implicou em valores menores na variável de intervenção.

O **Fator de Aceleração**, como dito antes, foi executado sobre informações que pudessem ser calculadas no sentido de valorar as condições psicossociais da área, permitindo perceber quais os níveis de aceitação da população, as condições de penetração de ações externas como mitigadoras de tensões existentes, a influência dos ilícitos na região e a ação de organizações, considerando seus fins e financiamento. Cada variável foi valorada em sub-índices que foram somados e divididos pelo número de variáveis utilizadas. O IDH – Índice de Desenvolvimento Humano, apesar de não ser considerado um bom indicador, foi aqui utilizado como uma das variáveis escolhidas. Este Fator foi o mais complicado na mensuração, posto que as fontes de informações além do IBGE são parcas.

O IDH foi calculado seguindo os parâmetros para cada unidade territorial. A presença do Estado foi calculado sobre informações coletadas na *Internet* acerca de órgãos das áreas de saúde e educação atuantes na região, sendo mensuráveis por quantidade de atendimento e densidade da população. A valoração do nível de violência veio dos dados disponíveis das Secretarias de Segurança dos Estados do Amazonas e Roraima, novamente sobre o tamanho da unidade, bem como ilícitos transnacionais, como o tráfico de drogas. A dificuldade consistiu em saber onde os crimes foram cometidos, logo que não é compilado o local no Boletim de Ocorrência, mas o local da apuração. Os desdobramentos foram efetuados sobre a descrição, manualmente, para os últimos três anos. Novamente foi cruzado com a área da unidade e normalizado posteriormente.

A existência de tensões foi retirada das informações noticiadas, baseando-se em “Sim = 1” (se existe, não importando a quantidade) e “Não = 0” (quando não existe nenhuma). A ação de organizações foi mensurada na localização pontual com base em informações veiculadas na Internet, sendo classificada pelo tipo de financiamento (externo ou interno). O nome das organizações não será divulgado, não sendo objetivo deste trabalho nomeá-las. A distância das ameaças foi mensurada a partir de *buffers*. Quando estes tocavam uma unidade, elas imediatamente recebiam valores maiores neste sentido.

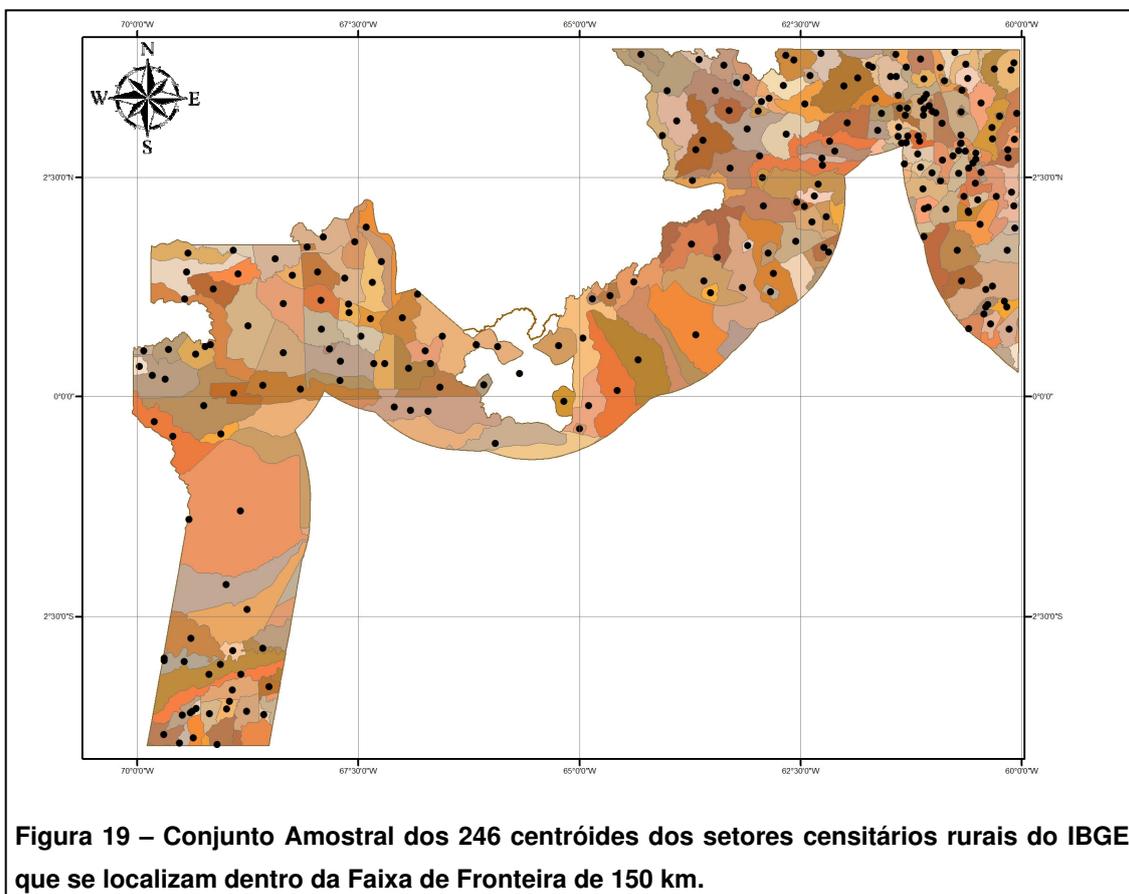
O **Fator de Desaceleração** foi executado da mesma forma, sendo utilizado como critério a existência de equipamentos mínimos de saúde e educação e a distância direta deles. Quando uma ausência é constatada fica dimensionada de forma indexada, indicando a necessidade de atuação do Poder Nacional no sentido de suprimir estas falhas que podem retardar ações de aproveitamento direto da população.

As **Características Particulares** foi realizada pela análise dos dados do Meio Físico, sendo suas características cruzadas com as unidades territoriais utilizadas. Cada classe dos Planos de Informação de Clima, Solo, Vegetação e existência de vias, hidrográficas ou terrestres, foi avaliada e indexada.

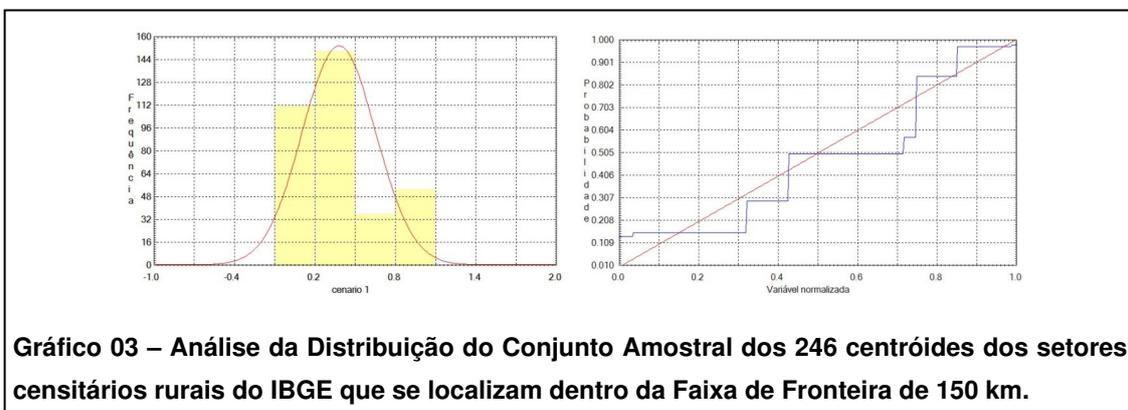
Finalmente foram incluídos na fórmula na ordem apresentada os valores para cada um dos componentes, indicando os locais onde pode existir graus maiores de ameaças.

Considerando o Fator Estrutural e a Variável de Intervenção valorados em 0 (zero), vamos analisar o resultado para os outros três componentes, que formariam um cenário de áreas predispostas à atuação de atores externos pela ausência do Poder Nacional. O método de *krigeagem* ordinária foi aplicado ao índice com o objetivo de analisar áreas potenciais para o surgimento de uma tendência de predisposição de problemas sociais somados à atuação de organizações, ilícitos transnacionais e potencializados pelas dificuldades inerentes ao meio físico.

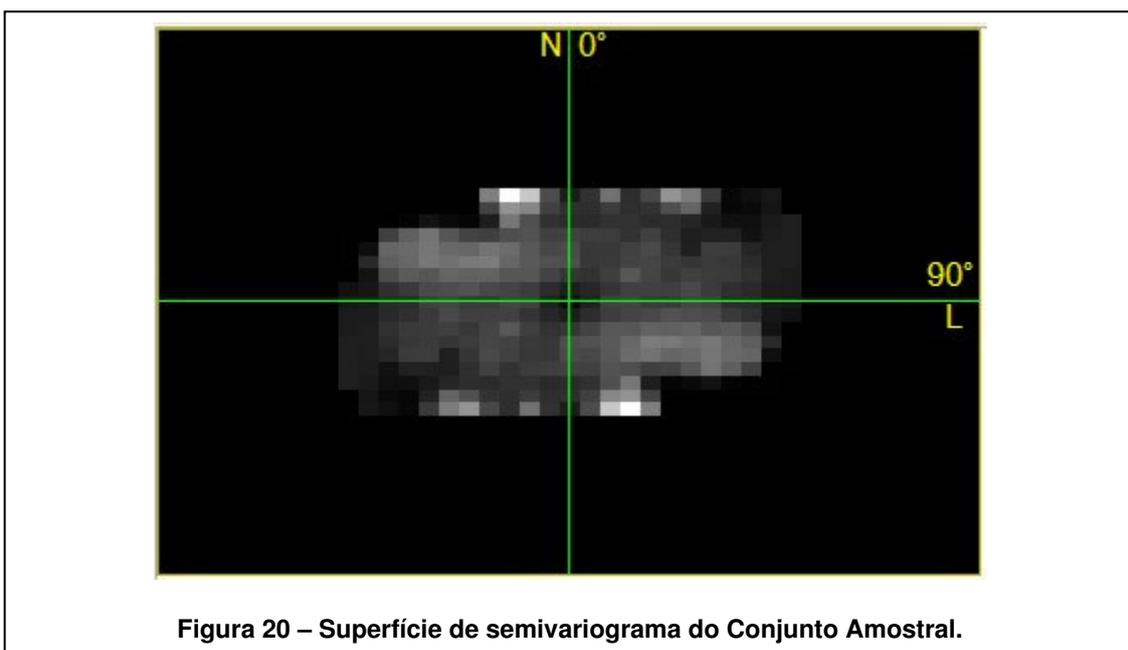
Inicialmente foi gerado um conjunto de pontos formado pelos centróides das unidades territoriais que se encontravam dentro da Faixa de Fronteira para que fossem associadas aos atributos do objeto de estudo, que são os índices calculados para cada polígono. O conjunto amostral pode ser observado na Figura 19.



A partir desses dados procedeu-se a análise estatística das distribuições para averiguar a aplicabilidade do método de *krigeagem*. O conjunto amostral (Gráfico 2) apresentou um comportamento coerente para a hipótese na normalidade de sua distribuição, não apresentando grandes impedimentos na aplicação da *krigeagem* ordinária no processo de interpolação.

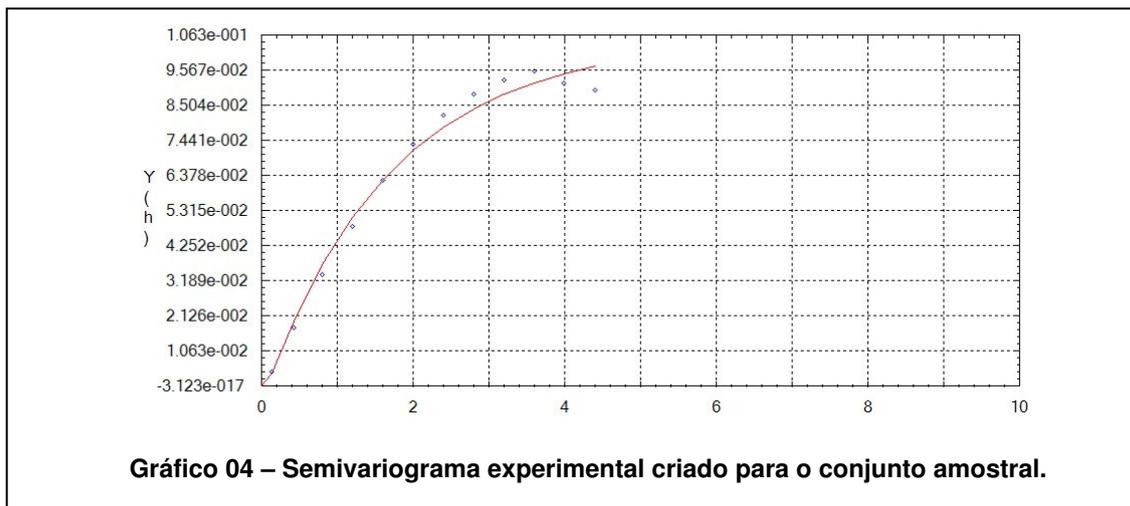


A análise para a detecção de anisotropia por semivariograma de superfície apontou para uma tendência isotrópica, como podemos ver na Figura 20.

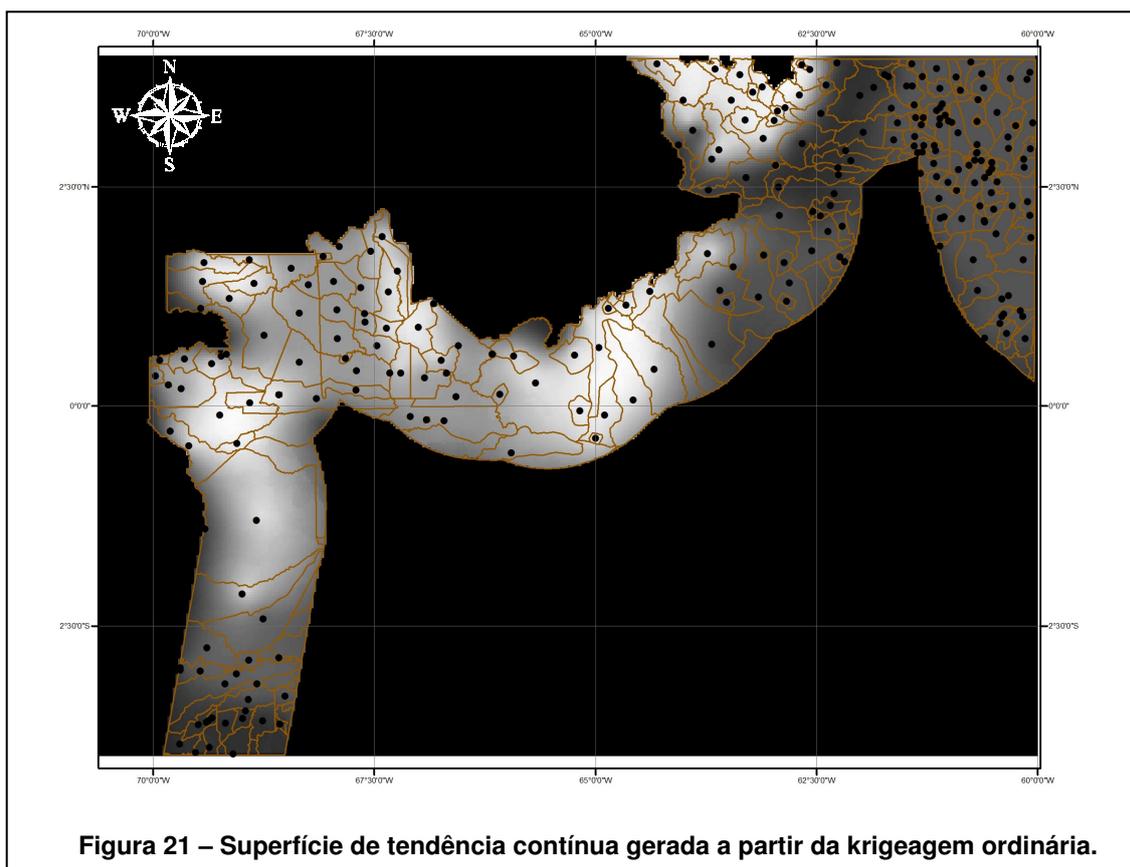


O alcance do semivariograma aponta para a existência de correlação espacial dentro de distâncias da ordem de 50 km. Nas análises aqui apresentadas, os semivariogramas foram determinados para *lags*¹² de 25 km para o conjunto amostral. Houve sucesso na determinação do semivariograma que foi bastante próximo da função exponencial ajustada a ele (Gráfico 04).

¹² Intervalos para o processamento das faixas de valores geoestatisticamente.



A partir da superfície de tendência gerada podemos observar o incremento em algumas áreas, em tons mais claros, que indicaria valores maiores para vulnerabilidade, dentro dos critérios adotados (Figura 21).



O modelo gerado se apresenta em níveis de cinza e para se obter uma maior percepção faz-se necessário que se utilize o fatiamento da grade, de forma que possamos colocar em níveis de cores os níveis alcançados. Feito

isso se tem o mapa de vulnerabilidades para as categorias escolhidas (Figura 22).

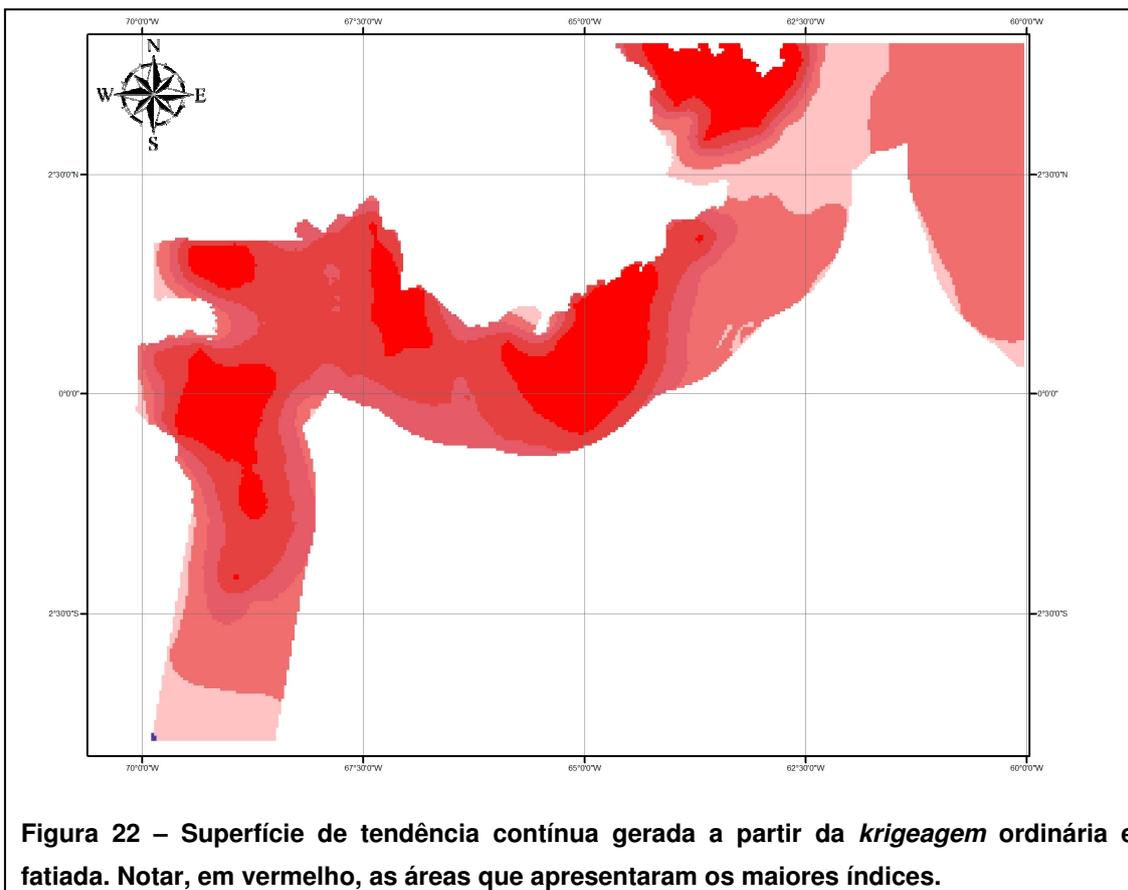


Figura 22 – Superfície de tendência contínua gerada a partir da *krigeagem* ordinária e fatiada. Notar, em vermelho, as áreas que apresentaram os maiores índices.

A categoria relativa a uma vulnerabilidade alta, em vermelho, aponta para quatro grandes áreas que apresentam uma grande tendência para um alto índice de **Fator de Aceleração**. Premente a chegada de informações de ações de ameaças na Faixa, o mapa serve de alerta para que sejam realizadas ações de todas as expressões do Poder Nacional na consolidação de políticas públicas para sanar estas vulnerabilidades que podem ser altamente prejudiciais quando da eclosão das ações de uma ameaça que pode causar grandes danos. Segundo as palavras do General Maynard Santa Rosa falando sobre a presença de ONG's na Amazônia e o Poder Público, ocorre justamente a ausência do Estado nesta região. Ele afirma:

[...] As Forças Armadas estão presente nas áreas de fronteiras, cumprindo seu papel de Defesa Nacional. No entanto, órgãos civis, como o INCRA, a FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), MEC (Ministério da Educação), entre outros, estão ausentes [...].

Considerou-se, para uma segunda simulação, a presença de ameaças detectadas por meio do monitoramento e varredura realizada pelos VANT's. Tais ameaças devem passar por uma análise para se verificar seu nível de classificação, fundamentada na sua força e velocidade. Para tanto podemos fazer uso de uma representação fundamentada na densidade para cada ponto no terreno, dimensionando para seu raio o nível dado na sua classificação (Figura 23).

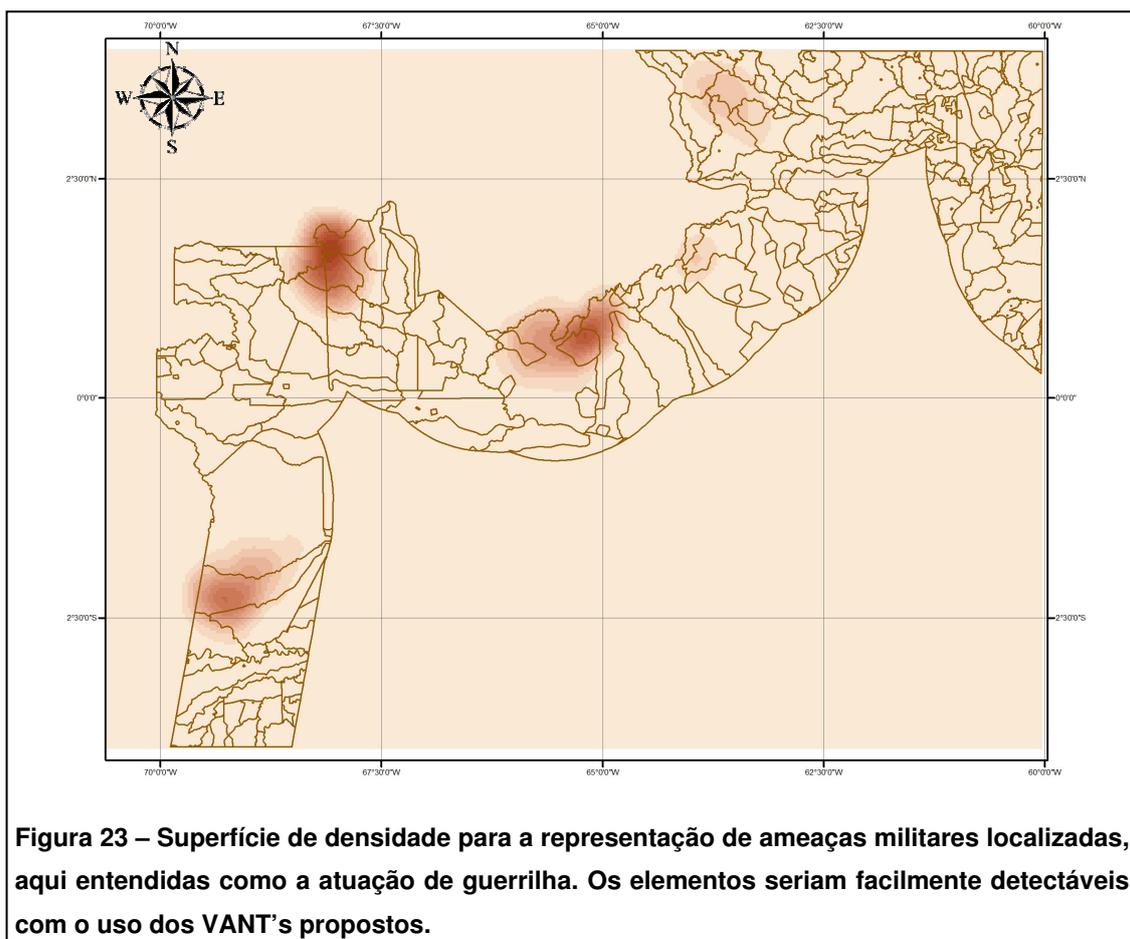


Figura 23 – Superfície de densidade para a representação de ameaças militares localizadas, aqui entendidas como a atuação de guerrilha. Os elementos seriam facilmente detectáveis com o uso dos VANT's propostos.

Desta forma tirou-se o *buffer* desta análise e criaram-se os atributos que foram associados aos centróides das unidades territoriais para a criação do **Fator Estrutural**. A **Variável de Intervenção** foi dimensionada como explicado anteriormente.

Os valores de semivariograma e *lags* foram mantidos, posto que se trabalhou com o mesmo conjunto amostral, apenas com novos valores indexados. Dentro dos novos critérios e após o fatiamento temos uma nova modelagem para o índice de segurança proposto, como podemos visualizar na Figura 24.

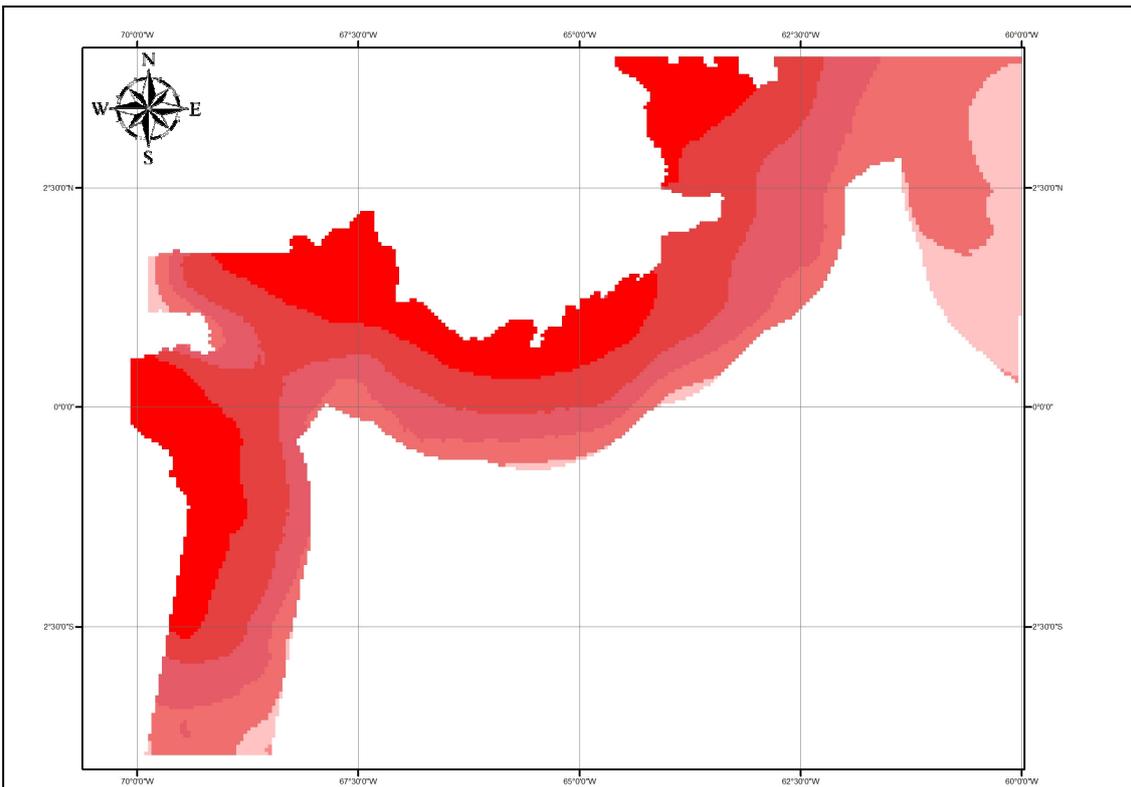


Figura 24 – Superfície de tendência contínua gerada a partir da *krigeagem* ordinária e fatiada. Notar, em vermelho, as áreas que apresentaram os maiores índices. Nesta modelagem foram consideradas o Fator Estrutural e a Variável de Intervenção na composição do índice.

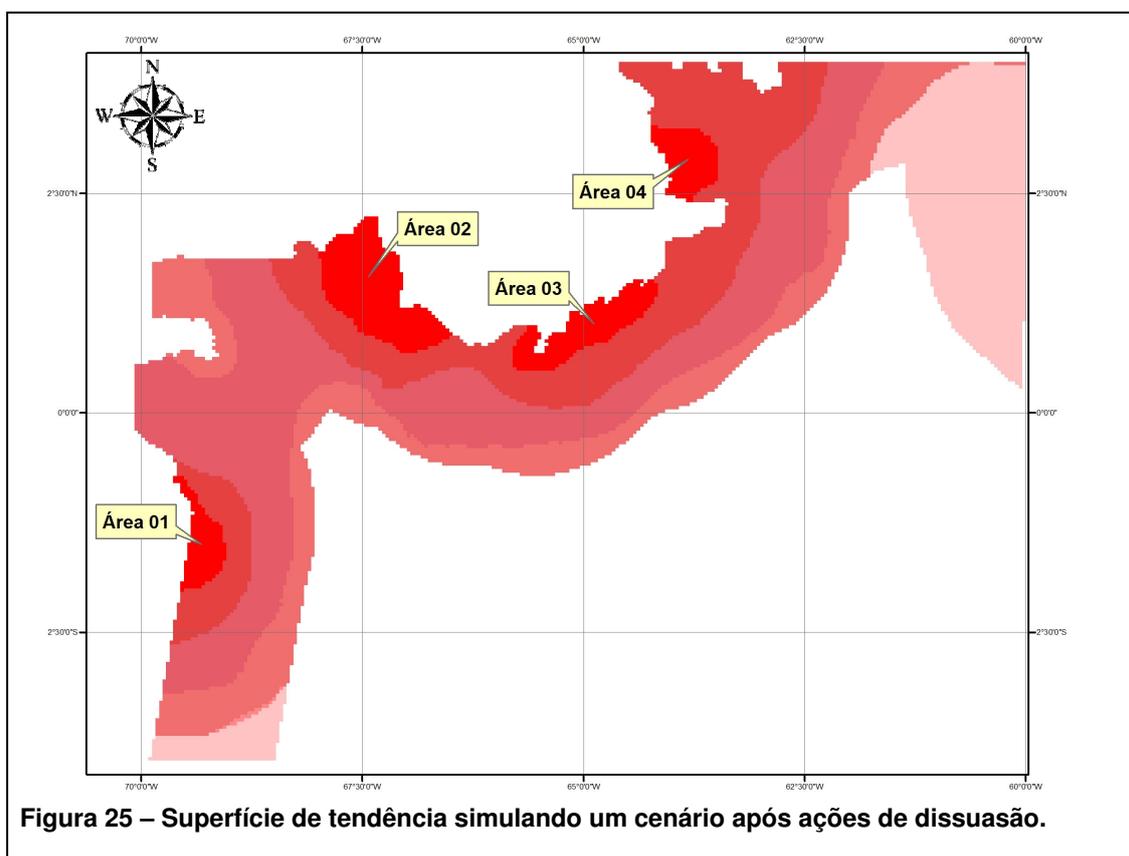
Fica evidente que o cálculo do índice considerando as ameaças levou a um aumento das áreas mais críticas no mapa, indicando as regiões mais prováveis de sofrerem uma atuação de grupos que tem grande interesse no caos estabelecido com os conflitos, como também mais propícios para novas investidas.

A ferramenta neste momento dá suporte ao decisor na visualização imediata de áreas críticas, posto que torna possível a antevisão espacial das vulnerabilidades. Neste caso, com as variáveis apresentadas, ficou evidente da grande possibilidade das áreas mais destacadas serem as mais vulneráveis.

Deve ser bem observado que a correlação é alta quando da leitura das atividades das ONG's agindo próximo as Terras Indígenas, onde novos recursos são descobertos e o interesse internacional aumenta a cada dia, especialmente em faixa de fronteira.

Neste momento, considerando o quadro geral da situação, bem como as áreas de tensão apresentadas, as informações geradas servem para o direcionamento de ações do Poder Nacional, tendo em vista minimizar a os elementos que atuam em meio à sociedade, fazendo uso de discursos que apontam a ausência do Estado, para cooptar os apoios locais necessários para ações bem sucedidas. O incremento de ações por meio de políticas públicas nas áreas de saúde, educação e segurança pública são bem indicados, assim como a regularização fundiária e a organização da exploração mineral para a diminuição de tensões. O aumento da estrutura militar na região, com vistas a criar um cenário dissuasório eficaz, por meio da intensificação da presença no território é indispensável, bem como com o aumento substancial de operações.

De forma a vislumbrar o cenário que decorreria das ações sugeridas e que, por certo, resultaria em novos valores para as variáveis, diminuiu-se os valores ligados ao Fator de Aceleração e aumentaram-se os de Desaceleração, resultando em uma nova modelagem para o índice. Novamente os valores de semivariograma e *lags* foram mantidos respeitando o mesmo conjunto amostral. O resultado é visualizado na Figura 25.



4.i.3. O Uso de Redes Neurais na Análise Espacial

O breve conjunto de procedimentos aqui demonstrado foi adotado com o intuito de se demonstrar a aplicação de redes neurais para a aquisição das informações de forma mais rápida e eficiente, dado que com um sistema fundamentado nesse tipo de tecnologia e retro-alimentado com dados e informações dispensaria os procedimentos adotados que demandam certo tempo para serem aplicados. O emprego das redes neurais na análise espacial reduziu o tempo de processamento, demonstrando resultados satisfatórios.

No presente trabalho optou-se por utilizar o algoritmo *backpropagation* e a função *BIGNET + FEEDFORWARD*, disponível na interface do SNNS¹³. Este programa, como todos os outros que modelam utilizando RNA, necessitam estar contidos em intervalos de valores entre 0 e 1. O trabalho buscou a determinação de valores indexados, logo os dados gerados poderiam ser aplicados diretamente no programa.

Estando com esses arquivos preparados foram realizados os treinamentos do sistema por meio do painel de controle do programa. Estes treinamentos foram realizados de forma supervisionada indicando as saídas desejadas, minimizando o erro do programa.

Um conjunto de dados de entrada é utilizado para treinar a RNA, possibilitando o adquirir os erros de saída e comparar com a saída desejada, indicada pelo usuário. No decorrer deste processo deve ser utilizado um outro conjunto de dados para validação. Após este treinamento é adquirido um conjunto de dados de previsão para verificar o desempenho da RNA.

Os valores utilizados para calibrar as funções de aprendizagem, atualização e inicialização de pesos e demais parâmetros necessários para realização dos treinamentos foram os indicados pelo manual do SNNS.

Os dados utilizados foram os planos de informação gerados por meio da krigeagem para cada componente na fórmula e submetidos ao SNNS que realizou a leitura das variáveis, sendo apresentado os resultados desejáveis que foram demonstrados nas figuras 24 e 26.

¹³ Disponível em <http://www.lix.polytechnique.fr/~liberti/public/computing/neural/snns/>

Os procedimentos realizados foram repetidos até serem alcançados os níveis desejados de previsão, considerados ideais para este trabalho.

No Gráfico 05 podemos visualizar o monitoramento do aprendizado indicado pela interface do programa, que demonstra a relação entre a saída desejada e a saída produzida pela redução da soma dos erros quadráticos.

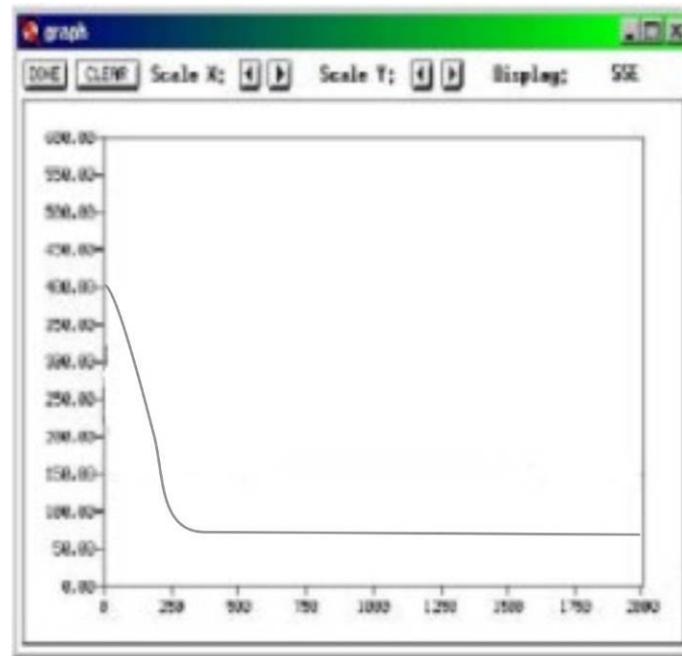


Gráfico 05 – Resultado da Avaliação do treinamento.

O experimento foi realizado com o algoritmo *backpropagation* na camada oculta e ciclos de 1000 e 2000. A calibração do modelo foi realizada por meio da interface com SNNS (Figura 26).

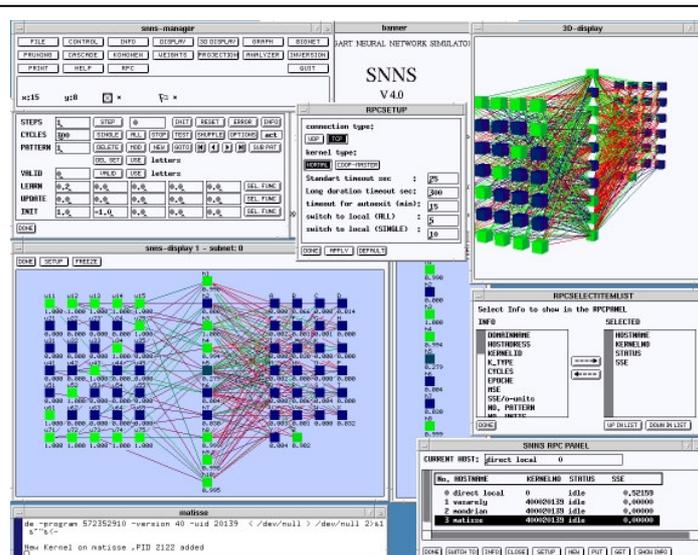


Figura 26 – Interface do Programa e Indicadores de Avaliação do Treinamento.

Os dados de entrada para averiguar os resultados da modelagem realizada pela RNA foram os que resultaram na figura 27. Podemos visualizar a manipulação dos dados desde a entrada, processamento.

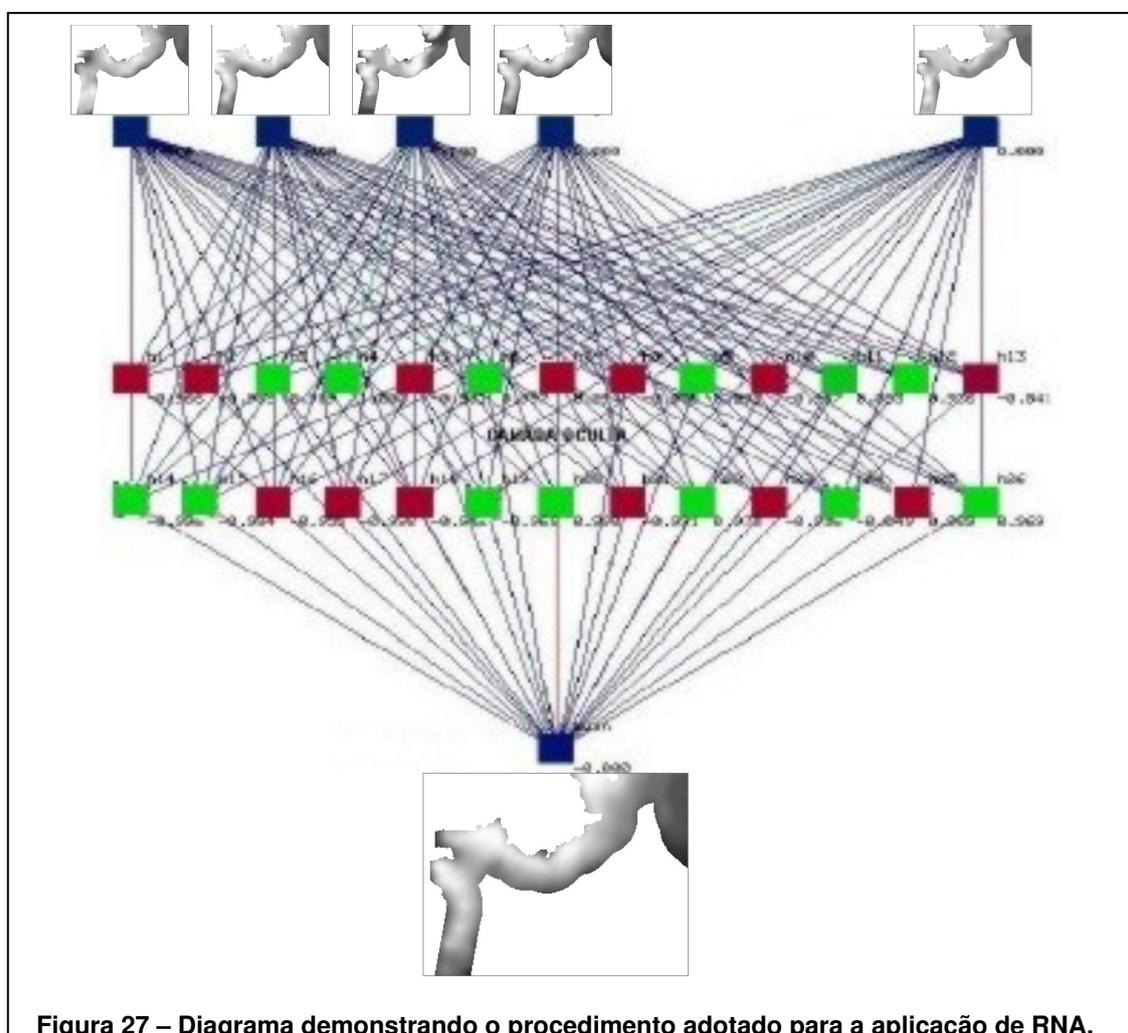
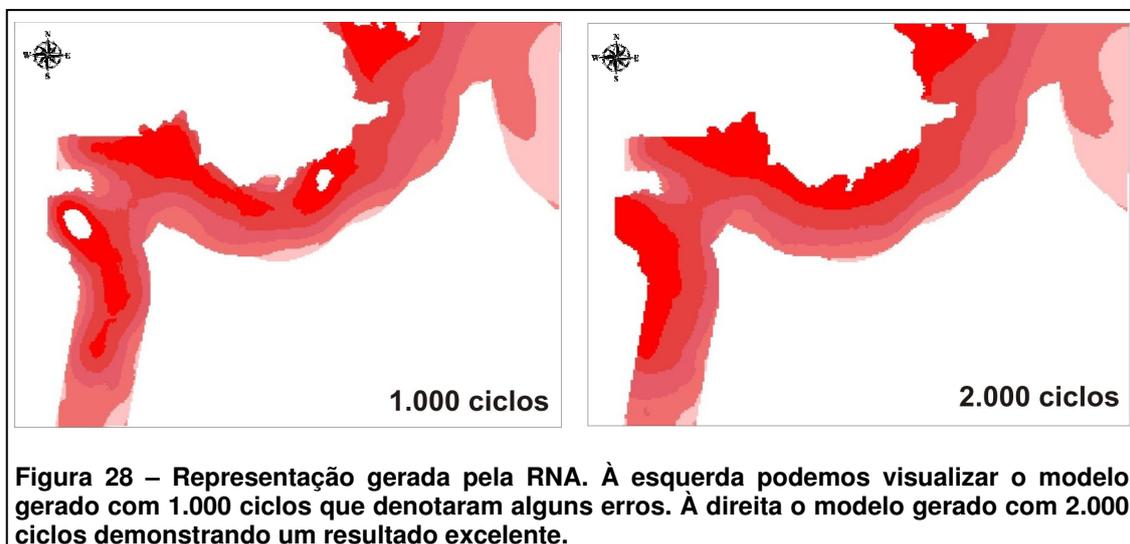


Figura 27 – Diagrama demonstrando o procedimento adotado para a aplicação de RNA.

Os dados gerados e posteriormente fatiados, com 1000 ciclos, demonstraram um bom desempenho, com 74,8% de exatidão, porém o de 2000 ciclos demonstrou a potencialidade da ferramenta, gerando um resultado praticamente idêntico com o modelo gerado manualmente, com 98,3% de exatidão.

O tempo levado para gerar esta informação, somando o trabalho do operador mais o processamento, girou em torno de 28 minutos, contra as horas somadas de alguns dias de trabalho para gerar todas as informações apresentadas.

Isto demonstra que o uso de RNA associado à SIG's para geração de informações é possível possibilitando ganho de tempo e a diminuição de erros humanos neste procedimento. Na Figura 30 podemos visualizar os resultados com os ciclos expostos.



4.i.4. Considerações Finais

Podemos notar nas modelagens realizadas manualmente e por meio de RNA a existência de quatro áreas nas quais os níveis de vulnerabilidade ainda permaneceram altos, mesmo depois da diminuição dos valores ligados ao Fator de Aceleração, que teriam sido causadas por ações do Poder Nacional. Porém a presença das ameaças associada às organizações citadas sobre um meio físico pouco aconselhável para uma ação com uso da força, torna estas áreas predispostas a um prolongamento da crise. Especialmente as áreas 02 e 03 se apresentam como problemáticas pela junção de características do meio físico. Na área 02 temos o domínio dos Latossolos Vermelhos-Amarelos bem drenados, com ocorrências de Podzol. A vegetação é das Áreas de Tensão Ecológica e com diversos pontos de abertura nas matas, apresentando muitas clareiras e áreas naturalmente abertas, de onde se pode deduzir que a trafegabilidade geral não deva ser difícil para pelotões de guerrilheiros, com declive Norte-Sul, ou seja, mergulhando da Colômbia para o Brasil. Na área 03 temos os solos Podzólicos e Litólicos, com boa drenagem e predominância da vegetação Ombrófila Montana e Sub-Montana. O relevo é ondulado a montanhoso,

posto que esta área se localiza sobre a Formação Roraima e com declive Norte-Sul acentuado, sendo pouco desejável um conflito neste tipo de ambiente, mesmo pelo fato de que as áreas privilegiadas pela altitude estão além da fronteira. As áreas 01 e 04 estão em terreno favorável e com boa cobertura nos raios das bases e pelotões próximos, sugerindo que não haveria condições de prosseguimento.

Sem dúvida, no caso do prolongamento da crise, faz-se necessário recorrer às ações do Poder Nacional fazendo uso principalmente das iniciativas dissuasórias. Para o caso de evolução para um conflito direto, far-se-á uso do emprego direto das Forças Armadas para a manutenção da Soberania. O uso da Análise Espacial neste caso merece outra abordagem, visto que a escala necessária e os elementos de estudo são diferentes. Abordaremos essa aplicação na seção a seguir.

Os métodos aqui apresentado que resultaram nas modelagens demonstradas mostraram-se eficientes para gerar informações para análise estratégica a partir de dados zonais, tornando possível representar a tendência espacial do que se deseja. Sugere-se que o método apresentado seja aperfeiçoado, para atender as necessidades dos órgãos decisores e empregado dentro das esferas de estudos estratégicos do Poder Nacional.

4.ii Análise Espacial Aplicado no Processo Decisório Militar

Como explicado anteriormente, as áreas apontadas com o maior nível de vulnerabilidade na representação do índice merecem uma atenção aplicada no sentido de que sejam voltados os esforços de monitoramento e ações do Poder Nacional para que se diminuam os valores, assegurando um nível de Segurança e Defesa desejáveis para a manutenção dos Objetivos Nacionais.

A área 01 encontra-se próxima a pelotões de fronteira brasileiros e quando comparado ao estado anterior, foi o que apresentou a redução mais significativa, bem como a área 04. Isto denota que a situação passa a ser perfeitamente controlável, ficando assegurado o sucesso de novas ações pela facilidade de locomoção apresentado pelo meio físico, como também pelo fato de que as ações de guerrilha nestes pontos estão distantes de seu movimento original, iniciado nas áreas centrais de movimentação da ELN e FARC, ao norte. A área 01 e 04 devem ser monitoradas constantemente, mesmo por que a 01 está próximo ao Peru e isto poderia significar um estopim para a reorganização de novos movimentos no país, reacendidos pela onda andina alinhada com os eurásianos; e a 04 encontra-se em área de relevo que dificulta ações externas diretas; além de estarem próximas a estradas e meios de intervenção mais favoráveis. Em ambos os casos, isto demandaria tempo e organização pelo impacto já recebido pelas ações aplicadas, não se consistindo em uma preocupação maior.

As duas outras áreas, pelo contrário, se apresentam muito próximas umas das outras e ainda com tamanhos relativamente grandes, possuindo alta movimentação de ilícitos ligados ao tráfico, grande quantidade de informações levantadas por organizações contrárias às diretivas brasileiras e Terras Indígenas gigantescas.

Um prolongamento da crise nestes locais levanta opiniões internacionais e nacionais desfavoráveis quanto aos impactos nas populações, requerendo movimentos rápidos antes que a opinião pública externa interfira nas ações prioritárias para a manutenção do estado de segurança ou sugira existência de descaso do Estado Brasileiro. Além disso, se encontram em terreno difícil para ações, pelas questões colocadas, como podemos ver na Figura 29.

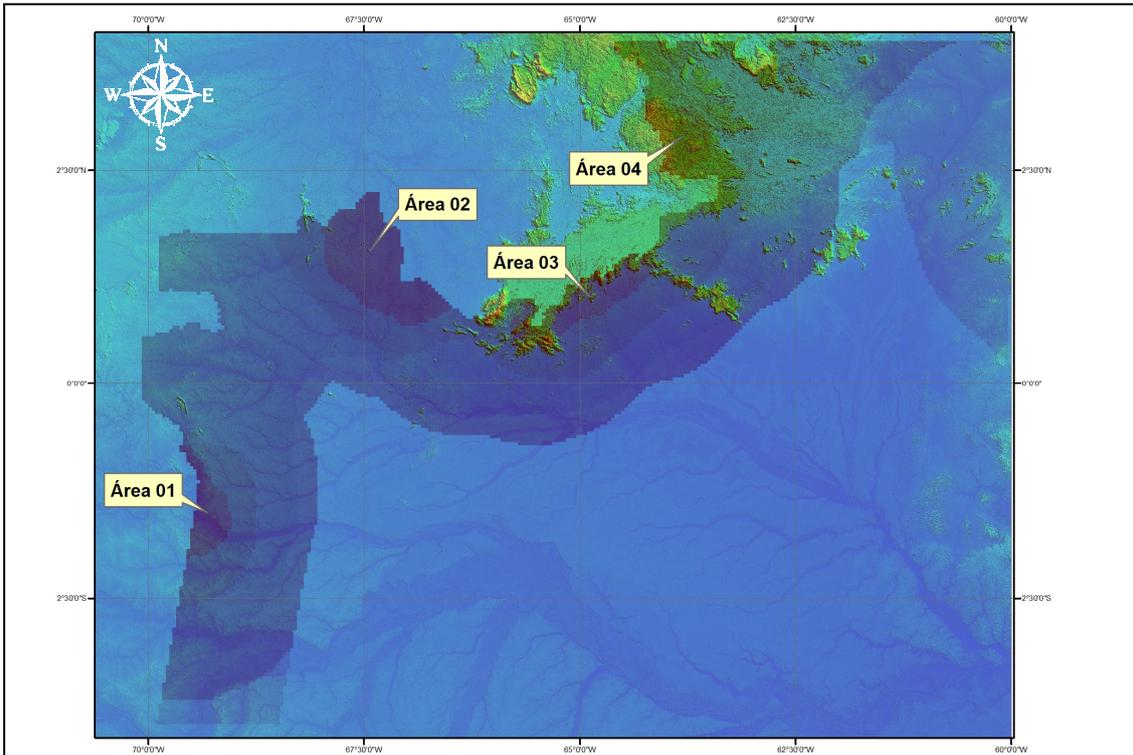


Figura 29 – Modelo Digital de Elevação SRTM. Observar a presença do relevo incidente sobre a área 03. Na área 04 existe igualdade de condições. Na área 02 o domínio do declive também vem do lado colombiano, apesar de não visualizável nesta escala, com maior suavidade que na área anterior.

As áreas 02, 03 incluem-se totalmente dentro dos limites das Terras Indígenas do Alto Rio Negro e Yanomami, respectivamente (Figura 30).

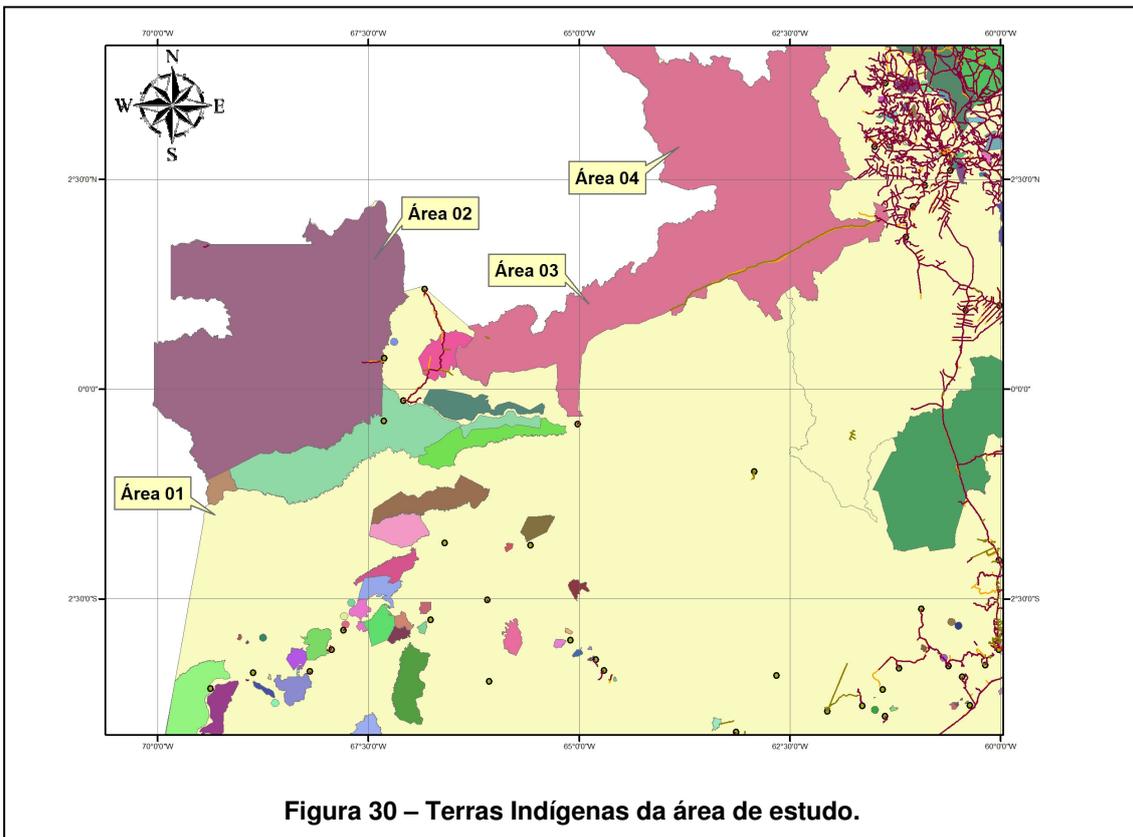


Figura 30 – Terras Indígenas da área de estudo.

Como foi dito anteriormente, o propósito inicial dos movimentos externos seria levar à desestabilidade e acarretar o descrédito dos países sul-americanos na administração de suas próprias crises. Certamente, com a involução das ações dirigidas, uma das tentativas do país que empreendeu esta escalada seria desqualificar a atuação de Defesa do Brasil se remetendo ao discurso de raízes indígenas com forte apelo à proteção dos povos e terras destas populações.

Sabe-se que diversas ONG's desqualificaram o Decreto 4.412/02 sobre a atuação das Forças Armadas e Policiais em Terras Indígenas com diversas representações dirigidas a Procuradoria Geral da República, como também veiculadas pela imprensa nacional e internacional. A existência destes movimentos, sempre contrários ao estabelecimento de um regime legal para movimentos adequados de Defesa nestas áreas se constitui em material a ser utilizado no direcionamento de críticas ao Brasil, bem como elemento de controle e engessamento na atuação das Forças Armadas brasileiras, servindo no ganho de tempo para reorganização de forças inimigas e adversas em campo. Desta forma o representante Bolivariano terminaria por incorrer em uma indisposição internacional, como em outras vezes¹⁴, oferecendo apoio para a "libertação" destes povos e um controle mais eficiente sobre as guerrilhas, que estariam deixando-os em estado de insegurança.

Dentro deste cenário começaria a se desenrolar uma situação que requer o emprego da dissuasão por meio de movimentos rápidos de demonstração de força do Poder Nacional. A Expressão Política se denotaria pela atividade diplomática no sentido de repelir qualquer ataque à imagem, bem como alinhando os elos econômicos contra àquele país, dirigido pela Expressão Econômica. A Expressão Militar agora se faria extremamente necessária com o deslocamento e posicionamento de suas forças, bem como eventuais ataques quando da detecção de elementos hostis em território, contribuindo para o movimento dissuasório. Por meio da Análise Espacial serão definidos locais para posicionamento e alvos para ataques.

¹⁴ Hugo Chávez, presidente da Venezuela, se remetendo às críticas feitas contra o fechamento do canal de televisão oposicionista, a RCTV, declarou, em 31/05/2007, que o Senado brasileiro age "como um papagaio" do Congresso americano,

4.ii.1. Experimento para Detecção de Locais de Interesse

De forma a propiciar a restauração do controle sobre as duas áreas, os elementos da Força Terrestre devem possuir as informações e meios necessários para chegar aos locais, se locomover no terreno e ao longo dos seus pequenos rios, transpondo, quando necessário, os obstáculos naturais e artificiais. Dentro da concepção exposta neste trabalho, que é a de apoiar veementemente todas as ações por meio de informação cartográfica gerada principalmente por VANT's, torna-se primordial a localização e o monitoramento das ameaças neste terreno por meio do uso destes equipamentos para, depois de confirmadas a localização e classificadas pela sua força, sejam realizadas incursões terrestres, navais ou aéreas, visando sua destruição ou neutralização.

As duas áreas possuem as florestas densas e bem preservadas, possuindo locais eventualmente abertos, de origem natural ou antrópica, bem como uma rica hidrografia, que possibilita o emprego de apoio à Força Terrestre pelas Operações Ribeirinhas – Op Rib, realizadas pelos Fuzileiros Navais. O reconhecimento aéreo utilizando câmeras termais e por radar (InSAR e RASURA) é a excelência no levantamento de áreas para o emprego de Operações Aeromóveis (Op Amv¹⁵) que aqui é o meio principal sugerido para a supressão das ameaças, apoiados por fogo aéreo e artilharia. Conforme a IP-90-1 – Operações Aeromóveis – [...] *um assalto com uso deste tipo de abordagem deve utilizar-se para zonas de embarque e de desembarque as clareiras, praias e campos naturais. Na ausência desses, a melhor opção é a abertura de uma clareira, infiltrando-se, com antecedência, uma equipe com essa finalidade. Não sendo possível tal procedimento, pode ser empregado as técnicas de desova em meio aquático ou a de rapel, com o cuidado de não expor por muito tempo o helicóptero ao fogo inimigo. [...].*

O objetivo principal consiste em: obter a localização das ameaças e avaliar o tipo de ataque (aéreo ou terrestre) mais adequado. Se terrestre, identificar locais para desembarque mais próximos às mesmas, levantar as

¹⁵ Segundo o conceito apresentado na IP-90-1, uma Operação Aeromóvel é aquela realizada por força de helicópteros (F Hecp) ou forças aeromóveis (F Amv), de valor unidade (U) ou subunidade (SU), visando o cumprimento de missões de combate, de apoio ao combate e de apoio logístico, em benefício de determinado escalão da F Ter.

características do terreno e propiciar a trafegabilidade até os alvos para engajamento de curta duração. Se aéreo, identificar e classificar os alvos segundo sua força e alcance e construir uma ordem por níveis de prioridade para realização dos ataques, do maior para o menor.

Para a detecção das ameaças foi considerado que o melhor meio de detecção, além das fontes de informações convencionais e de inteligência, seria a varredura realizada pelo VANT SERAPH, dado ao seu baixíssimo ruído, possibilidade de imageamento noturno e em quaisquer condições de tempo com InSAR e RASURA, possuindo um sistema de compensação para condições adversas de vento e chuva e capacidade de rastreamento efetivo acima de 5.000 m. Portanto tem capacidade de vôo fora das condições meteorológicas agressivas, próprias do ambiente amazônico, se consistindo em uma ferramenta poderosa, além de possibilitar independência completa na geração de dados de sensoriamento remoto com alta resolução para fins militares, posto que pode alcançar 12 centímetros de resolução. Segundo a ORBISAT¹⁶, empresa que comercializa imagens do InSAR no Brasil, uma área de 10.000 km² pode ser recoberta em apenas duas semanas para se ter uma planta topográfica 1:5.000. O sensor termal pode ser graduado em diversos alcances e profundidades de sinais permitindo, desde que associado ao RASURA, detectar tropas sob a cobertura da vegetação (DENEL, 2007).

Considerando que estas são as possibilidades de aplicação, foram colocados no SIG diversos pontos representando o que seriam ameaças detectadas pela tecnologia exposta. O único critério utilizado foi a detecção de áreas mais altas e que permitiriam um bom deslocamento na Área 02. Na Área 03 foi colocado de forma aleatória, posto que o terreno é bastante acidentado e não foi observado nenhum critério. Em ambos os casos, como dito anteriormente, os solos são bem drenados e a vegetação, bem preservada, o que permitiria um deslocamento lento, mas satisfatório.

O monitoramento realizado em dado espaço de tempo obtendo a localização dos elementos e compilada no SIG pode ser submetida a *krigeagem* para a obtenção da tendência destes elementos, possibilitando a

¹⁶ Disponível em <http://www.orbisat.com.br/>

percepção do seu caminhamento. Simulamos aqui a localização realizada pelo VANT em três momentos diferentes na Área 02 e 03, sendo realizada sobre o mesmo uma classificação quanto sua força e alcance e posteriormente a *krigeagem* ordinária (Figura 31, 32 e 33).

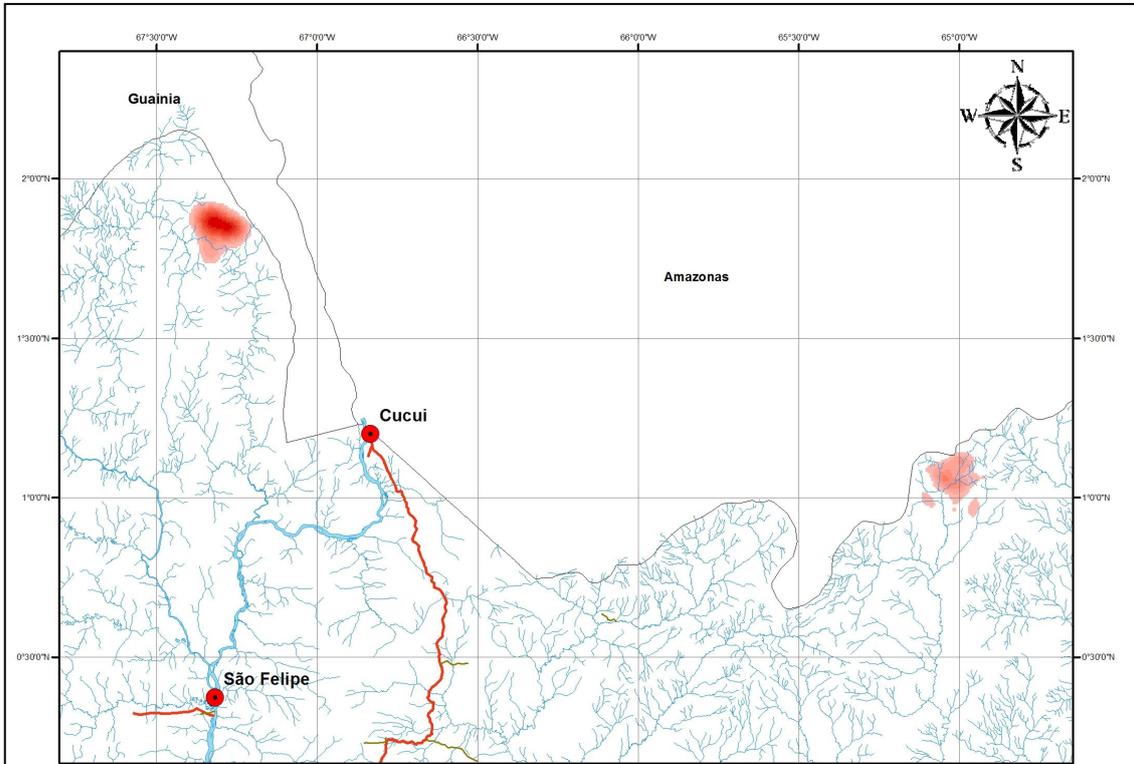


Figura 31 – Localização de Elementos de Ameaças – 1º momento

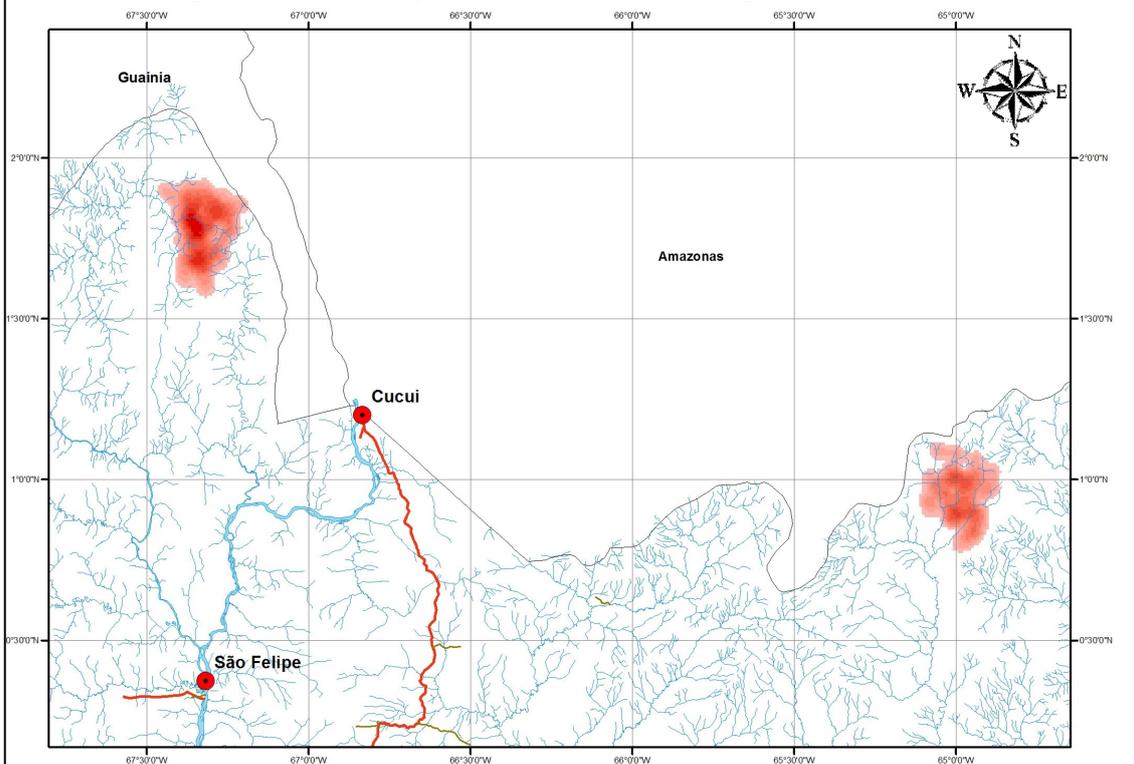
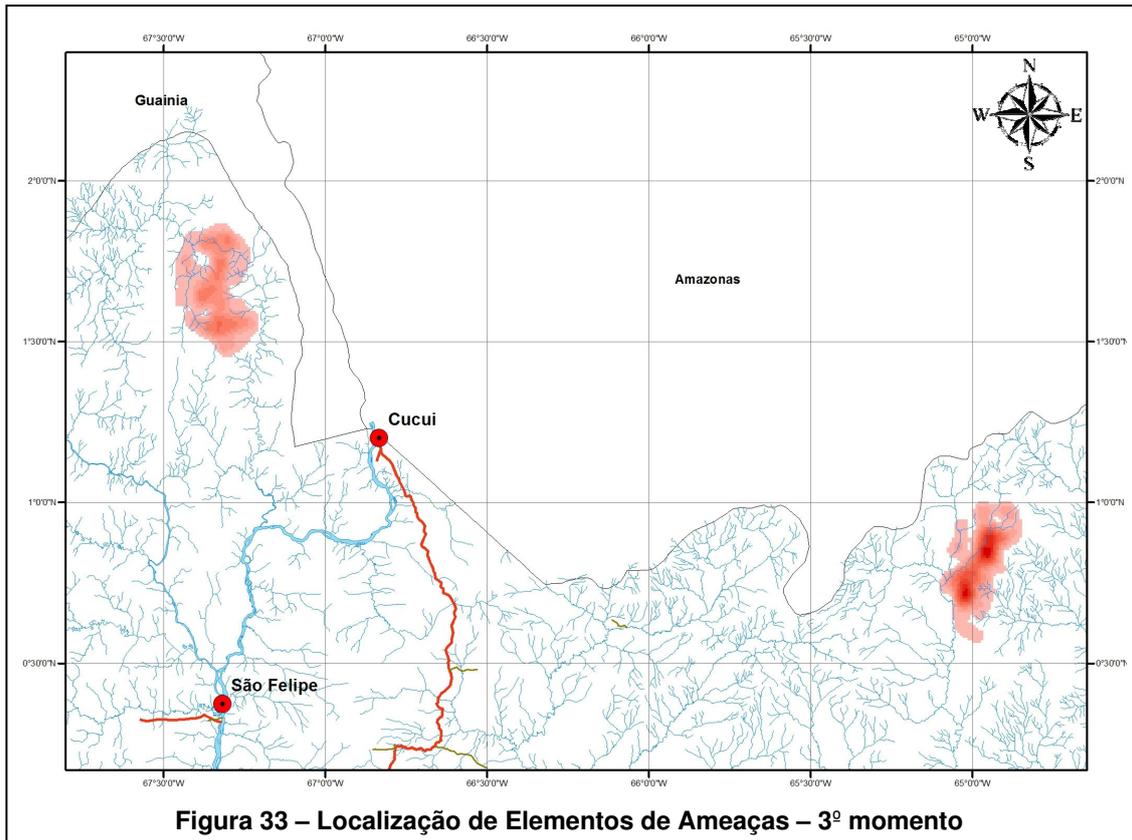
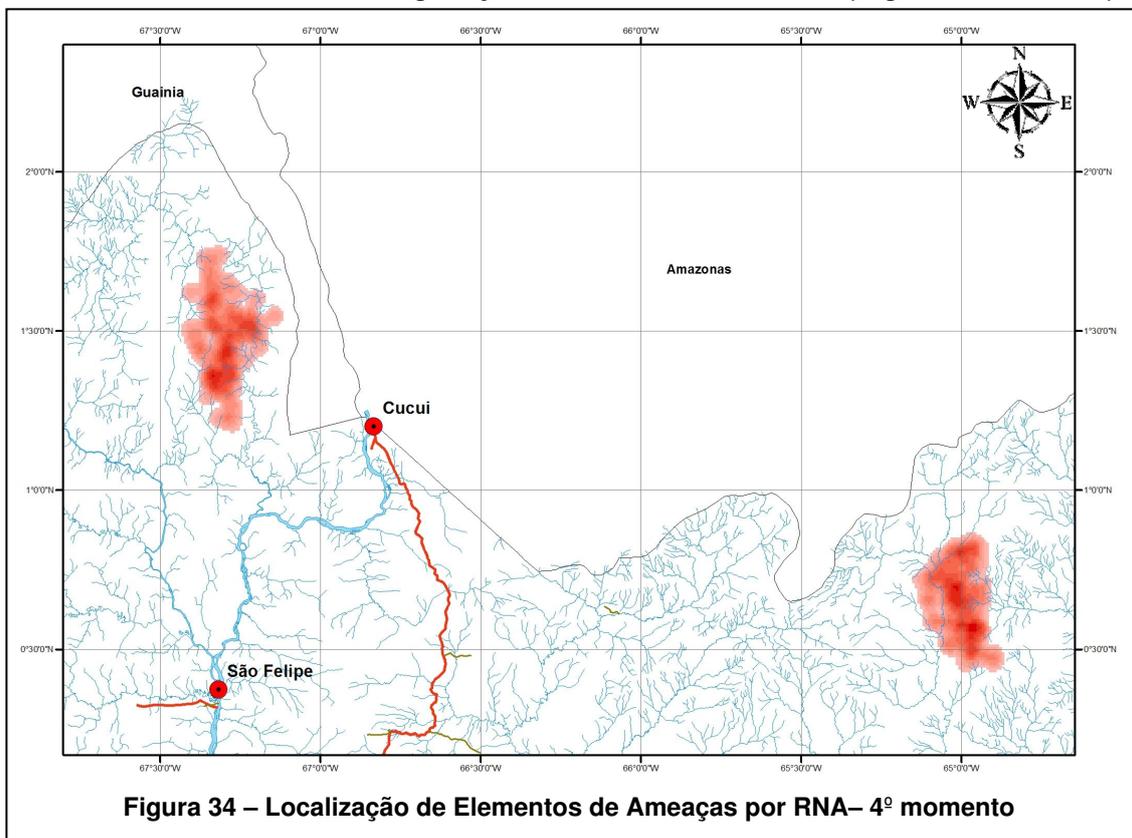


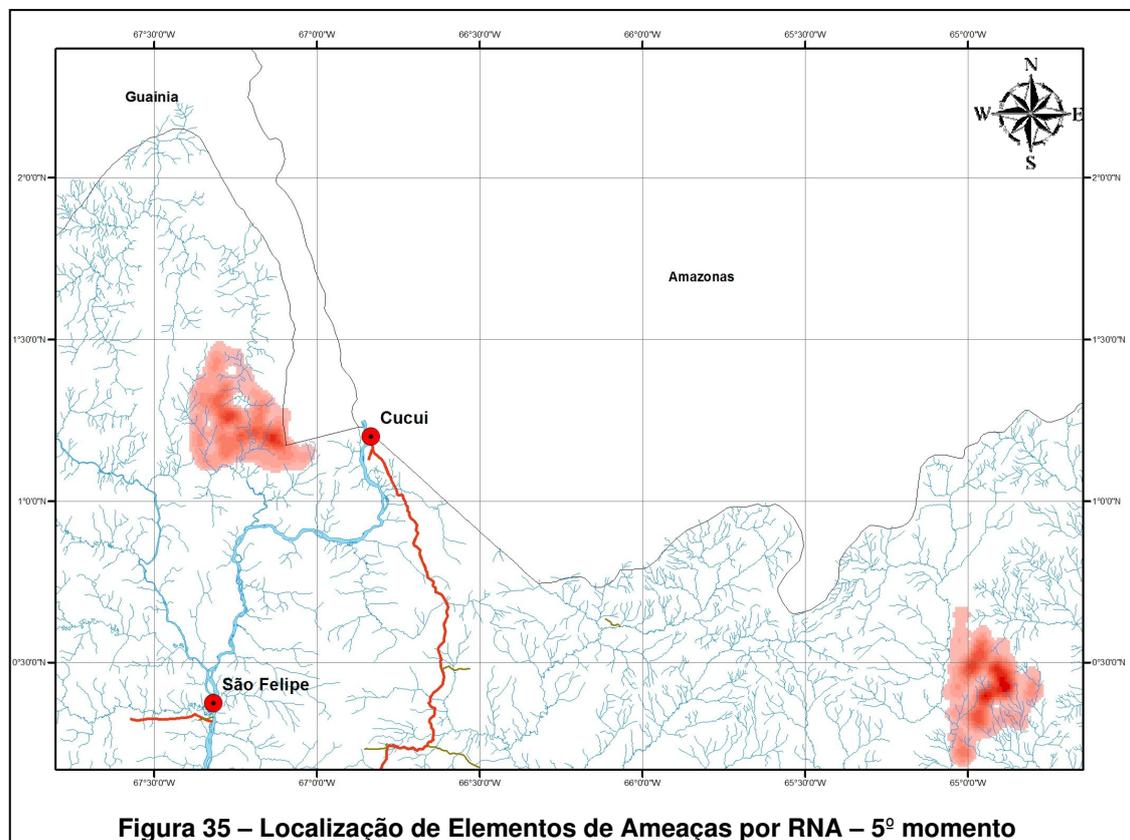
Figura 32 – Localização de Elementos de Ameaças – 2º momento



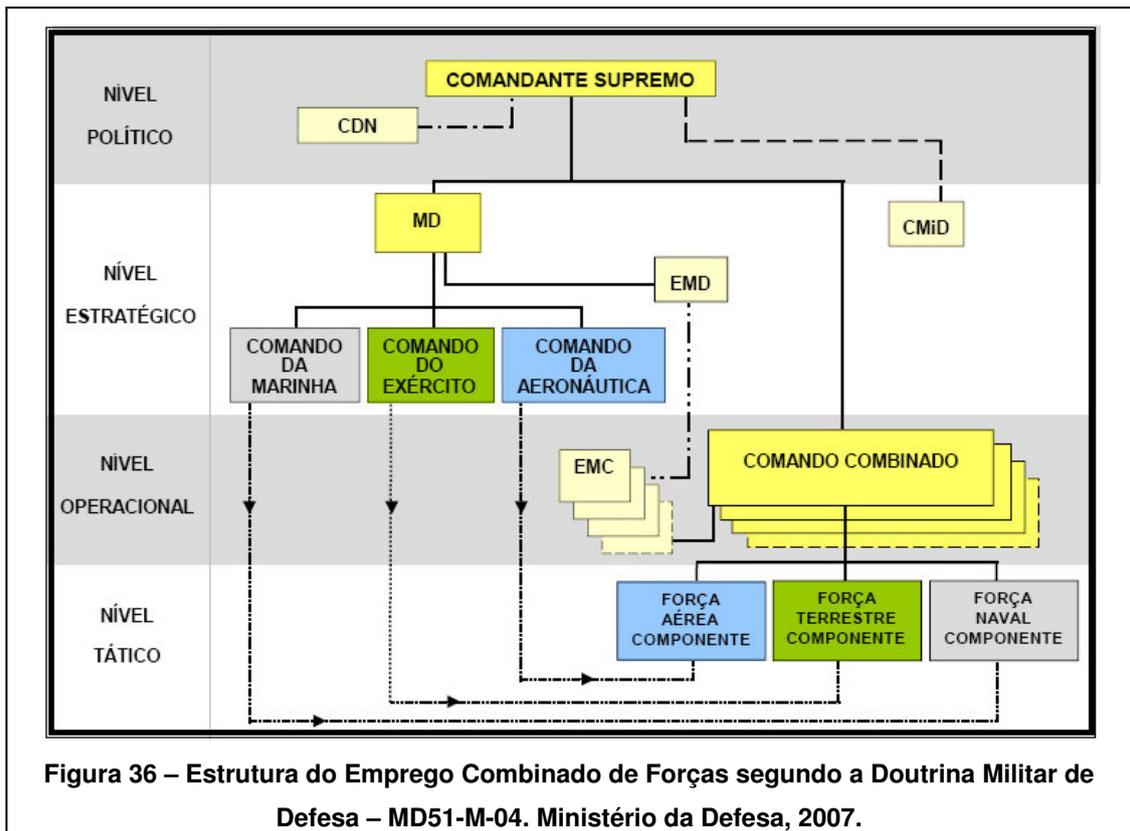
Para o 4º e 5º momentos, a grade do SRTM e a de hidrografia foram inseridas no SNNS, bem como a localização dos momentos anteriores para o treinamento da RNA e a geração de novos cenários (Figuras 34 e 35).



Novamente foram geradas informações satisfatórias, tendo a RNA detectado os padrões do que se desejava, gerando cenários com os critérios utilizados. Podemos observar a previsão do avanço dos elementos no terreno, obedecendo aos critérios de áreas mais altas e interflúvios dos rios.



A previsão é de que na Área 02 os elementos se dirigem para as localidades de Cucuí e São Felipe. Na Área 03 possuem uma tendência direcional a sudeste, sugerindo tentativas de contato com as populações locais aldeadas. Uma Operação Combinada para a neutralização destes elementos sugerida pelo Conselho de Defesa Nacional seria autorizada pelo Comandante Supremo, o Presidente da República, tendo em vista a comprovação por meio dos documentos apresentados e fundamentados pelos estudos do Ministério da Defesa que ofereceria as melhores diretrizes para sua realização, visando à restauração da Soberania sobre estas áreas. Na Figura 36 visualizamos a Estrutura de Comando e Controle do Emprego de Forças Combinadas.



A Área 02 sofrerá uma abordagem predominantemente aeromóvel de forma a possibilitar o engajamento de elementos das Forças Especiais do Exército Brasileiro, como também a Área 03. Porém os elementos infiltrados pela Operação Aeromóvel terá o papel de vigilância e indicação de alvos para fogo aéreo e artilharia, engajando-os quando estes forem de força inferior pelo número de homens e poder de fogo. Supõe-se que a Operação Aeromóvel é a mais indicada pela mobilidade propiciada pela sua abordagem com uso de helicópteros.

A Força Terrestre (F Ter) contará com as forças adjudicadas pelos poderes naval e aéreos militares, posto que o cumprimento desta missão seria submetido ao controle de autoridade terrestre. Os Fuzileiros Navais fariam a guarda e o bloqueio fluvial para a realização de inspeções em pequenas embarcações, buscando e apreendendo contrabandos e garantindo a segurança para além dos bloqueios. A Força Aérea realizaria vôos de reconhecimento para fornecimento de suporte às operações em terra, além de inspirar uma presença brasileira sobre a selva.

Primeiramente, para o que se pretende, faz-se necessário analisar e detectar os locais para desova dos elementos da F Ter, tanto para o pouso e decolagem de helicópteros, como também locais para realização de rapel. Para tanto se devem detectar clareiras ou áreas de vegetação rasteira para desembarque terrestre com pouso ou desova por técnicas verticais.

A partir do Banco de Dados do Projeto PRODES¹⁷ – Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite, que elabora as estimativas do desmatamento na Região Amazônica, foram detectados os locais desmatados nos últimos dois anos.

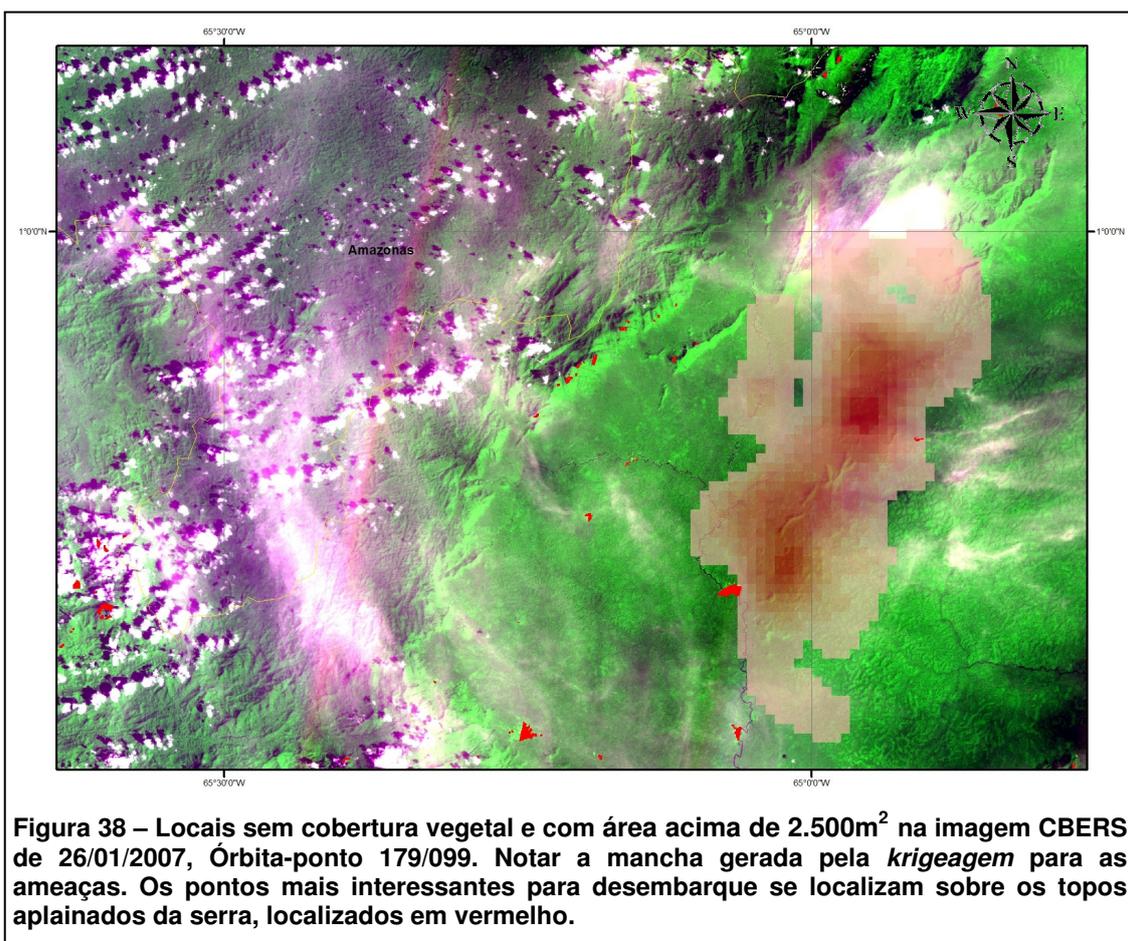
Tendo esta informação por base, foram selecionadas as áreas com mais de 2.500m² utilizando uma análise simples por seleção pelo tamanho da área, na qual o critério foi o tamanho descrito. Na Figura 37 podemos visualizar os potenciais locais para desembarque extraídos.



Para confirmar a existência e permanência destas clareiras, posto que o processo de revegetação é rápido na Amazônia, especialmente nas Áreas de Tensão Ecológica, foi utilizados imagens do satélite sino-brasileiro, CBERS 2.

¹⁷ Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/>

Foram adquiridas três imagens que recobrem as duas áreas do sensor CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução) do satélite para o ano de 2007, com resolução espacial de 20 metros, o que possibilita a visualização do que se deseja. Após a correção geométrica, foi utilizado um algoritmo para a segmentação da imagem, o ISOSEG do SPRING, para posterior classificação.



Após a extração da geoclasse correspondente a área sem cobertura vegetal para geração do plano de informação, o mesmo foi comparado com o plano de informação do PRODES, coincidindo todas as localizações, variando apenas na área, porém estando todas acima de 2.500m² (Figuras 38 e 39).

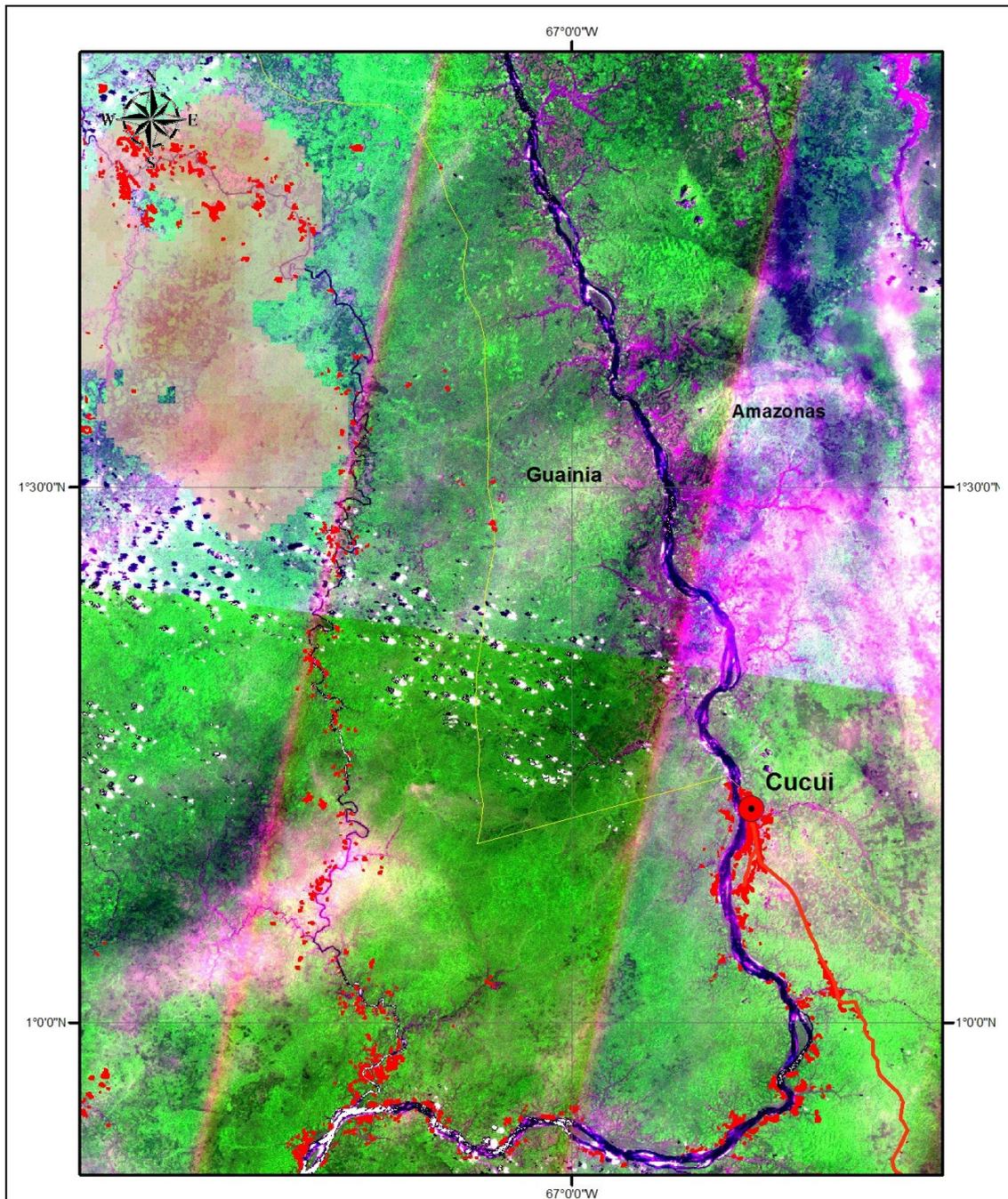


Figura 39 Locais sem cobertura vegetal e com área acima de 2.500m² CBERS de 15/02/2007, Órbita-ponto 181/098 e 181/099. Notar a mancha gerada pela *krigeagem* para as ameaças. Tendo como base a previsão indicada pela RNA podemos selecionar diversos pontos ao longo da área de interesse para fazer frente às forças adversas.

No caso da Área 03, o melhor local para desembarque foi localizado sobre a serra, nos topos aplainados e que oferecem boas condições de deslocamento, por seus solos litólicos, boa drenagem e o declive. As condições climáticas são boas normalmente pela manhã (INMET, 2007), oferecendo condições de vôo para Operações Aeromóveis. No caso de mau tempo, poder-se-ia executar o SKUA em modo Caçar-Destruir, sendo seu fogo orientado pelo laser do SERAPH (Figura 40).



Figura 40 – Seqüência de quadros demonstrando o uso do modo caçar-destruir do SERAPH com emprego de RASURA, InSAR e Termal e indicação de uma tropa abaixo das árvores para fogo realizado pelo SKUA.. Fonte: DENEL, 2007.

No caso da Área 02, foram identificados vários locais com condições de pouso ou desova por rapel ficando sob o critério de quem executará a operação defini-los, até pela associação de outras variáveis restritas a condições de combate.

O Exército Brasileiro, por exemplo, possui a ferramenta automatizada PITCI – Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas e Inimigo – para a detecção de condições de trafegabilidade. Os critérios para a operacionalização em uma escala maior do que a que se trabalhou aqui deve obedecer a estes critérios militares, que são muito bem definidos, o que não faz parte do escopo deste trabalho, além de requerer dados em escalas maiores.

Certamente, apesar de aqui estar se descrevendo e sugerindo o emprego dos VANT's, o fogo poderá também ser realizado pelos EMB-314 Super Tucano da Força Aérea Brasileira e Helicópteros, como também por peças de artilharia do Exército e da Marinha, desde que as mesmas tenham condições de alcance dos alvos, o que é difícil no ambiente trabalhado, mas não impossível desde que se construam novas e necessárias estradas.

As munições inteligentes também se constituem em excelentes opções para o uso consorciado com GPS para programação e auto-execução de

uma missão, como também disparadas por meios aéreos e indicadas por tropas terrestres por meio de *laser*.

O tipo de informação gerado nos passos que se seguiram serve de suporte, pelo menos em princípio, para o emprego de Defesa na Amazônia, devendo ser aperfeiçoado. Dentro do nosso cenário simulado, as Forças Armadas, dotadas de toda a capacidade existente, apesar dos escassos recursos, fariam frente com extrema eficiência, às dificuldades que se apresentariam, mas jamais deixariam de cumprir sua missão.

Todos os passos foram executados fase por fase em programas diferentes, devendo todas as funcionalidades demonstradas, preferencialmente, ser futuramente compiladas em uma única ferramenta.

Infelizmente do ponto no qual se parou em diante, como dito acima, o planejamento deve obedecer a instruções militares extremamente definidas que ainda não são do domínio deste autor, como o preparo e o emprego nos níveis táticos, além do que, os níveis de dados disponibilizados para esta região em uma escala apropriada para este fim são baixos.

Isto impossibilitou testar o experimento de SIG apoiado por RNA neste nível, embora a ferramenta possa aceitar milhares de entradas de dados, tais como condições meteorológicas que possam influir no vôo, gradiente de chuva associado aos solos, raio de engajamento, etc; com todas as variáveis de planejamento do preparo e emprego das Forças Armadas. Enfim, todas as variáveis necessárias para o planejamento tático, tal como realizado com na geração e representação do índice de segurança.

4.ii.2. Considerações Finais

O experimento demonstrou bom desempenho na geração de informações a partir de dados de sensoriamento remoto para apoio a operações militares.

Como dito acima, infelizmente não houve dados para se chegar a níveis mais avançados, mesmo por que este fim não faz parte do escopo deste trabalho, que se limitou ao nível estratégico e operacional.

Em trabalhos futuro, havendo um nível de entendimento maior sobre a operacionalização das Forças Armadas e dotado com dados em escala

compatível ao nível tático, o experimento tem grandes possibilidades, principalmente no suporte à previsão de movimentos e acontecimentos que possam colocar em risco a soberania do Estado Brasileiro.

Capítulo 5

5. Conclusões

Os procedimentos aqui adotados demonstraram o uso de bases metodológicas e conceituais que foram configuradas em um ambiente computacional apropriado para o suporte à decisão estratégica e militar no nível operacional. Embora os dados não possibilitassem a simulação de casos de aporte estritamente militar, a simulação no plano estratégico com geração de informações para o emprego de todas as expressões do Poder Nacional foi bem sucedida.

A possibilidade da manipulação matemático-computacional de dados para a gestão territorial de Defesa demonstra a necessidade de utilização e aprimoramento das ferramentas de análise espacial para suporte a decisão, que deve ser conduzido dentro das nossas Forças Armadas, contribuindo para o preparo do emprego que é a missão primordial dos militares, que segundo Filho (2004) é a de preparar-se para a guerra.

Sem dúvida o reaparelhamento destas instituições também se faz necessário, como sugerido neste trabalho, que aconselha o uso de Veículos Aéreos Não-Tripulados na vigilância da Amazônia, assim como em outras regiões deve haver estudos e sugestões que apóiem a modernização dos equipamentos militares adaptados ao meio físico no qual atuam, posto que é a Defesa que está em jogo.

Segundo a Aviation Week & Space Technology (2006) o custo do SERAPH com a estação de controle em terra chegaria a US\$ 15.000.000, somando o treinamento de uma equipe de três controladores. O valor do SKUA não está descrito por ser um veículo para lançamento de armas, mas seu valor chegaria, segundo estimativas do portal POWERKOREA, aos US\$ 25.000.000, considerando novamente a estação de controle, operadores treinados e cinco jogos de armamentos (15 mísseis ar-terra guiados por laser), que também poderiam ser fabricados no Brasil (pela nacional MECTRON), bem como os sensores à bordo do SERAPH, como as câmeras termais, hoje desenvolvida pelo ITA/CTA; ou o InSAR, desenvolvido pela empresa de iniciativa privada ORBISAT.

O desafio para a modernização das Forças Armadas e a introdução de elementos oriundos das pesquisas acadêmicas também reside na formulação de políticas e iniciativas por meio de líderes e associações que atentem para este assunto de grande importância para a constituição de um Estado sólido e respeitado.

No campo do Geoprocessamento, observamos a aplicação em um Sistema de Informações Geográficas de elementos que permitem uma análise estratégica e geopolítica eficaz com natural inserção na Geografia, enquanto análise das diversas variáveis que agem espacialmente, de forma a tornar possível mensurar e projetar as transformações que ocorrem na linha do tempo-espaço, consolida a afirmação de Openshaw (1992), que diz:

[...] a Geografia está hoje no início de sua maior e mais recente revolução que é a Geografia Computacional. A esperança é que no curso dos próximos 50 anos a Geografia interligará todas as suas sub-disciplinas em um processo de modelagem baseado numa estrutura cibernética, capaz de prover um entendimento racional e científico dos sistemas geográficos [...].

Este trabalho desenhou e percorreu as etapas do que seria necessário para a aplicação do Geoprocessamento aplicado aos estudos estratégicos apoiado por inteligência artificial. Não se pretendia esgotar todas as possibilidades, nem mesmo se alcançar uma parcela significativa das mesmas, mas demonstrar, por meio de pequenas aplicações, que é possível interligar, dimensionar, espacializar e representar tudo o que ocorre na linha do tempo-espaço e que serve aos interesses do planejamento e da decisão estratégica e militar.

O mapeamento de variáveis que indiquem com eficácia o índice de segurança de uma determinada área do país deve ser incansavelmente elaborado por especialistas de todas as áreas do conhecimento, de forma que não seja descartada nenhuma informação necessária ao processo. Dimensionar o nível de segurança da Faixa de Fronteira do Brasil é garantir a plenitude do que está previsto constitucionalmente, com relação a soberania do Estado e sua Defesa.

Dentro da Geografia o desafio encontra-se em novas formas de se atingir a abstração e a subjetividade contida nas informações relativas a essa área do conhecimento, para tornar possível abarcar o universo que se deseja representar, lembrando que todas as informações de uma nação perpassam de alguma forma pela constituição do seu estado ideal de segurança. Diante deste panorama surge a necessidade de construir novos e melhores meios e instrumentos para perceber o espaço na linha do tempo. A atuação de profissionais na construção destes modelos que, como explicado, são poucos ainda difundidos mundialmente requer um alinhamento e uma aproximação maior entre todas as camadas civis com a militar.

A construção do ambiente ideal de Defesa não pode ser realizada sem a participação das camadas civis. Assim posto, uma das maiores contribuições esperadas com este trabalho é desenvolver elementos para uso nas Forças Armadas, mas também propiciar uma aproximação do meio acadêmico com nossas instituições militares.

5.1. Trabalhos Futuros

Pretende-se analisar e estudar futuramente os meios e procedimentos de operacionalização das Forças Armadas, bem como fortalecer as bases de conhecimentos em estudos estratégicos para criar um maior aporte nos estudos de Defesa, principalmente no entendimento do fluxo da informação e da decisão.

A seqüência demonstrada resulta na percepção de uma falta contida, sobretudo, de uma ferramenta integrada que possibilite a entrada direta de dados por um usuário, bem como o processamento em tempo real e com tecnologia totalmente brasileira. Neste sentido pretende-se estudar as aplicações da solução para Redes Neurais desenvolvida pela Universidade Federal do Ceará, o *Expert Sinta*, formulado pelo grupo **SINTA (Sistemas INTeligentes Aplicados)**, atuando junto ao Laboratório de Inteligência Artificial (LIA). A construção de interfaces para entrada de dados também é anseio deste pesquisador.

A análise de elementos específicos existentes no espaço e que contribuem para a constituição de vulnerabilidades é um segmento

necessário e novo no Brasil. O grau de percepção de alguns desses elementos, como o tráfico de drogas, os ilícitos transnacionais ou ações decorridas por organizações contra o Estado; é baixo de forma subjetiva, porém quando aplicados os instrumentos estatísticos de análise espacial, como a geoestatística, sua representação torna possível a visualização do seu comportamento para os gestores e autoridades, contribuindo para a manutenção da segurança nacional.

Espera-se possuir as oportunidades e ferramentas para dar continuidade ao segmento de estudos de Defesa no Brasil, fazendo uso do olhar eminentemente geográfico, afinal, segundo Napoleão, *La politique des États est dans leur géographie*¹⁸.

¹⁸ A política dos Estados está em sua geografia.

Bibliografia

ADLER, A. **Rumo a uma Globalização mais Infeliz**. IN: CIA. Como Será o Mundo em 2020. Prefácio da Edição Francesa. Ed. Ediouro. São Paulo, SP. 2004.

AGENCIA CÂMARA. **Audiência Analisa Atuação de ONG's Internacionais na Amazônia**. 09/05/2007. Disponível em <http://www2.camara.gov.br>.

AHIMTB. **As ONG's na Amazônia Brasileira**. 2007. Disponível em <http://www.resenet.com.br/ahimtb/ongsamazonia.htm>.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a Management Perspective**. Ottawa: WDL, 1989. 295 p.

AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY. **Unmanned Aerial Vehicles and Drones. Outlook/Specifications**. 2006. Disponível em www.aviationnow.com/awst.

BASTOS, T.X. **O Estado Atual dos Conhecimentos das Condições Climáticas da Amazônia brasileira**. In: Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte. Zoneamento agrícola da Amazônia: 1ª aproximação. Belém, PA, 1972, p.68-122.

BASTOS, T. X.; ROCHA, E. J. P. da; ROLIM, P.A.M.; DINIZ, T. D. de A. S.; SANTOS, E. C. R.; NOBRE, R. A. A.; CUTRIM, E. M. C.; MENDONÇA, R. L. D. de. **O Estado Atual dos Conhecimentos do Clima da Amazônia Brasileira com Finalidade Agrícola**. In: ANAIS DO SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1984, Belém, PA. EMBRAPA-CPATU, 1986, p. 19-36.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. C 100-1: **Bases para a Modernização da Doutrina de Emprego da Força Terrestre (Doutrina Delta)**. 1ª ed. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL – Levantamento dos Recursos Naturais. Volume 08 – NA.20 – Boa Vista; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. Rio de Janeiro, RJ. 1974.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL – Levantamento dos Recursos Naturais. Volume 11 – NA.19 – Pico da Neblina; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. Rio de Janeiro, RJ. 1974.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL – Levantamento dos Recursos Naturais. Volume 14 – SA.19 – Iça; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. Rio de Janeiro, RJ. 1974.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL – Levantamento dos Recursos Naturais. Volume 18 – SA.20 – Manaus; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. Rio de Janeiro, RJ. 1974.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 100-5: Operações**. 3ª ed. Brasília, DF, 1997.

- BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 124-1: Estratégia**. 2ª ed. Brasília, DF, 1997.
- BRASIL. Estado-Maior do Exército. **IP 30-1: A Atividade de Inteligência Militar – 1ª Parte: Conceitos Básicos**. 1ª ed. Brasília, DF, 1995.
- BRASIL. Estado-Maior do Exército. **IP 30-1: A Atividade de Inteligência Militar – 2ª Parte: A Inteligência nas Operações Militares**. 1ª ed. Brasília, DF, 1999.
- BRASIL. Escola Superior de Guerra. **Fundamentos Doutrinários da Escola Superior de Guerra – Volume I e II**. Rio de Janeiro, RJ. 2005.
- BRASIL. Presidência da República. **Política de Defesa Nacional**. Decreto N° 5.484 de 30 de junho de 2005.
- BRASIL. Estado-Maior de Defesa. **Doutrina Militar de Defesa**. MD-51-M-04. Ministério da Defesa, 2007.
- BRASIL. Estado-Maior de Defesa. **Doutrina Militar de Comando e Controle**. MD-31-D-03. Ministério da Defesa, 2006.
- BRASIL. Estado-Maior de Defesa. **Sistemática de Planejamento Estratégico de Defesa**. MD-51-M-01. Ministério da Defesa, 2005.
- BROWN W.M., GEDEON T.D., GROVES D.I., BARNES R.G. **Artificial Neural Networks: a new method for mineral prospectivity mapping**. Australian Journal of Earth Sciences. Sidney, 2000.
- BRZEZINSKI, Z. **EUA, URSS. O Grande Desafio**. Ed. Nórdica. Rio de Janeiro, RJ, 1986.
- BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford: University Press, 1986. 191 p.
- CÂMARA ET AL. **Conceitos Básicos em Geoprocessamento**. 1999. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/cap2-conceitos.pdf>.
- CÂMARA ET AL. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. EMBRAPA Cerrados. Planaltina, DF. 2004. 209 p.
- CAMARGO, E. C. G. **Desenvolvimento, Implementação e Teste de Procedimentos Geoestatísticos (Krigagem) no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP. 2002.
- CEL TIMÓTEO ET AL. **Estratégias de Segurança para o Brasil no Século XXI – Os Novos Paradigmas da Segurança Mundial**. Centro de Estudos Estratégicos. Rio de Janeiro, RJ. 2003.
- COSTA, W. M. **Geografia Política e Geopolítica: Discursos sobre Território e Poder**. Ed. Hucitec. São Paulo, SP. 1992.
- COUTO E SILVA, G. **Conjuntura Política Nacional – O Poder Executivo & Geopolítica no Brasil**. Ed. José Olympio. Rio de Janeiro, RJ. 1981.
- COLLINS, J. M. **Grand Strategy: Principles and Practices**. Annapolis, MD: Naval Institute Press, 1973.

- CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA. **Recursos Hídricos, Forestales, Hierro, Bauxita, Oro, Diamantes y Otros Minerales**. 2007. Disponível em <http://www.cvg.com>.
- COWEN, D. J. **GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54:1551-4, 1988.
- CVG EDELCA. **CVG Electrificación del Caroní C.A.** 2007. Disponível em www.edelca.com.ve.
- DANE. **Censo 2005**. Departamento Administrativo Nacional de Estadística del Colombia. 2007. Disponível em <http://www.dane.gov.co>.
- DAVIS, C. **Modelagem Semântica em Geoprocessamento**. 1999. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/cap18-modelagem.pdf>.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª Edição. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF. 1999.
- FELGUEIRAS, A. C. **Modelagem Ambiental Com Tratamento de Incertezas em Sistemas de Informação Geográfica: O Paradigma Geoestatístico por Indicação**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP. 1999.
- FILHO, O. M. **Cenários Geopolíticos e Emprego das Forças Armadas na América do Sul**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 2004.
- FUERZA ARMADA NACIONAL. **Sitio de Las Fuerzas Armadas Nacionales de la Republica Bolivariana de Venezuela**. 2007. Disponível em http://www.gobiernoenlinea.gob.ve/venezuela/perfil_fuerzas_armadas.html.
- GEN DIV R/1 MEIRA MATTOS. **A Amazônia e a Dissuasão Estratégica**. In: Revista do Clube Militar. Rio de Janeiro, RJ. 1999.
- GLOBAL SECURITY. **Military Imagery Intelligence Satellites**. 2007. Disponível em <http://www.globalsecurity.org/space/systems/imint.htm>.
- GOBERNACIÓN DEL AMAZONAS. **Sitio oficial de la administración departamental**. 2007. Disponível em <http://www.amazonas.gov.co>.
- GOBERNACIÓN DEL BOLÍVAR. **Sitio oficial de la administración departamental**. 2007. Disponível em <http://www.bolivar.gov.co>.
- GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS. **Página Oficial do Governo do Estado do Amazonas – Brasil**. 2007. Disponível em www.amazonas.am.gov.br.
- GOVERNO DO ESTADO DE RORAIMA. **Página Oficial do Governo do Estado de Roraima – Brasil**. 2007. Disponível em <http://www.rr.gov.br>.
- INE. **Censos de Población y Vivienda 2001**. Instituto Nacional de Estadística de Venezuela. Disponível em <http://www.ine.gov.ve>.
- IVAN, M. **Poder Nacional e Diplomacia**. 2007. Portal Diplomacia & Negócios. Disponível em <http://www.diplomaciaenegocios.com.br/ntc.asp?Cod=137>.

- JENSEN, J. R. **Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1996. 379 p.
- KOHONEN, T. **Self-Organizing Maps**. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. 1995.
- LACOSTE, Y. **A Geografia – Isso Serve, em Primeiro Lugar, para Fazer a Guerra**. Ed. Papirus. Campinas, SP. 1988. 263 p
- LIDELL HART, B. H. **Strategy**. 2nd Ed. New York, Meridian, 2000.
- LIEUTENANT COLONEL MARK ERICKSON, USAF. **Into the Unknown Together. The DOD, NASA and Early Spaceflight**. Air University Press Maxwell Air Force Base, Alabama. September 2005.
- LIPPMANN, R. P. **An Introduction To Computing With Neural Nets**. Reprinted from IEEE-ASSP Magazine, 1987.
- MCCULLOCH, W. AND PITTS, W. **A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity**. Bulletin Of Mathematical Biophysics, 7:115 - 33. 1943.
- MEDEIROS, J. S. **Bancos de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologias de Apoio a Gestão do Território**. Tese de Doutorado em Geografia Física. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 1999.
- MIYAMOTO, S. **A Política Brasileira de Defesa e Segurança: Algumas Considerações**. IN: PINTO, J. R., ROCHA, A. J., SILVA, R. D. P. **O Brasil no Cenário Internacional de Defesa e Segurança**. Ministério da Defesa, Secretaria de Estudos e de Cooperação, 2004.
- MORGENTHAU, H. J. **A Política entre as Nações: a Luta pelo Poder e pela Paz**. Brasília: Ed.UNB, IPRI; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003.
- MURA, J. C. **Geocodificação Automática de Imagens SAR Interferométricas**. Anais do SBSR, INPE. Foz do Iguaçu, PR. 2001. 1321-1328 p.p.
- NATIONAL SECURITY AGENCY. **Uncovered**. 2007. Disponível em <http://www.nsa.gov> e <http://history.sandiego.edu/gen/20th/nsa.html>.
- NÓBREGA, R. P., FILHO, C. R. S. **Análise Espacial Guiada Pelos Dados (Data-Driven): o Uso de Redes Neurais para Avaliação do Potencial Poli-Mineralico na Região Centro-Leste da Bahia**. Revista Brasileira de Geociências. 33(2º Suplemento):111-120. 2003.
- OPENSHAW, S. **Neuroclassification of Spatial Data**. IN: HEWITSON, B. C.; CRANE, R. G (Eds.). **Neural Nets: Applications in Geography**. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. 1994.
- PATTON, T. J. **Monitoring of War Indicators. The U.S. Strategic Warning Watchtower Still Under Construction**. *Cia Historical Review Program*. CIA. Langley, Virgínia, US. 1995.
- PDVSA. **Noticias e información sobre la industria petrolera venezolana**. Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima. 2007. Disponível em <http://www.pdvsa.com>.

POWERKOREA. 주변국 **News and Articles**. 2007. Disponível em http://www.powercorea.com/zboard/zboard.php?id=around&page=1&sn1=&di vpage=1&sn=off&ss=on&sc=on&select_arrange=headnum&desc=asc&no=701.

SMITH ET AL. **KBGIS-II, a Knowledge-Based Geographical Information System**. *International Journal of Geographical Information Systems*. Vol I. N. 2. 1987. pp. 149-172.

TERCEIRO, A. **Métodos Probabilísticos de Pesquisa Operacional**. 2003. Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal da Bahia. Disponível em <http://twiki.im.ufba.br/bin/view/MAT160/ProcessosEstocasticos>.

UNITED STATES OF AMERICA. **The World Fact Book**. Central Intelligence Agency – CIA. Langley, Virginia, US. 2007.

UNITED STATES OF AMERICA. **Intelligence Preparation of the Battlefields**. *Field Manual 34-130. Headquarters Department of the Army*. Washington D.C. US, 1994.

UNITED STATES OF AMERICA. **Intelligence Preparation of the Battlespace**. *Joint 2-01.3. Pentagon*. Washington D.C. US, 2000.

UNITED STATES OF AMERICA. **Mapping The Global Future: Report of the National Intelligence Council's – NIC**. Washington D.C. US, 2004.

VENEZUELA. **Portal Gobierno em Línea de Venezuela**. 2007. Disponível em <http://www.gobiernoenlinea.ve/misc-view/index.pag>.