

Utilização De Um Sistema De Informação Geográfico Para Calcular Distâncias Para a Tarifação De Vôos Comerciais

Iyette Christina Beckmann Monteiro

Instituto de Cartografia Aeronáutica (ICA)
Av. General Justo 160 – Centro – Rio de Janeiro
dtec-ica@decea.gov.br

RESUMO: O Departamento de Controle do Espaço Aéreo é o órgão governamental responsável pelo Sistema Unificado de Arrecadação e Cobrança das Tarifas Aeroportuárias e das de Uso das Comunicações e dos Auxílios à Navegação Aérea em Rota (SUCOTAP). Desta forma, é de sua responsabilidade a definição do Sistema Tarifário aplicável aos vôos comerciais. Cada aeronave comercial que sobrevoa o País é tarifada em função do nível de comunicações e auxílios à navegação aérea que estão disponíveis para sua orientação. Desta forma, o espaço aéreo brasileiro encontra-se subdividido em regiões denominadas FIR (*Flight Information Region*). A tarifa é aplicada em função da distância percorrida dentro desses limites aéreos. Este artigo apresenta a metodologia desenvolvida a partir do uso de ferramenta GIS, visando agilizar e unificar o procedimento para a obtenção das distâncias aéreas voadas dentro de cada FIR, base de cálculo para a determinação dos valores das tarifas.

PALAVRAS CHAVES: FIR, *Flight Information Region*

ABSTRACT: The Airspace Control Department (DECEA) is the governmental agency responsible for the Unified Charging and Collecting System of Airport Fees and of Communications Use and en route Air Navigational Aids (SUCOTAP). So it is DECEA's responsibility to define the Fee System applied to commercial flights. Each aircraft flying within the country is charged according to level of communications and navigational aids available to its orientation. The Brazilian airspace is subdivided into regions called FIR (*Flight Information Region*). The fee is charged according to the distance traveled within these air limits. This article presents a methodology developed (using GIS) to speed up and unify the procedure to obtain air distances flired within each FIR, which is the base to calculate fee values.

KEYWORDS: FIR, *Flight Information Region*

1. INTRODUÇÃO

Toda aeronave que cruza o espaço aéreo brasileiro, independente da origem, destino e da natureza do vôo (doméstico ou internacional), é tarifada em função dos serviços de comunicações e dos auxílios à navegação aérea em rota disponibilizados pelo Comando da Aeronáutica, e destinados a apoiar e tornar segura a navegação aérea.

As Tarifas de Uso das Comunicações e dos Auxílios à Navegação Aérea remuneram os seguintes serviços e facilidades disponíveis aos usuários: Serviços de Informação Aeronáutica(AIS), Tráfego Aéreo (ATS), Meteorologia (MET), Facilidades de Comunicações e Auxílios à Navegação Aérea em Rota (COM), Busca e Salvamento (SAR) e outros Serviços Auxiliares de Proteção ao Vôo, sendo constituída pela seguinte tarifa específica:

TAN – Tarifa de Uso das Comunicações e dos Auxílios à Navegação Aérea;

Visando possibilitar o desenvolvimento de uma sistemática de cobrança em função dos serviços de comunicações e auxílios à navegação aérea em rota oferecidos, o espaço aéreo sob jurisdição brasileira está subdividido em áreas denominadas regiões de informação de vôo – FIR (*Flight Information Region*), sendo a tarifa fixada pelo nível de serviço prestado nas FIR e da distância percorrida pela aeronave em rota em cada região de vôo sobrevoada.

2. CÁLCULO DA TARIFA TAN - PROCESSO MANUAL

O preço cobrado pela utilização dos serviços e facilidades é igual ao produto do fator peso das aeronaves pelo somatório dos produtos das distâncias percorridas, em cada FIR, multiplicado pelas tarifas específicas, sendo expresso pela fórmula:

$$PAN = Fp * \sum_i^n Di * Ti, \text{ onde}$$

PAN = Preço pelo serviço prestado;

$Fp = \sqrt{\frac{PMD}{50}}$, onde PMD é o peso máximo de decolagem expresso em toneladas;

1...N = regiões de informação de vôo sobrevoadas;

Di = distância expressa em quilômetros, medida na região “i” de informação de vôo;

Ti = tarifa correspondente à região “i”.

A obtenção do parâmetro Di da fórmula compreende os seguintes passos:

1. traçado da ligação a ser tarifada a partir das coordenadas dos aeroportos de origem e destino de um determinado vôo;
2. visualização dos cruzamentos, através da sobreposição da linha representativa da rota com os limites das FIR projetadas sobre as Cartas de Planejamento de Vôo, para obtenção das coordenadas destas interseções calculadas com escalímetros;
3. emprego destas coordenadas para obtenção das distâncias procuradas por meio de cálculos cartográficos.

Os demais fatores da fórmula, como o peso máximo da decolagem da aeronave e o valor das tarifas, são obtidos através de consulta a tabelas e manuais.

A grande dificuldade residia na obtenção do parâmetro Di da fórmula, ou seja, o cálculo das distâncias voadas dentro de cada FIR. Elaborado manualmente, requeria pessoal treinado com conhecimentos significativos de cartografia, além de demandar considerável tempo suplementar.

Desta forma, a implantação de um método que empregasse recursos computacionais para a obtenção das distâncias voadas em cada FIR (parâmetro Di da fórmula), incorporaria agilidade, transparência e precisão aos cálculos.

3. PROCESSO AUTOMATIZADO

A análise da sistemática atual, visando o estabelecimento de uma metodologia automatizada, evidenciou a estrutura georeferenciada das informações utilizadas no processo para a obtenção das distâncias percorridas em cada FIR, a saber: os aeroportos de origem e destino são determinados por suas coordenadas assim como os limites espaciais das regiões de vôo. Assim sendo, a solução adequada apontava em direção a tecnologia inerente aos sistemas de informação geográfica, que são bancos de dados estruturados à referências geográficas.

O Sistema de Informação Geográfica (GIS) escolhido foi o MAPTITUDE, desenvolvido pela CALIPER, pela facilidade de uso, baixo custo e por incorporar os comandos necessários para a obtenção dos resultados procurados. O programa possui ainda, uma linguagem de programação própria, o GISDK, que permite o

desenvolvimento de rotinas e macros, bem como a personalização de interfaces.

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto envolveu, inicialmente, a construção de uma base de dados gráfica digital, contendo as regiões denominadas FIR, através da consolidação de informações de diversas fontes. Posteriormente, a determinação da seqüência ideal de comandos do GIS para a obtenção das distâncias percorridas pelo vô dentro dos limites aéreos das FIR foi estabelecida através do ensaio de diversos métodos disponíveis pelo MAPTITUDE.

4.1 Construção da base de dados gráfica digital

As coordenadas geográficas que descrevem os limites das regiões de informação de vô (FIR) são estabelecidas nas *Cartas de Regiões de Informação de Vô e Áreas de Controle (AIP-BRASIL)*, documento editado pelo Departamento de Controle do espaço Aéreo (DECEA) da Aeronáutica. O desenho das regiões de vô sobre o país é composto por retas e semi-círculos, sendo os limites das FIR no sentido leste do Brasil situado sobre o oceano Atlântico e a oeste sobre os limites da fronteira seca do país.

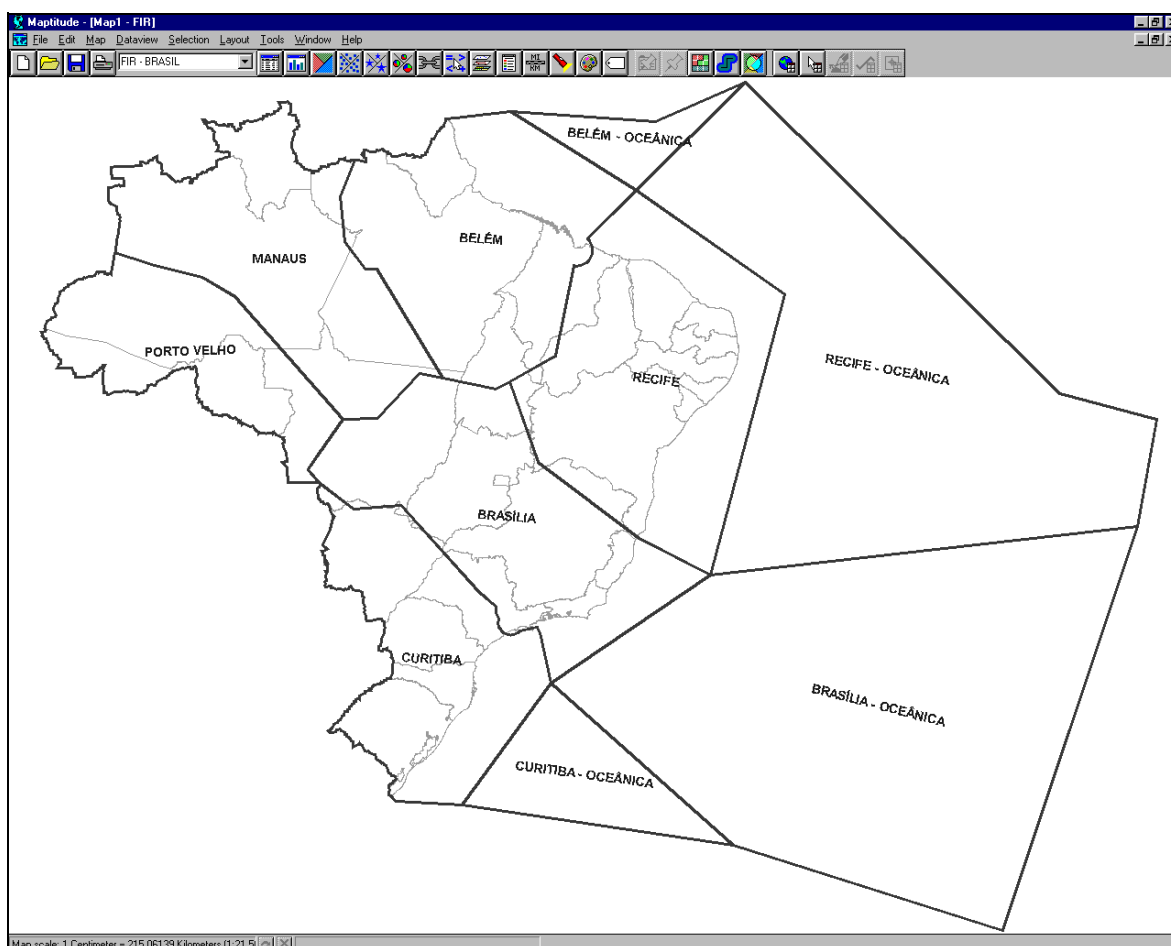


Figura 1: Desenho das FIR sobre o mapa do Brasil

O GIS MAPTITUDE, na versão utilizada, admite somente as seguintes feições: pontos, retas e áreas, para a construção das bases de dados gráfica. Entretanto, não possui facilidades para posicionar as feições citadas, com precisão como os programas tipo CAD – desenho auxiliado por computador. Assim, foi necessária a utilização de recursos externos para a elaboração de todas as feições e contornos do desenho.

A construção da base de dados gráfica digital dos limites das FIR envolvia o desenho de retas, semi-

círculos e dos limites da fronteira do Brasil. O traçado das retas através de suas coordenadas geográficas, com a precisão de CAD, foi resolvido com o desenvolvimento de uma macro em GISDK, linguagem da programação do MAPTITUDE. Já os semi-círculos foram desenhados num programa de CAD externo (Microstation), utilizando um sistema de coordenadas denominado *Universal Transversa de Mercator* (UTM). A importação para o MAPTITUDE, convertendo para latitude e longitude, foi possibilitada através do formato DXF. O limite da fronteira seca do Brasil foi extraído do arquivo digital da malha municipal do Brasil produzido pelo IBGE, e importado através do formato E00. O trecho da poligonal que descreve a fronteira oeste foi então isolado e transferido para a base de dados das regiões de informação de vôo. Os limites das FIR, transpostos para um unico arquivo gráfico, foram então consolidados (fechamento sem repetição de todas as poligonais). Após, as feições gráficas resultantes foram transformados em feições tipo área, condição necessária para a obtenção dos resultados procurados.

4.2 Etapa de ensaios da metodologia

Após a construção da base de dados gráfica digital dos limites das FIR, foram inseridas algumas rotas de vôo com a finalidade de estabelecer e avaliar os procedimentos e comandos necessários para a obtenção dos resultados procurados.

A geração das rotas dos vôos, que é uma feição tipo reta, foi feita com a mesma rotina, desenvolvida em GISDK, de inserção de retas utilizada anteriormente. A partir da reta que descreve o vôo é possível obter, por sobreposição, o cálculo das distâncias percorridas dentro de cada área. Foram testados os comandos *overlay* e *fill* do MAPTITUDE (deve ser observado que o comando *overlay* de retas sobre áreas, somente está disponível na versão 4.0 do MAPTITUDE).

Os resultados de cálculo de segmentação da reta sobre as áreas em ambos os comandos são fornecidos sob a forma de uma planilha.

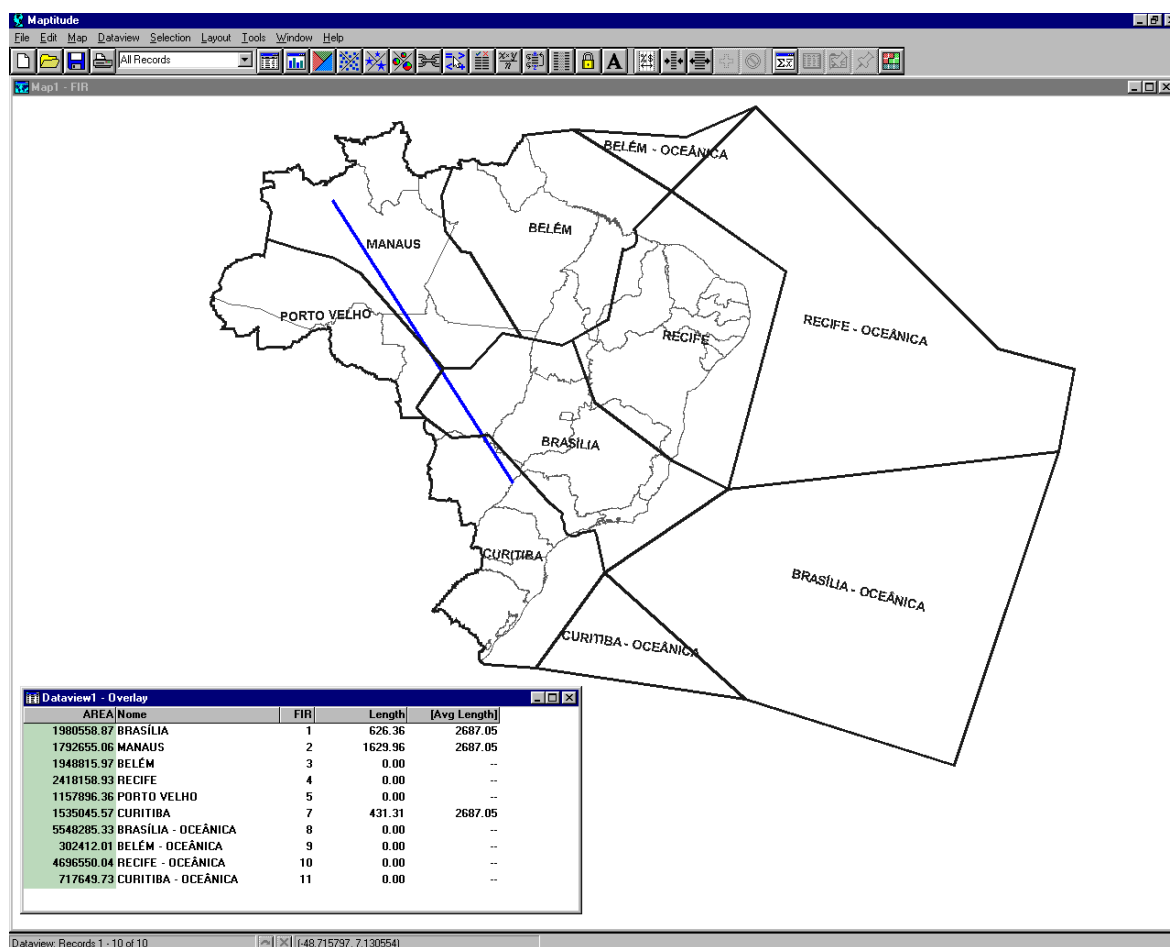


Figura 3: Planilha com os resultados dos cruzamentos por FIR da rota

Foram, então, testadas 47 rotas entre aeroportos nacionais e internacionais, permitindo assim a avaliação dos resultados obtidos sob os aspectos de precisão, rapidez e confiabilidade.

4.3 Primeiros resultados

Os primeiros resultados, permitiram constatar a eficiência e adequação da ferramenta GIS na obtenção das distâncias percorridas por cada rota em cada região de voo. Como podemos observar no mapa impresso, a rota entre os aeroportos SWTP - Tapuruquara (Santa Isabel do Rio Negro/Amazonas) e SBUP - Urubupungá (Castilho/São Paulo) sugere as FIR Manaus, Porto Velho, Brasília e Curitiba como as cruzadas pelo voo. No entanto, os resultados fornecidos sob a forma de planilha pelo MAPTITUDE, indicam que a rota não cruza a FIR Porto Velho, como observado abaixo.

Esta aparente divergência encontra explicações na própria dificuldade da ciência cartográfica em representar e visualizar a superfície terrestre. Enquanto, o Sistema de Informação Geográfica - GIS considera a curvatura terrestre, a impressão em papel é uma projeção plana do globo, e como qualquer projeção sujeita a deformações.

4.4 Desenvolvimento da “interface”

Após o estabelecimento da metodologia com a sequência de comandos necessários, partiu-se para o desenvolvimento, via programação em GISDK, de uma “interface” específica para a obtenção do cálculo das distâncias. Como o ponto de partida é a rota desenhada sobre o mapa a partir das coordenadas dos aeroportos de origem e destino do voo a ser tarifado, foi anexado ao programa um banco de dados que contém informações sobre aeroportos nacionais e internacionais. Deve ser observado que os sobrevôos sem pouso também são tarifados.

Durante o desenvolvimento da “interface”, foram efetuados diversos contatos com o fabricante do programa, através da LOGIT (distribuidora do programa), sobre o comando mais adequado para a obtenção da segmentação da reta. Por recomendação da CALIPER, utilizamos o comando *Fill (ColumnAggregate)*.

A partir da escolha dos aeroportos de origem e destino do voo, através de seu identificador ICAO, o programa desenha a reta e efetua os cálculos necessários fornecendo, sob a forma de uma planilha, os resultados procurados, ou seja, as distâncias percorridas pelas aeronaves dentro da cada FIR, em aproximadamente 02 minutos.

A linguagem de programação GISDK embutida no programa MAPTITUDE é de fácil utilização permitindo o desenvolvimento de todo o código necessário ao projeto.

O Comando da Aeronáutica está utilizando os dados fornecidos pelo programa desenvolvido, desde o final do mês de maio de 2000, sendo necessário apenas algumas horas para a implantação da interface e o treinamento do funcionário.

5 ATUALIZAÇÃO

Desde a implantação do projeto, os limites internos das FIR sofreram modificações em seu desenho em duas oportunidades. Assim, foi necessário acrescentar Como o projeto foi concebido e estruturado visando de contornoEmbora o período de avaliação tenha sido breve, foi possível constatar a excelência da ferramenta de geoprocessamento para a automação do processo em questão, pelo fato de permitir a manipulação, consulta e o cruzamento de dados espacialmente referenciados, além de agilizar e padronizar o procedimento.

Atraves do emprêgo de tecnologias e ferramentas adequadas ao processo, o que demandava

6 CONCLUSÃO

Embora o período de avaliação tenha sido breve, foi possível constatar a excelência da ferramenta de geoprocessamento para a automação do processo em questão, pelo fato de permitir a manipulação, consulta e o cruzamento de dados espacialmente referenciados, além de agilizar e padronizar o procedimento.

Atraves do emprêgo de tecnologias e ferramentas adequadas ao processo, o cálculo que demandava aproximadamente meia hora de trabalho de um técnico experiente por rota a ser calculada foram transformados em atuais 2 minutos de processamento por um técnico sem conhecimentos específicos de cartografia. Desta forma, o Departamento do Espaço Aéreo pode garantir acima de tudo rapidez, precisão e confiabilidade ao processo de tarifação dos vôos comerciais.

7 Referências Bibliográficas

- Caliper.** (1996) TransCAD Transportation GIS Software. User's Guide. Version 3.0 for Windows. Caliper Corporation, Newton, EUA.
- DEPV** (1998) *Carta de Planejamento de Vôo (FPC)*. Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo, Rio de Janeiro.
- DEPV** (1997) *Cartas de Regiões de Informação de Vôo e Áreas de Controle (AIP-BRASIL)*, Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo, Rio de Janeiro.