

Uma Metodologia sobre a Melimitação da Faixa de Fronteira do Brasil

Tecnolog. Msc. Ismar Wollmann do Amaral Silva ^{1 2}
Prof. Dr. Iris Pereira Escobar ^{2 3}
Prof. Msc. Mauro Pereira de Mello ³

¹ IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Diretoria de Geociências
21.241-051 Rio de Janeiro RJ
iwollman@ibge.gov.br

² UERJ – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Computação
Geomática (PGEC)
20.550-013 Rio de Janeiro RJ
irisescobar@terra.com.br

³ UERJ – Departamento de Engenharia Cartográfica
20.550-013 Rio de Janeiro RJ
mpmello@uerj.br

Resumo: Este artigo apresenta uma metodologia capaz de solucionar os problemas causados pela inexistência de uma definição clara dos limites da Faixa de Fronteira do Brasil a qual vem afetando o processo de identificação de municípios com área localizada parcial ou totalmente dentro desta parte do território brasileiro. Ela define a construção digital de uma linha de base junto ao limite terrestre do País e o desenvolvimento de outra linha paralela àquela, a uma distância de 150 km, correspondente à largura da faixa, medida sobre a representação cartográfica Plana Equidistante Azimutal. Os problemas de paralelismo verificados nos locais onde há reentrância territorial foram sanados com arcos de circunferência de raio igual a 150 km, gerados com operações de “buffer”. Esta metodologia é resultado de um estudo acadêmico realizado para obtenção do grau de Mestre na UERJ (PGEC) e foi proposta para aplicação na Diretoria de Geociências do IBGE.

Palavras chaves: Limites territoriais, Geomática, Geopolítica, Cartografia, SIG.

Abstract: This article presents a methodology capable to solve the problems caused by the absence of a clear definition of limits of the Border Strip of Brazil, which is affecting the process of identification of municipal districts, whose area are partially or totally inside of this part of the Brazilian territory. It defines the digital construction of a base line close to the terrestrial limit of the Country and the development of another line parallel to that, at a distance of 150 km, corresponding to the width of the strip, measured over the Equidistant Azimuthal map projection. The problems of parallelism, verified at the places where there is territorial reentrance, were solved with arcs of circumference with radius equal to 150 km, generated with buffer operations. This methodology is a result of an academic study performed for obtention of the Master degree at UERJ (PGEC) and was proposed to application in the Management of Geosciences of IBGE.

Keywords: Territorial limits, Geomatics, Geopolitics, Cartography, GIS.

1 Introdução

O IBGE, visando atender às demandas legais ou operacionais de informações oriundas de usuários específicos, vem ao longo de sua existência tratando e compondo em seu acervo informações de municípios relacionados com várias áreas específicas do país. Dentre essas áreas de interesse estratégico para o governo federal, destaca-se aqui a Faixa de Fronteira do Brasil. Este recorte territorial é uma área particularizada dentro do processo de gestão territorial estabelecida por uma faixa interna de cento e cinquenta quilômetros de largura, paralela à linha divisória terrestre do país (Lei nº 6.634/1979).

A região de fronteira, além de envolver questões ligadas à segurança nacional, conforme menciona a

legislação em vigor, também envolve um elenco de outras questões voltadas à integração e desenvolvimento social das populações residentes nos municípios identificados dentro desta área. No momento em que o governo define a faixa como de segurança para o país, impondo uma série de restrições para práticas de determinadas ações do homem, ocorre uma retração nos investimentos destinados às obras sociais e de infra-estrutura por parte dos Estados fronteiriços e, conseqüentemente, contribui com um abandono ainda maior da região. Para os municípios que possuem área localizada total ou parcialmente dentro da faixa de fronteira, o governo federal disponibiliza um auxílio financeiro para aplicação em obras públicas de infra-estrutura.

Um dos poucos trabalhos publicados no país sobre a Faixa de Fronteira do Brasil que se tem conhecimento foi o de Silva (1942), Consultor Técnico do ex-Conselho Nacional de Geografia. Atualmente, sabe-se que além do IBGE, o grupo denominado RETIS da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob a Coordenação da Prof^a. Lia Osório Machado, vem desenvolvendo pesquisas e estudos sobre a caracterização geográfica das fronteiras e produziu, recentemente, um CD do Atlas da Fronteira Internacional do Brasil, com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

No Cadastro de Municípios Brasileiros da Faixa de Fronteira, além da identificação dos municípios e de outras informações sobre eles que podem ser agregadas, como por exemplo, população e área; são, ainda, produzidas e cadastradas pelo IBGE outras informações de interesse relevante ao tema, tais como: classificações relativas à localização da área do município dentro da região considerada e distâncias da sede do município com relação a determinados pontos da faixa. Também, diante da dinâmica da divisão territorial - fusões, criações e alterações de áreas ou de denominações de municípios ou de outras divisões territoriais – revisões periódicas são realizadas neste cadastro.

O processo utilizado para identificação de municípios dentro da faixa de fronteira, encontra dificuldade para identificar as áreas municipais que estão localizados na periferia interna da faixa devido à inexistência de seus limites em documento cartográfico adequado para se efetuar medição linear, ou seja: se a área do município está localizada parcialmente dentro da faixa ou se ela está totalmente para fora ou para dentro da mesma. Não havendo, inclusive, condições para se precisar, com referência aos municípios identificados como parcialmente dentro da faixa, o quanto de área do seu território está para dentro ou para fora da faixa. Uma outra dificuldade observada é a informação sobre as sedes municipais, com relação à distância que elas se encontram dos limites da faixa, sobretudo para fora do limite dos 150km de largura da faixa.

Possivelmente, tal situação se apresenta como reflexo da difícil tarefa, em épocas passadas, de se manusear com relativa precisão uma enormidade de documentos cartográficos para se efetuar medições de grandes distâncias, e para se localizar várias áreas territoriais existentes ao longo desse espaço físico brasileiro que vai de norte a sul do País, numa documentação oriunda da cartografia clássica, onde diversas cartas topográficas são envolvidas, normalmente, as de maior escala existentes na região de trabalho.

A legislação em vigor que versa sobre a Faixa de Fronteira do Brasil se omite quanto aos critérios a serem adotados para se traçar a faixa interna dos 150km de largura, paralela à linha divisória terrestre do território nacional, como pode ser constatada a ausência de uma orientação geográfica ou a inexistência de informações básicas para o cálculo de distâncias ortogonais à linha da fronteira internacional e, ainda, de como se tratar as reentrâncias territoriais. Assim, a existência dessa lacuna a ser preenchida no processo de identificação de municípios pertencentes à Faixa de Fronteira do Brasil, seja perante a definição dos limites da faixa à luz da legislação em vigor ou perante a ausência de informação precisa sobre a documentação cartográfica utilizada na época para representação de seu traçado e da metodologia aplicada, foram as razões que justificaram o estudo feito junto ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Computação da UERJ - Área de Concentração Geomática, conforme pode ser visto com detalhes na dissertação de mestrado de Silva (2003). Estudo este, desenvolvido na tentativa de tratar o problema a partir de uma solução técnica adequada e operacionalmente viável.

1.1 Objetivos: Geral e Específico

As novas tecnologias utilizadas para lidar com a manipulação, processamento e análise de dados espaciais georreferenciados são perfeitamente adequadas para superar aquelas dificuldades deparadas no passado para se medir distâncias extensas com relativa precisão e se visualizar grandes áreas, além de proporcionar facilidades para a elaboração de mapas com qualidade cartográfica.

Assim, com o propósito geral de tratar a caracterização espacial da Faixa de Fronteira do Brasil visando

dar maior precisão e consistência ao processo de identificação de municípios pertencentes à mesma, surgiu o presente estudo, como fruto de várias análises e pesquisas realizadas com este fim, nesta área estratégica do País, em busca da melhor solução para resolver os problemas relacionados à determinação de seus limites.

Como objetivos específicos podem ser destacados os seguintes:

- Reunir um conjunto de dados sobre a fronteira para possibilitar o melhor traçado de uma linha que poderá servir, por um determinado período de tempo (até a próxima densificação dos limites da fronteira), para representar no ambiente digital a linha de limite da fronteira do País em cada Estado fronteiriço que, de acordo com esta proposta metodológica, irá considerar, praticamente, todos os pontos dos limites internacionais adotados pelas Comissões Brasileiras Demarcadoras de Limites.
- Desenvolver os trabalhos voltados à determinação do traçado da linha de limite interno da Faixa de Fronteira em ambiente georreferenciado, dentro dos padrões geodésicos e cartográficos, visando à caracterização de seus limites em concordância com a distância estabelecida legalmente para a largura da faixa, inclusive diante dos casos de reentrâncias territoriais.
- Suprir a lacuna representada pela inexistência destas novas feições geográficas: linha de limite interno da faixa de fronteira e da própria faixa de fronteira do Brasil em cada Estado fronteiriço, a fim de evitar possíveis conflitos de dados digitais de objetos espaciais gerados em ambientes georreferenciados diferentes.

1.2 Motivação e Justificativa

Um dos motivos principais que influenciou na proposta de desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre o recorte territorial em questão, denominado Faixa de Fronteira, no sentido de tentar buscar a caracterização de seus limites no meio digital, foi o fato do tema estar intimamente relacionado com as atividades técnico profissionais do proponente, exercidas junto à Diretoria de Geociências do IBGE, lidando com informações sobre algumas áreas específicas do País, de interesse estratégico do governo federal, em especial, sobre a Faixa de Fronteira do Brasil. Há no meio digital um cadastro de municípios pertencentes à referida faixa, onde se processam revisões periódicas com o objetivo de atualizá-lo diante das modificações que ocorrem no quadro municipal da Divisão Territorial Brasileira (DTB).

Alguns questionamentos são feitos quando se faz a atualização do Cadastro de Municípios da Faixa de Fronteira do Brasil, principalmente, devido à falta de uma linha de limite para a faixa que dificulta em muito o processo de identificação e classificação dos municípios dentro da mesma. Um questionamento mais geral se faz com relação ao próprio processo de atualização: será que ele já não deveria ser revisto diante das novas geotecnologias? Evidentemente que a resposta é sim, mas para isto algumas dúvidas deveriam ser tratadas e esclarecidas, são elas:

Como fazer a caracterização digital do traçado da linha de limite da fronteira do Brasil, de acordo com os limites internacionais?

- Como caracterizar no meio digital a Faixa de Fronteira do Brasil com a melhor precisão possível, projetando a linha de 150 km paralela à divisa internacional do país conforme definição legal da faixa de fronteira?
- Como tratar os casos onde há reentrâncias territoriais para projeção da linha paralela que define a largura da faixa?

A última questão pode ser compreendida melhor na ilustração ao lado (Figura 1):

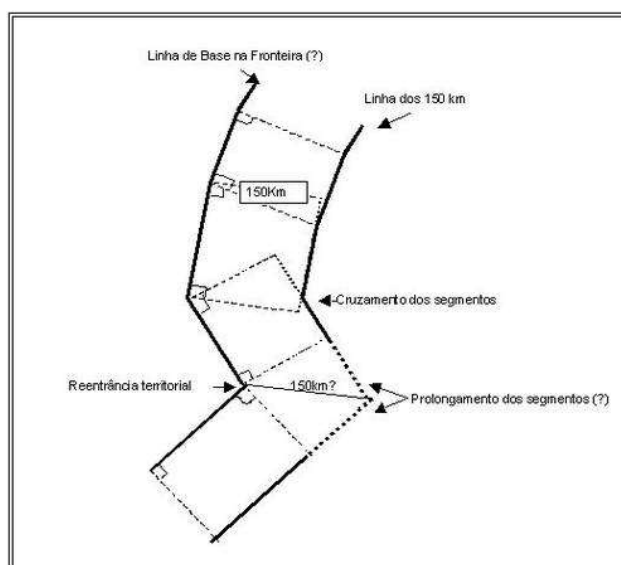


Figura 1: Segmentos de reta projetados ortogonalmente a uma linha de base traçada na fronteira, com um caso de reentrância territorial

2 Contexto da Faixa de Fronteira do Brasil

2.1 Os Limites Terrestres do País

No passado, o Brasil independente herdou de Portugal todas as suas questões de limites com a Espanha e França, passando a diplomacia brasileira a tratar as negociações sobre suas fronteiras também com Holanda, Inglaterra e com todas as nações sul-americanas contíguas ao seu território. Muitas negociações ocorreram ao longo da história, mas somente no início do século XIX, os problemas de limites foram solucionados. Hoje, pode-se afirmar que todas as questões relativas à sua delimitação estão resolvidas. A história das fronteiras do Brasil foi descrita com detalhes por Pereira (1945), Consultor Técnico do Ministério das Relações Exteriores e representante na Diretoria Central do Conselho Nacional de Geografia na década de quarenta. Ele inicia com um resumo histórico dos antecedentes luso-hispânico e traça uma exposição cronológica dos principais acontecimentos, com a reprodução de seus respectivos documentos históricos.

As atividades de fixação das fronteiras brasileiras são executadas por comissões bilaterais demarcadoras de limites, denominadas Comissões Mistas de Limites. O Brasil mantém comissão mista com todos os dez países limítrofes. São feitos aperfeiçoamentos sistemáticos da materialização da linha limite mediante a intercalação de novos marcos, com o objetivo de torná-los cada vez mais intervisíveis.

A Tabela 1 apresenta extensões e quantidade de marcos de fronteira utilizados para caracterizar os limites internacionais do Brasil com todos os países adjacentes. Observa-se que a grande extensão dos limites, quase que 90% do total, está caracterizada por intermédio de acidentes naturais e o restante por linhas geodésicas, contribuindo em muito nas atividades de demarcação de limites.

Tabela 1: Situação dos limites internacionais do Brasil.

PAÍS	RIOS E CANAIS (km)	LAGOAS (km)	GEODÉ_SICAS (km)	DIV. DE ÁGUAS (km)	TOTAL (km)	TOTAL DE MARCOS
Guiana Francesa	427			303	730	07
Suriname				593	593	60
Guiana	698			908	1606	134
Venezuela			90	2109	2199	2456
Colômbia	809		612	223	1644	128
Peru	2003		283	709	2995	86
Bolívia	2609	63	751		3423	426
Paraguai	929			437	1366	901
Argentina	1236			25	1261	260
Uruguai	610	139	57	263	1069	1174
TOTAL GERAL	9321	202	1793	5570	16886	5632

Fonte: *Fronteira do Brasil - MRE/DF (DF, 2000)*

2.2 As Faixas de Fronteira

A faixa interna de largura variável e de caráter principalmente estratégico, de base física de um país, delimitada por uma linha divisória ou limite, que a divide da faixa de fronteira do outro país contíguo. Esta faixa de largura considerável e que se confronta com a linha de limite, na qual termina a ação jurisdicional do Estado, atualmente é definida por uma largura de cento e cinquenta quilômetros.

Segundo Steiman (2002), são pouco os países na América do Sul que reconhecem a faixa ou zona de fronteira como uma unidade espacial distinta e sujeita a legislação específica; contudo, apenas três países estabelecem em suas constituições uma largura para a faixa, conforme Tabela 2.

Tabela 2: As Faixas de Fronteiras na América do Sul.

País	Faixa de Fronteira	Instrumento Legal
Argentina	Não tem.	Constituição de 1994.
Bolívia	50 km.	Constituição de 1997, reformada em 1997.
Brasil	150 km.	Constituição de 1988.
Chile	Não tem.	Constituição de 1980, reformada em 2001.
Colômbia	Não especifica largura.	Constituição de 1991, reformada em 1997.
Equador	Não especifica largura.	Constituição de 1998.
Guiana	Não tem.	Constituição de 1980, reformada em 1996.
Guiana Francesa *	-	-
Paraguai	Não tem.	Constituição de 1992.
Peru	50 km.	Constituição de 1993.
Suriname	Não tem.	Constituição de 1987, reformada em 1992.
Uruguai	Não tem.	Constituição de 1997.
Venezuela	Não especifica largura.	Constituição de 1999.
* sem dados		

Fonte: As Constituições dos Países (STEIMAN, 2002).

Algumas décadas após a independência política do Brasil, apesar do pouco conhecimento geográfico das regiões fronteiriças, a Lei nº 601, de 18/09/1850, que dispõe sobre as terras devolutas no Império, no seu artigo primeiro já preconizava o conceito de fronteira como faixa, se referindo a mesma por uma zona de dez léguas (66 km). O referido dispositivo legal foi regulamentado cerca de quatro anos mais tarde pelo Decreto nº 1.318, de 30/01/1854, que dispensou um capítulo à parte para tratar da faixa: “*Capítulo VII - Das Terras Devolutas Situadas nos Limites do Império com Países Estrangeiros*”.

Uma pesquisa feita nas Constituições do Brasil (BRASIL, 2002) revela como a faixa de fronteira foi tratada ao longo da história constitucional brasileira, porém, sem considerar as razões políticas envolvidas em cada época. A primeira Constituição - Constituição Política do Império do Brasil, de 25/03/1824 - não fez qualquer referência à faixa. Já a segunda - Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, de 24/02/1891 - apesar de não determinar a largura da faixa, estabeleceu no seu artigo 64º o seguinte: “...*, cabendo à União somente a porção do território que for indispensável para a defesa das fronteiras,...*”, ficando subentendido que tal porção refere-se à largura de 66 km estabelecida na supracitada Lei, que segundo analisado em (ARSEGO et al, 2002) continuava em pleno vigor juntamente com o decreto que a regulamentou. Na Constituição seguinte - Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, de 16/07/1934 - foi fixada no seu artigo 166º uma largura de 100 km para a faixa. Um pouco mais de três anos depois, foi promulgada a nova Constituição - Constituição dos Estados Unidos do Brasil, de 10/11/1937 - onde a largura da faixa foi ampliada para 150 km (artigo 165º). Nenhuma das duas próximas Constituições - Constituição dos Estados Unidos do Brasil, de 18/09/1946, e Constituição do Brasil, de 24/01/1967 - estabeleceram largura para a faixa de fronteira. Somente na Constituição atual – Constituição da República Federativa do Brasil, de 05/10/1988 - a largura da faixa voltou a constar, sendo de até cento e cinquenta quilômetros (Art. 20º § 2º).

2.3 Ação do Governo Federal

Está previsto em lei um auxílio financeiro de ajuda aos municípios da Faixa de Fronteira, na qual as prefeituras municipais concorrem informando em ofício a obra que pretendem realizar, justificando a importância da mesma e os seus reflexos sobre a população, com as devidas estimativas orçamentárias. As prefeituras podem, também, em casos especiais e devidamente justificados, se habilitarem à concessão desse auxílio financeiro para aquisição de máquinas e equipamentos. Na condição de entidade federal gestora da faixa de fronteira, o Conselho de Segurança Nacional estabeleceu as primeiras normas e um plano preliminar de distribuição para que os municípios pudessem se habilitar ao referido auxílio, a princípio, a distribuição obedeceria aos critérios definidos a seguir:

a. Quanto à natureza da obra

- 1) Na AMAZÔNIA LEGAL
 - Prioridade 1 – SANEAMENTO BÁSICO
 - Prioridade 2 – URBANIZAÇÃO
 - Prioridade 3 – DEMAIS SETORES

- 2) No restante da Fronteira
 Prioridade 1 – PONTES E ESTRADAS VICINAIS
 Prioridade 2 – SANEAMENTO BÁSICO
 Prioridade 3 – DEMAIS SETORES

b. Quanto ao Município

- Prioridade 1 – Municípios de Interesse da Segurança Nacional na Faixa de Fronteira
 Prioridade 2 – Municípios mais novos ou mais carentes
 Prioridade 3 – Municípios fronteiriços
 Prioridade 4 – Demais municípios da Faixa de Fronteira.

(CSN, 1981).

Na Secretaria de Programas Regionais Integrados do Ministério da Integração Nacional (SPRI/MI) consta um programa de desenvolvimento regional denominado: “Desenvolvimento Social da Faixa de Fronteira”. O projeto visa essencialmente promover a ocupação da região, considerada área importante para a consolidação da democracia e desenvolvimento econômico e social do País, com ações para desenvolver a faixa de fronteira, o programa estuda os pedidos de demandas e realiza obras civis de pequeno porte nos municípios. O programa dispõe de um orçamento anual de cerca de 4,4 milhões de reais, conforme informações do Ministério da Integração Nacional, MI (2002).

2.4 Área de Abrangência

A faixa de fronteira tem uma abrangência nacional (Figura 2) envolvendo, segundo informações atuais do Cadastro de Municípios Brasileiros da Faixa de Fronteira do IBGE, 588 (quinhentos e oitenta e oito) municípios, em onze Estados Fronteiriços, distribuídos conforme lista por região do País a seguir (código - nome da UF e nº de municípios):

a) Região Norte (98 municípios)

- 11 – Rondônia - 27
 12 – Acre - 22
 13 – Amazonas - 21
 14 – Roraima - 15
 15 – Pará - 5
 16 – Amapá - 8

b) Região Sul (418 municípios)

- 41 – Paraná - 139
 42 – Santa Catarina - 82
 43 – Rio Grande do Sul - 197

c) Região Centro-Oeste (72 municípios)

- 50 – Mato Grosso do Sul - 44
 51 – Mato Grosso - 28

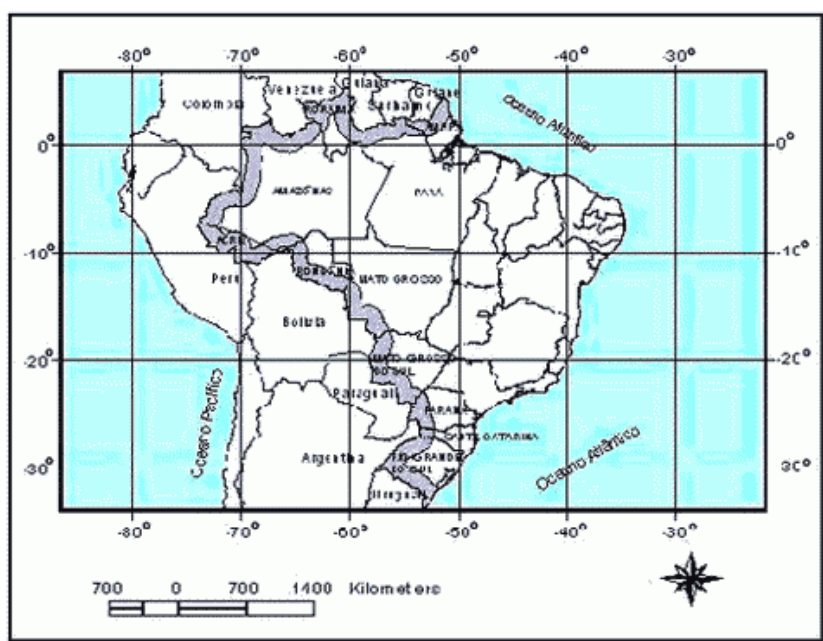


Figura 2: A Faixa de Fronteira do Brasil

2.5 Dispositivos Legais Básicos

A faixa de fronteira é uma área estratégica do País que recebeu destaque em quase todas as Constituições brasileiras. Além da atual Carta Magna, encontra-se disposto no Art. 1º da Lei 6.634, de 02/05/1979, o seguinte: “É considerada área indispensável à Segurança Nacional a faixa interna de 150 km (cento e cinquenta quilômetros) de largura, paralela à linha divisória terrestre do território nacional, que será designada como Faixa de Fronteira”. Esta Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 85.064, de 26/08/1980, onde estão descritos os procedimentos a serem seguidos para a prática dos atos que necessitem de assentimento prévio, tais como aqueles relativos à alienação e concessão de terras públicas, aos serviços de radiodifusão, às atividades de mineração, à colonização e loteamentos rurais, às transações com imóveis rurais envolvendo estrangeiros, à participação de estrangeiros em pessoa jurídica brasileira, além do auxílio financeiro aos municípios da faixa de fronteira.

3 Metodologia

Vários métodos e técnicas foram apropriados para o desenvolvimento desta metodologia, tais como: transformação entre Sistemas Geodésicos de Coordenadas, representação cartográfica Eqüidistante Azimutal, ferramentas de Análise de Proximidade (Operação de Buffer) e de outras operações de geoprocessamento presentes nos Sistemas de Informações Geográficas, conforme abordagem em Silva (2003, cap. 3). O resumo a seguir reproduz os pontos fundamentais para um melhor entendimento da mesma.

De acordo com Bakker (1965, p.17) *“as projeções eqüidistantes azimutais são sempre projeções planas”*. Este método de representação cartográfica é muito aplicado na produção de cartas onde se deseja uma escala verdadeira de distâncias e azimutes, como para navegação aérea e marítima, ou para orientação de antenas de transmissão de microondas, bem como em outras aplicações. Vale ressaltar a afirmativa feita pelo mesmo autor quando faz um resumo das propriedades da representação cartográfica eqüidistante azimutal:

A desigualdade de escalas em direções diferentes acarreta deformações nas áreas e alterações na forma. Tornando, essa projeção, desapropriada para a representação de extensas regiões. **Entretanto, quando se necessita de uma carta com a finalidade específica de representar verdadeiras distâncias a um determinado ponto, essa projeção pode ser usada com excelentes resultados, fazendo-se o tal ponto centro da projeção (ponto de tangência)**, (BAKKER, 1965, p.32) - grifo nosso.

Um dos métodos desenvolvidos pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI) para operação com a ferramenta “Buffer Wizard” do SIG ArcMap da família ArcGIS, denominado *“Feature Optimized Coordinate System”*, utiliza-se da referida representação cartográfica, conforme ESRI (2001a e 2001b). O algoritmo deste método cria um sistema temporário de coordenadas, baseado em uma projeção eqüidistante azimutal, para o processamento de “buffer” para cada feição que está sendo submetida àquela ferramenta. Uma vez criado, os buffers são reprojitados e gravados no sistema de coordenadas da estrutura de dados.

Em suma: uma linha deverá ser construída no meio digital ao longo do limite internacional do Brasil, constituída por um maior número de segmentos de reta possível, com trechos dos limites dos municípios brasileiros fronteiriços digitalizados de cartas topográficas (IBGE, 1997) que deverão ser intercalados entre os marcos de fronteira, para servir especificamente de base para projeção do limite interno da faixa de fronteira (linha dos 150km). A geração de buffer, a partir desta linha de base, produzirá uma nova feição geográfica que será utilizada em operações de interseção e união de dados espaciais a fim de produzir a Faixa de Fronteira do Brasil.

3.1 Definições

Linha de Base Reta da Fronteira (LBRF) é a linha constituída por segmentos de retas definidos pelas coordenadas geográficas dos marcos de fronteira e pelas coordenadas geográficas dos pontos digitalizados de trechos selecionados dos limites dos municípios fronteiriços que se localizam entre os citados marcos, com a finalidade específica de servir de base para a projeção da linha dos cento e cinquenta quilômetros de largura da Faixa de Fronteira do Brasil em cada estado fronteiriço brasileiro.

Marcos de fronteira são pontos, materializados ou sinalizados de alguma forma no terreno, que determinam os limites internacionais do Brasil. Esses marcos são estabelecidos pelas Comissões Brasileiras Demarcadoras de Limites (CBDL) em operações conjuntas com representantes dos países contíguos ao Brasil, nos trabalhos de demarcação do território brasileiro.

Trechos selecionados dos limites dos municípios fronteiriços são partes da linha dos limites fronteiriços dos municípios confrontantes ao território do País adjacente ao Brasil, identificados a partir de uma análise cartográfica feita na região de fronteira próxima à divisa internacional, com o auxílio de recortes de imagens orbitais e/ou de cartas topográficas, considerando-se, especialmente, a análise dos limites territoriais do país delimitados por acidentes geográficos naturais existentes entre os marcos de fronteira.

Limites de municípios fronteiriços são pontos formadores da linha de contorno dos municípios localizados junto à linha de limite terrestre do País, oriundos da digitalização dos limites municipais lançados em cartas topográficas de maior escala daquelas existentes no Arquivo Gráfico Municipal (AGM) e que compõem os arquivos sem supressão de pontos (escala 1:250.000) da Malha Municipal Digital do Brasil (MMD), ambos

arquivos produzidos e disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Recortes de imagens orbitais são pedaços de cenas das imagens geradas pelos sensores remotos dos satélites LANDSAT-7/ETM+ e LANDSAT-5/TM, com combinação das bandas espectrais 5,4,3/RGB em composição colorida falsa cor, correspondendo às áreas territoriais definidas pela articulação das folhas topográficas adotada pela cartografia nacional. Estes recortes foram adequados a partir de mosaicos elaborados para os estados brasileiros que foram processados (ajuste geométrico, equalização radiométrica, balanço de cores, mosaicagem, recorte e reprojeção) e disponibilizados comercialmente no formato JPEG pela EMBRAPA Monitoramento de Satélites.

A Linha Interna da Faixa de Fronteira (LIFF) é a linha constituída por pontos localizados a cento e cinquenta quilômetros da LBRF, com a finalidade de definir o limite interno da Faixa de Fronteira do Brasil. Esta linha é projetada para dentro do território nacional por segmentos de reta paralelos aos da referida linha de base reta, na largura da faixa, e ligados por arcos de círculos de mesmo raio, com vértices situados nas interseções dos segmentos da LBRF, quando esses segmentos têm sua localização nas reentrâncias do território nacional.

O Limite da Faixa de Fronteira (LFF) é definido pelas linhas: LBRF, LIFF e limites estaduais.

A Faixa de Fronteira do Brasil é definida por lei como sendo a faixa interna de 150 km (cento e cinquenta quilômetros) de largura, paralela à linha divisória terrestre do território nacional, considerada área indispensável à Segurança Nacional.

3.2 Critérios

A) A LBRF deverá ser representada no ambiente digital como objeto tipo linha. Na sua constituição, poderão ser desconsiderados pontos que se enquadrem em uma das seguintes situações:

A₁) Marcos de fronteiras localizados lado a lado, na direção transversal à LBRF, na maioria das vezes com a mesma denominação, sendo um marco no território brasileiro e outro no território do País vizinho. Neste caso, este último deverá ser desconsiderado na composição da LBRF.

A₂) Pontos dos segmentos de reta dos limites dos municípios fronteiriços determinados por acidentes naturais a serem intercalados entre os marcos de fronteira conflitantes com a tendência dos limites internacionais em direção ao marco a ser ligado.

B) A LIFF deverá ser representada no ambiente digital por um objeto tipo linha. Na sua constituição deverão ser consideradas as seguintes preposições:

B₁) As determinações de distâncias deverão ser desenvolvidas sobre um sistema de representação cartográfica que preserve em verdadeira grandeza medidas lineares para determinadas direções dentro da porção territorial correspondente à largura da faixa de fronteira.

B₂) Para os casos das reentrâncias do território brasileiro serão utilizados arcos de círculos de raio igual à largura da faixa de fronteira, com vértices localizados nas interseções dos segmentos de reta definidores das reentrâncias territoriais que constituem a linha de base reta adotada. Estes arcos serão os projetados para dentro do território nacional delimitados pelos pontos de interseção com os segmentos projetados paralelamente a LBRF.

C) O LFF em cada estado fronteiriço deverá ser representado no ambiente digital por um objeto tipo área.

D) A Faixa de Fronteira do Brasil deverá ser representada no meio digital por um objeto do tipo área a ser caracterizada espacialmente no nível de país por uma das condições a seguir:

D₁) Por um único polígono - pela união dos traçados das seguintes feições geográficas: LBRF, LIFF e as linhas de limites dos estados fronteiriços do Amapá e do Rio Grande do Sul com o Oceano Atlântico, nos trechos definidos entre as linhas LBRF e LIFF;

D₂) Por vários polígonos - pela união dos traçados das feições geográficas correspondentes aos limites da Faixa de Fronteira do Brasil (LFF) de cada estado fronteiriço.

E) As linhas de limites dos estados e municípios fronteiriços deverão ser as produzidas pelo IBGE, a partir

da digitalização de pontos dos limites dos municípios lançados nas cartas topográficas de maior escala existentes no AGM, e que fazem parte do arquivo fonte da MMD, sem supressão dos pontos digitalizados.

3.3 Procedimentos

A aplicação dos procedimentos a seguir pode ser visto com mais detalhes no estudo de caso apresentado por Silva (2003), de onde foi retirada esta visão rápida do sistema de caracterização espacial da Faixa de Fronteira do Brasil, sintetizada no primeiro nível do Diagrama de Fluxo de Dados – DFD (Figura 3).

3.3.1 Para Aquisição dos Dados da Fronteira

Os dados das feições geográficas que devem ser obtidos para caracterização espacial da faixa de fronteira são: os marcos de fronteira e os pontos definidores dos limites municipais dos Estados fronteiriços, bem como recursos cartográficos para os trabalhos de identificação de trechos dos limites territoriais localizados em acidentes naturais, tais como: folhas topográficas e recortes de imagens orbitais, conforme procedimentos a seguir:

1º) Obter dados digitais dos marcos de fronteiras. Tais dados estão disponíveis em relações por unidade da federação, no formato “html” ou “txt”, podendo ser obtidos na “home page” da internet ou nas sedes das Comissões Brasileiras Demarcadoras de Limites: Primeira Comissão Demarcadora de Limites (PCDL) e Segunda Comissão Brasileira de Limites (SCDL). A ilustração a seguir (Figura 4) mostra alguns dos “layouts” das relações com os dados de marcos de fronteira que estão disponibilizados na Internet.

À PCDL compete executar trabalhos nas fronteiras setentrionais (Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia e Peru) e a SCDL compete executar trabalhos nas fronteiras meridionais (Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai).

2º) Obter dados digitais dos limites dos estados e municípios fronteiriços. Tais dados são produzidos pela Coordenação de Cartografia do IBGE, a partir da

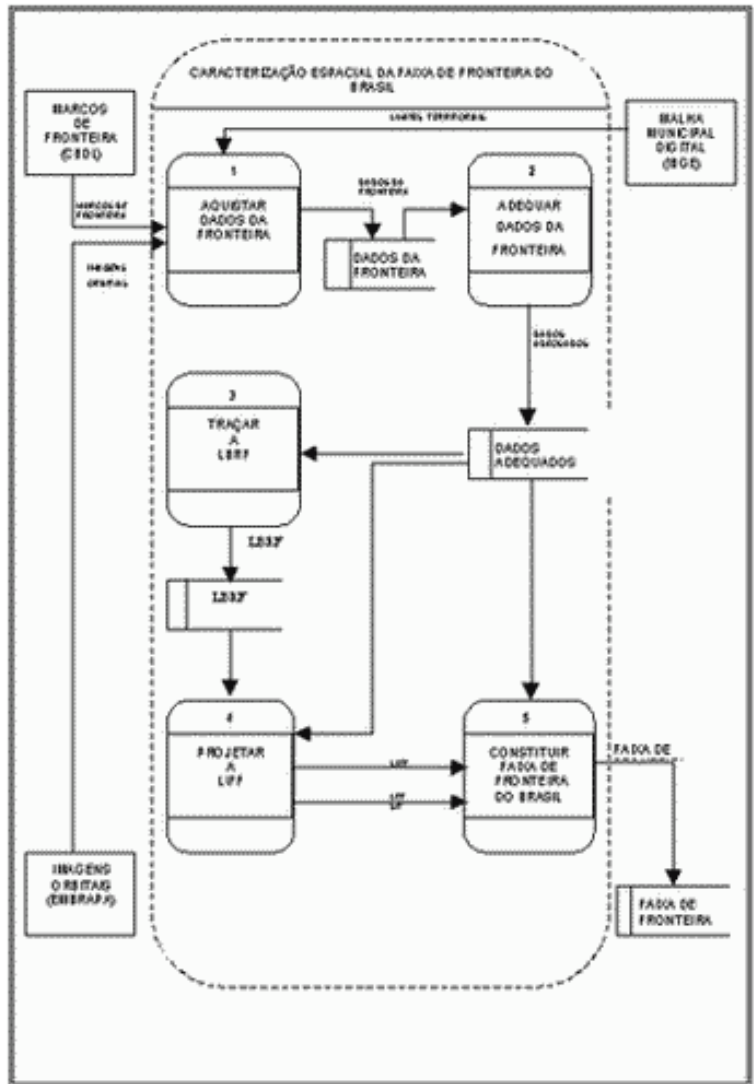


Figura 3: DFD – Caracterização Espacial da Faixa de Fronteira do Brasil

Relação de Marcos da Fronteira Brasil-Argentina							
Lat.	Long. N E						
< Distância marcos >							
Barro da Guard (BR) -20 -11 -24.266	-67 -33 -34.976 -67.0 8868823.78 482 112.62						
< 6006 8.33 >							
Foz Peperiquacu (BR) -27 -8 -68.400	-62 -60 -16.000 -61.0 8882024.63 2 12322.12						
< 102300.42 >							
Relação de Marcos da Fronteira Brasil-Colômbia							
886-1	,04.1232763,-88.6837070,OPB,VAC824,Paralelo Rio Antonio						
1823-1	,04.1231828,-88.6833383,TRB,BAC88,Antiga base da Ig. Rio Ant.						
Relação de Marcos da Fronteira Brasil-Guiana							
B83-0	+06.120320 , -80.4408						
B80-1	,05 131275 , -60 432170						
Relação de Marcos da Fronteira Brasil-Peru							
1-Araguaçu m.p. Rio Acre , -10.688621 , -88.310823							
2-Itapua m.p. Rio Acre , -10 363835 , -69 343355							
Relação de Marcos da Fronteira Brasil-Uruguai							
Lat	Long. MC N E(TM-BAD-88)						
< Distância marcos >							
+Início LatMarit (260 m da Farol) -23 -44 -38.408	-62 -22 -10.418 -61.0 8283764.44 230486.87						
< 282.00 >							
+Pilar Az 128 nr.1 (33 m " "XBR) -33 -44 -31.177	-62 -22 -12.440 -61.0 8283810.33 230236.44						
< 27.78 >							
DATUM BAD-88 DATUM FBAD-68							
MARCO	ANO	LATITUDE	LONGITUDE	METODO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE MET.
BR-0	1977	06 12'07.882"	80 44' 14.067"	BTR	06 12'12.222"	80 44'08.380"	2723.86 BA.R

Figura 4: Exemplos das relações com dados dos marcos de fronteira na Internet

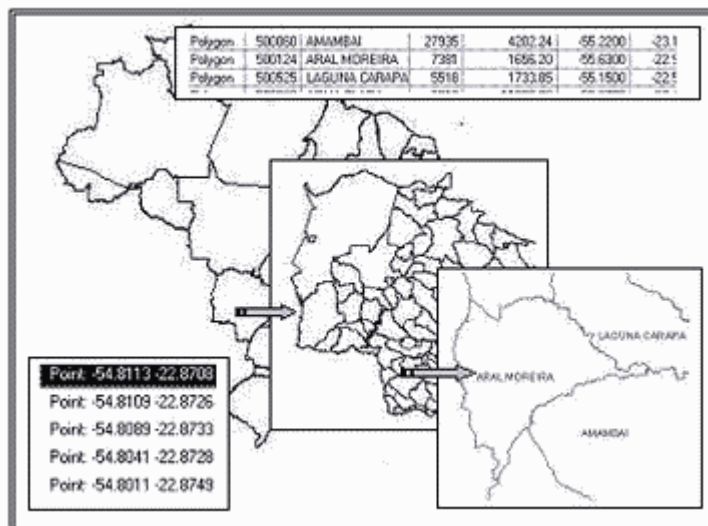


Figura 5: Exemplos de dados da Malha Municipal Digital – MMD do IBGE

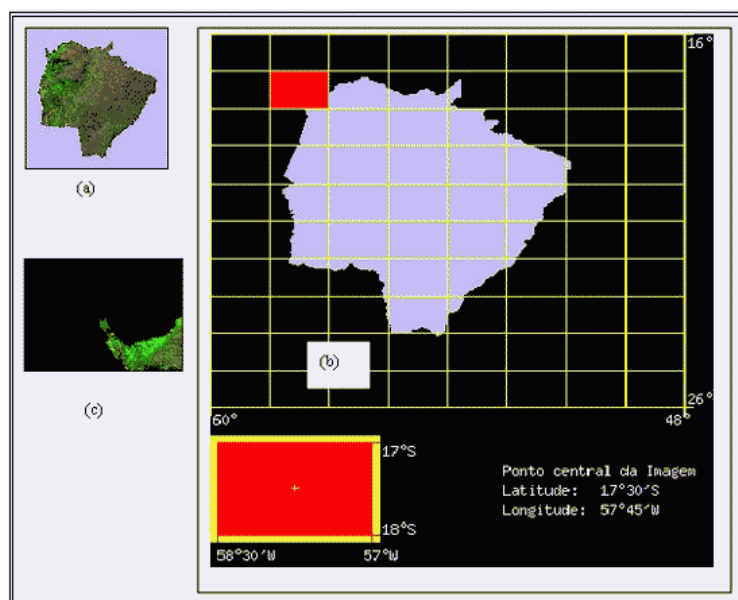


Figura 6: Recorte de imagens orbitais do Estado do Mato Grosso do Sul

municípios de fronteira. Com relação aos demais, há necessidade de se proceder algum tratamento, no sentido de homogeneizar os dados para utilização em SIG, conforme a seguir:

1º) Adequar os dados dos marcos de fronteira: abrir arquivo contendo a relação de marcos de fronteira do Estado selecionado; editar relação em programa para eliminar os registros (linhas) inconvenientes, manipular ponteiro e outras variáveis, efetuar cálculos para conversão de coordenadas dos marcos para grau decimal ou radianos; se necessário, referir as coordenadas dos marcos ao mesmo sistema de referência geodésica, SAD/69, efetuando transformações de coordenadas entre sistemas geodésicos; e exportar dados para o formato do SIG a ser utilizado. Exemplos de resultados de alguns passos estão ilustrados a seguir (Figura 7).

2º) Adequar os dados dos recortes de imagens orbitais: selecionar os arquivos com as cenas de interesse na fronteira para cada estado fronteiro; identificar parâmetros de resolução e superposição das cenas conforme escala do recorte; registrar as imagens a partir das informações de escala e coordenadas do canto superior esquerdo do enquadramento segundo a articulação das folhas topográficas para cada recorte da imagem orbital e gerar arquivos em ASCII com os parâmetros de georreferenciamento. Para a seleção dos arquivos, a partir do mosaico das imagens do estado fronteiro acessar várias vezes no recorte mais ao norte na região de fronteira até alcançar o recorte relativo à articulação das folhas

digitalização dos limites municipais lançados em folhas topográficas de maior escala existente na região. Eles estão armazenados em arquivos contendo os dados digitalizados dos limites municipais sem supressão de pontos, usados como fonte nos trabalhos de produção do CD ROM da Malha Municipal Digital do Brasil (MMD). As coordenadas já estão referidas ao "Datum SAD/69" e podem ser obtidos nos formatos utilizados pela maioria dos SIG existentes no mercado, tais como: "E00", "DXF", "DGN" e "SHP", a partir de aquisição junto à referida instituição. A Figura 5 ilustra exemplos desses dados.

3º) Obter os dados dos recortes de imagens orbitais. Tais dados são recortes de imagens orbitais do Sistema LANDSAT 5 e 7, produzidos e comercializados em mosaicos estaduais pela EMBRAPA Monitoramento de Satélites, no sistema de coordenadas geográficas referidas ao "Datum SAD/69", no formato "JPEG" (sem perdas de compressão), para as escalas padronizadas das cartas topográficas utilizadas pela cartografia nacional, entre as escalas 1:25.000 e 1:250.000, disponíveis em CD ROM da Coleção Brasil Visto do Espaço. Na ilustração ao lado (Figura 6) pode ser visto um exemplo desse recorte de imagem orbital que faz parte do mosaico do Estado do Mato Grosso do Sul.

3.3.2 Para Adequação dos Dados de Entrada

Dos dados de entrada do sistema, o único que se encontra em condições de utilização imediata, sem a necessidade de se realizar qualquer tipo de tratamento para execução no ambiente de trabalho, são os limites territoriais dos estados e

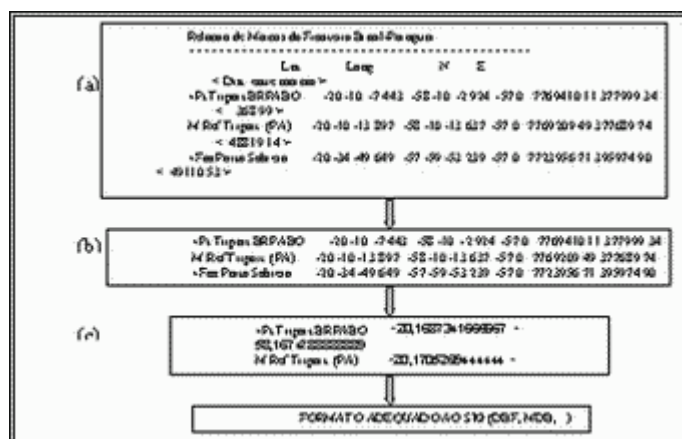


Figura 7: Exemplos dos dados de alguns passos da adequação de dados

topográficas para a escala de interesse. A Figura 8 mostra um exemplo desta seleção.

Os parâmetros de resolução e superposição das cenas das imagens orbitais, de acordo com os recortes feitos segundo as articulações das folhas topográficas utilizadas pela cartografia nacional, para as escalas padronizadas entre 1:250.000 (Nível 3) e 1:25.000 (Nível 0) são obtidos na página da internet no sítio da Embrapa. Um trecho da tabela contendo esses parâmetros pode ser visualizado na Tabela 3.

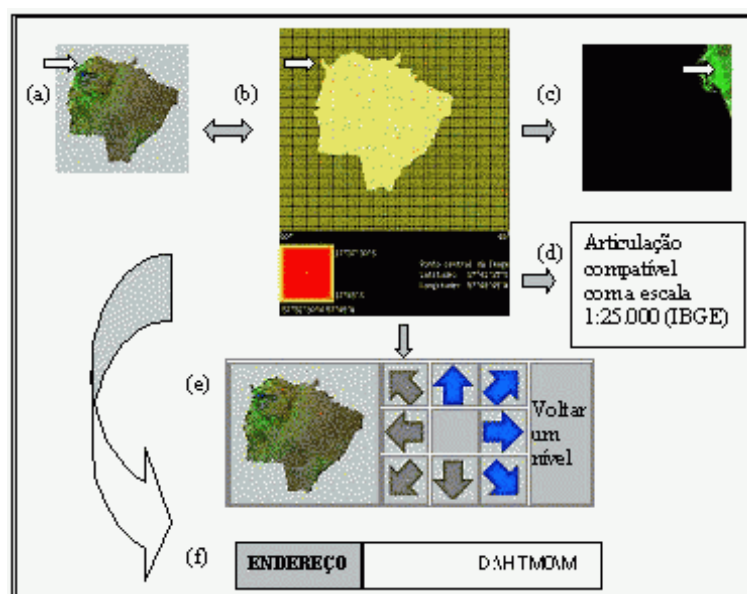


Figura 8: Exemplo de navegação para selecionar recortes de imagens orbitais do Mato Grosso do Sul na escala 1:25.000

Tabela 3: Exemplo da tabela com dimensão e resolução dos recortes de imagens de satélites

Estado	Largura da Imagem	Largura Total	Comprimento da Imagem	Comprimento Total	Tamanho do Pixel (m)	Tamanho do Pixel (graus decimais)	Nível
Acre							
AC	346	400	231	270	960	0,00866800	3
AC	346	400	231	270	480	0,00433400	2
AC	462	500	462	500	120	0,00108350	1
AC	462	500	462	500	60	0,00054175	0
Alagoas							
AL	459	500	306	350	360	0,00326904	3
AL	459	500	459	500	120	0,00108968	2
AL	459	500	459	500	60	0,00054484	1
AL	459	500	459	500	30	0,00027242	0
Amapá							
AP	345	400	230	270	960	0,00870608	3

Fonte: EMBRAPA Monitoramento de Satélites.

3.3.3 Para o Traçado da LBRF

No processo para traçar a LBRF serão utilizadas coordenadas de marcos de fronteira e dos pontos definidores dos limites dos municípios e estados fronteiriços e, para auxiliar nos trabalhos de análise cartográfica, os recortes de imagens orbitais da região de fronteira, bem como programas de computadores com funções de edição e manipulação de objetos espaciais geográficos.

1º) Identificar os limites fronteiriços da MMD: disponibilizar no ambiente de trabalho os limites municipais da MMD dos estados envolvidos com a faixa de fronteira; converter os elementos gráficos para o nível de complexidade do tipo linha; selecionar as linhas da lateral correspondente à divisa internacional dos limites dos municípios compreendidos entre os pontos interestaduais e criar com essas linhas selecionadas uma nova feição geográfica no ambiente de trabalho. A Figura 9 mostra em destaque esta linha.

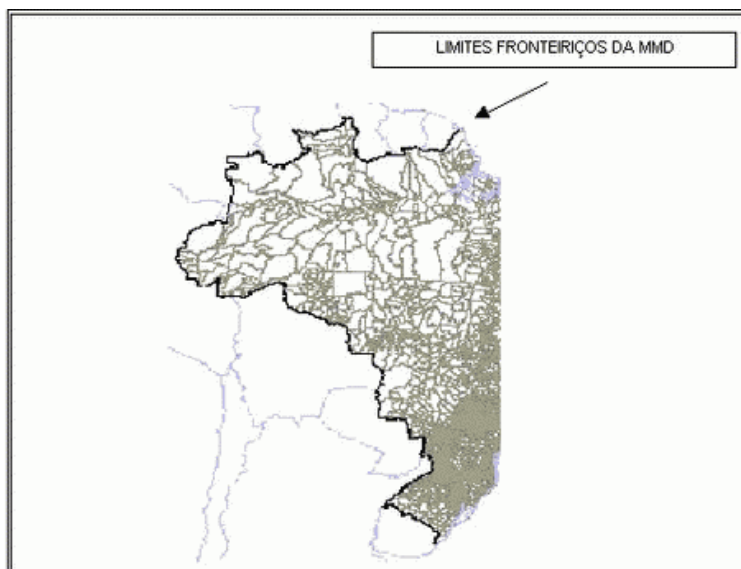


Figura 9: Limites Fronteiriços da MMD

2º) Criar objeto espacial marcos de fronteira: disponibilizar no ambiente SIG adotado os dados dos marcos de fronteira e gerar, a partir de suas coordenadas, um tema desta feição geográfica como objeto do tipo ponto.

3º) Disponibilizar recortes de imagens orbitais: inserir no ambiente SIG adotado os arquivos contendo os recortes de imagens selecionados e ativar os mesmos como se fosse um "pano de fundo".

4º) Construir o traçado da LBRF: editar os limites fronteiriços da MMD; analisar a geografia da fronteira¹, considerando todas as feições geográficas envolvidas; ligar os pontos dos segmentos dos limites fronteiriços da MMD aos marcos de fronteira nos trechos analisados e salvar a edição. A ilustração a seguir (Figura 10) mostra exemplos destas ligações.

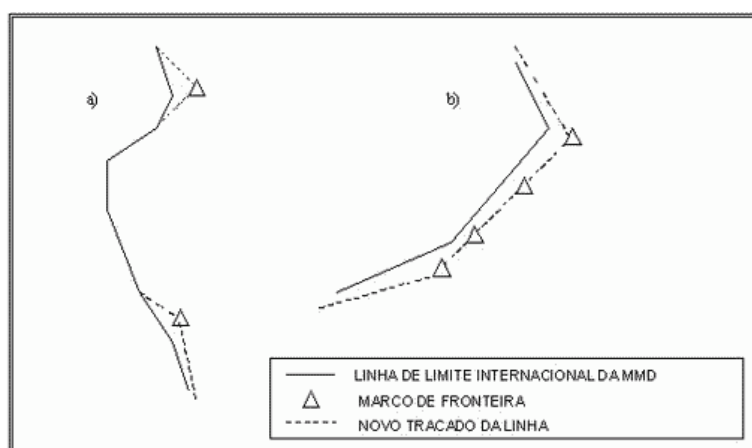


Figura 10: Exemplos de ligações entre os segmentos da linha de limite internacional da MMD e os marcos de fronteira: a) ligação com deslocamento de vértices dos trechos e dos limites internacionais de MMD definidos por acidentes naturais e b) ligação com deslocamento de vértices e queda de segmento de trechos dos limites internacionais da MMQ definidos por linha seca.

3.3.4 Para Projeção da LIFF

No processo de construção do traçado da Linha Interna da Faixa de Fronteira (LIFF) - largura da faixa - serão utilizadas a LBRF produzida de acordo com os procedimentos descritos no item anterior; a linha dos limites dos Estados fronteiriços e ferramentas de transformações de dados espaciais, de geoprocessamento e de "buffer", conforme a seguir:

1º) Preparar o ambiente de trabalho: configurar o ambiente do SIG adotado de acordo com o método² de trabalho e outros parâmetros necessários à transformações de dados espaciais e de medidas de distâncias.

¹ Esta análise consiste basicamente na identificação de trechos dos limites fronteiriços da MMD que deverão ser selecionados para formação da LBRF, a partir de sua localização em acidentes naturais que podem ser observados nas imagens de satélites ou em cartas topográficas.

² Para projeção da LIFF considerou-se o 3º método disponível na ferramenta Buffer do ArcMap do ArcGIS 8.2 da

2º) Criar buffer: selecionar a LBRF no ambiente de trabalho; executar a ferramenta buffer do SIG fornecendo os parâmetros necessários para projeção da largura da faixa.

3º) Construir o traçado do LFF: executar ferramenta de geoprocessamento para obter a interseção do buffer com os limites do estado fornecendo os parâmetros necessários ao processamento. A ilustração ao lado (Figura 11) fornece um visual da interseção das feições geográficas envolvidas no processamento.

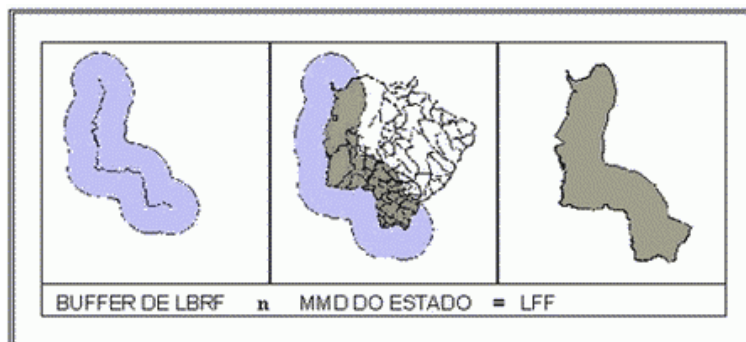


Figura 11: Feições geográficas envolvidas com o processamento do Limite da Faixa de Fronteira

4º) Gerar a LIFF Estadual: selecionar o trecho do traçado da LLFF que corresponde à parte do seu perímetro localizado mais internamente ao território, compreendido entre os limites estaduais (se for o caso).

3.3.5 Para a Constituição da Faixa de Fronteira do Brasil

A Faixa de Fronteira do Brasil para cada estado fronteiriço já está caracterizada, a partir da LFF gerada no processamento da interseção do buffer com os limites do estado (subitem anterior).

Assim, como o interesse é num objeto espacial que possibilite selecionar municípios ou outros elementos dentro da faixa de fronteira, para constituição da Faixa de Fronteira do Brasil em nível de país, procede-se à união dos polígonos delimitados pela LFF de cada estado brasileiro. Tal procedimento pode ser executado utilizando-se de ferramenta de SIG.

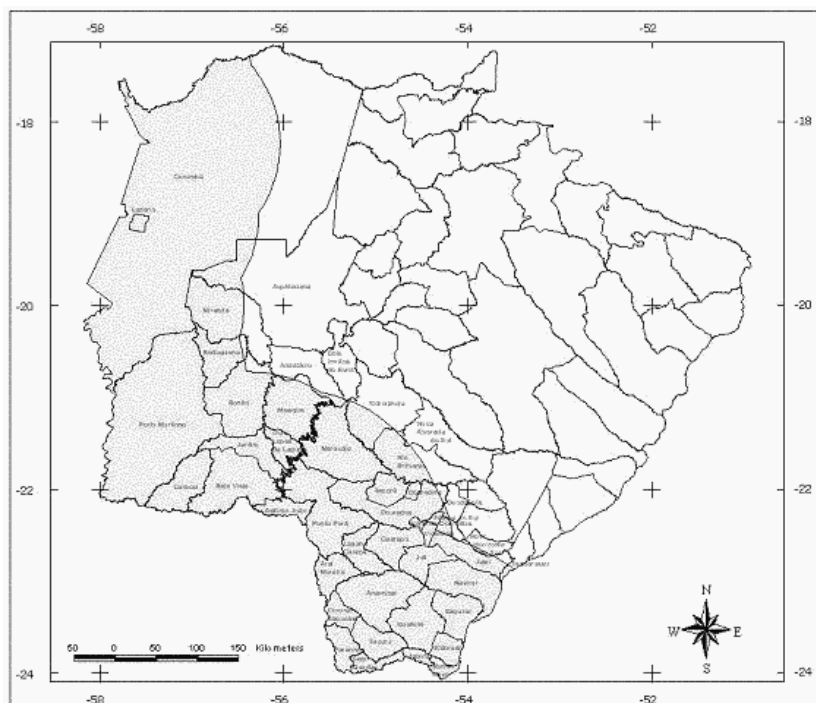


Figura 12: Mapa de faixa de fronteira do Brasil - Estado do Mato Grosso do Sul

4 Resultado da Aplicação do Método

Esta metodologia foi aplicada no Estado do Mato Grosso do Sul onde resultou na identificação de pequena área do município de Nova Alvorada do Sul dentro da faixa, além dos 44 municípios atualmente constantes no Cadastro de Municípios Brasileiros da Faixa de Fronteira, conforme descrito no estudo de caso (SILVA, 2003, cap. 5).

Como avaliação da aplicação do método foi utilizado programa de cálculo geodésicos (problema inverso), considerando-se o cálculo da distância geodésica a partir de coordenadas de pontos selecionados no limite do referido município e na LBRF (marco de fronteira) mais próximos. Tal procedimento também inclui o município de Nova Alvorada do Sul dentro da faixa.

5 Conclusões

Pelo simples fato de inexistir os limites da Faixa de Fronteira do Brasil tanto no mundo real quanto no virtual, já seria motivo suficiente para justificar o presente estudo.

A metodologia é tecnicamente aceitável, à medida que:

- a linha que serviu de base para projeção das ortogonais (LBRF) foi representada no meio digital com os melhores dados espaciais georreferenciados existentes hoje nos limites fronteiriços do País.

- a medição de distâncias ortogonais feitas sobre a representação cartográfica Plana Eqüidistante Azimutal a partir dos segmentos de reta da LBRF preservou a largura da faixa.

- os casos especiais de reentrâncias territoriais solucionados por meio do desenvolvimento de arcos de circunferências de raios iguais a 150 km, definidos entre os segmentos de reta projetados para dentro do território nacional, preservaram a distância correspondente à largura da faixa de fronteira determinada em lei.

A aplicação desta metodologia no restante dos estados brasileiros fronteiriços é operacionalmente viável, valendo-se apenas desenvolver algumas otimizações no sentido de minimizar tempo com a edição da LBRF e no georreferenciamento dos recortes das imagens de sensores orbitais.

Após a conclusão da LBRF ao longo da divisa internacional dos estados fronteiriços da Região Sul do País, a mesma pode ser adotada como linha de base para projeção da Faixa da Grande Fronteira do Mercosul, em atendimento à Lei 10.466, de 29 de maio de 2002, que instituiu o Programa Grande Fronteira do Mercosul.

6 Referências Bibliográficas

ARSEGO, A. M; CONJUNSKI, E. N.; SANTANA, A. B; et al. *Regularização Fundiária na Faixa de Fronteira do Estado do Paraná – Etapa III – Jurídico*. Congresso Brasileiro de Cadastro Multifinalitário. CD COBRAC-2002. Florianópolis, SC, 6 a 10 out. 2002.

BAKKER, M. P. R. de. *Cartografia. Noções Básicas*. Diretoria do Serviço Geográfico da Marinha, DH 13-1, 1965. 242 p, 23 cm. Inclui índice.

BRASIL. Senado Federal. *Normas Jurídicas (Referência)*. Pesquisa à base de dados de Legislação Brasileira: as constituições e legislação sobre a faixa de fronteira. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legisla.htm>>. Último acesso em 9 jul. 2002.

CSN. Conselho de Segurança Nacional. *Auxílio aos Municípios da Faixa de Fronteira*. Instruções, de 28 de julho de 1981. Brasília, DF.

DF, Divisão de Fronteira do Ministério das Relações Exteriores. Brasília. *Divisão de Fronteiras*. Disponível em: <<http://www.mre.gov.br/daa/df.htm>>. Acesso em 29 set. 2000.

ESRI (2001a), Environmental Systems Research Institute. *How does the ArcMap Buffer Wizard calculate buffers, and how can I change the method that it uses?* Frequently Asked Questions. ESRI Support Center. Article id: 17560, 28 mar. 2001 (Last Modified: 27 jan. 2003).

_____ (2001b). *Change the processing parameters for the ArcMap Buffer Wizard*. Frequently Asked Questions. ESRI Support Center. Article id: 17341, 21 mar. 2001 (Last Modified: 27 jan. 2003).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Cartografia. *Documentação Técnica da Malha Municipal Digital do Brasil*. CD-ROM. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. ISBN 85-240-0672-2.

MI, Ministério da Integração Social. *Programa de Desenvolvimento Social da Faixa de Fronteira*. Acesso a vários documentos ao longo de 2002, disponíveis em: <<http://www.integração.gov.br/programasintegrados/programaseações>>.

PEREIRA, R. B. R. *O Barão do Rio Branco e o Traçado das Fronteiras do Brasil*. Artigo na Revista Brasileira de Geografia, abril-junho/1945, p. 187-244.

SILVA, I. W. do A. *Metodologia para Caracterização Espacial da Faixa de Fronteira do Brasil*. Rio de Janeiro, 2003. Dissertação de mestrado, FEN/UERJ, Xv, 182p. 29,7cm.

SILVA, M. M. F. *Geografia das Fronteiras no Brasil*. Artigo na Revista Brasileira de Geografia, outubro-dezembro/1942, p. 749-770.

STEIMAN, R. *A geografia das cidades de fronteira: um estudo de caso de Tabatinga (Brasil) e Leticia (Colômbia)*. Dissertação de Mestrado, PPGG/UF RJ, 2002. Linha de Pesquisa Limites e Fronteiras Internacionais.