

# Estágio atual de bases cartográficas para Ante-Projetos e Projetos de Dutos Viários

## Resumo

Considerando a necessidade cada vez maior de ampliação e abastecimento da matriz energética nacional, a ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos SA apresenta sua participação na área de Dutos, através de atividades de Cartografia, destacando a atuação em *faixas a serem implantadas*, com atividades de voos aerofotogramétricos, voos laser, geração de ortofotos, definição de traçado, travessias de rios, levantamentos geotécnicos, cadastramento de propriedades, geração de plantas cadastrais, de faixa, desenhos de projeto básico e cartas imagens, bem como atividades para *faixas existentes*, destacando : voos aerofotogramétricos, voos laser, ampliações de faixa, recadastramento, localização de dutos através de tecnologia PCM, levantamento planimétrico de equipamentos, além das atividades para *Geometria de Faixas de Dutos – FEED* – destacando o detalhamento das áreas que são utilizadas para depósito de materiais recorrentes de escavação e definição de acessos às faixas de dutos. Será apresentada também a evolução tecnológica e conseqüente melhora dos produtos, considerando levantamentos com câmera aerofotogramétrica convencional e digital, além de dados laser.

## Abstract

Considering the need every larger time of amplification and provisioning of the national energy head office, ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos SA presents its participation in the pipeline segment, through activities of Cartography, highlighting the performance in strips be she implanted, with activities of aerophotogrametric flights, laser flights, orthophotomaps generation, plan definition, crossings of rivers, risings geotecnical, cadastration of properties, generation of cadastral plants, of strip, drawings of basic project and letters images, as well as activities for existent strips, highlighting: aeropohotogrametric flights, laser flights, strip amplifications, new cadastration, pipeline location through technology PCM, rising planimetric of equipments, besides the activities for Front End Engineering Design - FEED - the details of the places that are used for deposit of appealing materials of excavation and definition of accesses to the pipelines strips highlighting. It will also be presented the technological evolution and consequent improvement of the products, considering risings with camera conventional and digital aerophotogrametric, besides having given laser.

## 1. Introdução

A disponibilidade de uma infra-estrutura de transportes eficiente, de tal forma que propicie uma oferta de serviços aos menores custos possíveis, atenda à demanda mediante uma apropriada alocação de recursos normalmente escassos e apresente os melhores retornos possíveis para a sociedade, é uma das condicionantes indispensáveis para a obtenção de um crescimento econômico sustentável e para o efetivo desenvolvimento social do Brasil.

Como meio de se atingir este objetivo, a política necessária é a maximização das vantagens comparativas de cada modalidade de transportes, procurando contornar, na medida do possível, as dificuldades para a realização de investimentos provocada pela grave crise financeira qual passou o Brasil nas duas últimas décadas, a qual levou à deteriorização dos serviços.

A abertura de mercado e estabilidade econômica possibilitaram a utilização de tecnologias que impulsionaram as atividades de mapeamento no Brasil, possibilitando o enriquecimento das técnicas de representação do meio ambiente. Estes mesmos fatores diversificaram a utilização dos modais de transporte, ampliando-os conforme a necessidade da matriz energética nacional e de acordo com a necessidade de cada região, utilizando atividades de mapeamento como base para as etapas de estudos preliminares, definição de traçado, desapropriação e construção.

## 2. Implantação e Gerenciamento de Dutos – Estado atual das bases cartográficas

A ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos, em suas áreas de atuação, presta serviços de cartografia, unindo estudos e operações científicas, artísticas e técnicas para a representação do meio ambiente por meio de bases cartográficas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, visando à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, bem como a sua utilização.

Participa da execução de aerolevantamentos para fins topográficos e cadastrais, com atividades de:

### 2.1 Cobertura Aerofotogramétrica

A cobertura aerofotogramétrica consiste na obtenção de imagens fotográficas que permitem a captação de informações precisas a cerca de objetos físicos do meio, através de processos de medições e interpretações.

A ESTEIO realiza atividades de cobertura aerofotogramétrica a partir de sensor analógico ou digital. Até meados desta década a captação de imagens era somente analógica, com a aquisição d câmara aérea digital (ADS-40 – Airborne Digital Sensor), as imagens passaram a apresentar melhor resolução e ganho no processo produção onde às etapas de revelação de filmes, copiagem e escanerização deixaram de existir.



Câmara Aérea RMK-TOP instalada na Aeronave



Câmara Aérea ADS-40 instalada na Aeronave

### 2.2 Perfilamento Laser

O Sistema de PERFILAMENTO A LASER (*ALS - Airborne Laser Scanning*) permite a aquisição de dados digitais da superfície do terreno com precisão equivalente ao **GPS**, mas de forma mais eficaz e rápida.

O primeiro sistema aerotransportado de LASER (*ALTM - Airborne Laser Terrain Mapper*) da Optech Inc. foi adquirido pela ESTEIO em 2001. Em 2006 adquiriu o Sensor a LASER Aerotransportado de 150kHz - ALS50 fabricado pela Leica Geosystems. O terceiro equipamento de varredura LASER, segundo do modelo ALS50 da Leica equipado com a tecnologia MPiA (Multi-Pulso no Ar).



ALTM- Airborne Laser Terrain Mapper



ALS50 Phase II (Leica)

### **2.3 Apoio Terrestre**

O principal objetivo é de captar as coordenadas de pontos na superfície do terreno, visando obter as coordenadas planimétricas e altimétricas. No início desta década as medições de coordenadas planimétricas eram feitas somente no sistema GPS ou estações totais. Hoje estas coordenadas são obtidas com equipamentos de última geração, recebendo os sinais dos satélites das constelações GPS, Glonass e Galileo, formando o GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite).



Rastreador GNSS



Estação Total



Nível Eletrônico

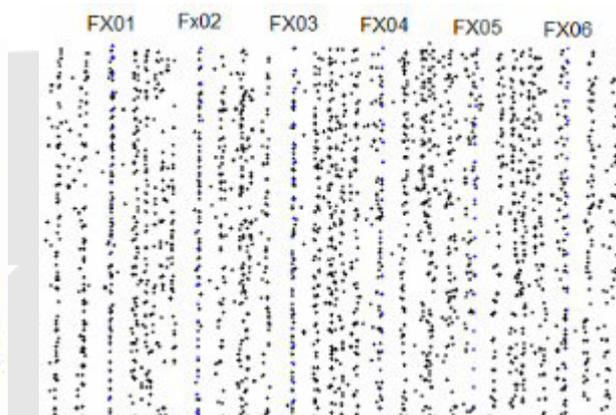
### **2.4 Aerotriangulação**

É o processo de densificação dos pontos de Pontos de Controle, que são utilizados na correlação entre as imagens áreas sistema de coordenadas do mapeamento (Coordenadas obtidas no apoio terrestre), a partir de pontos de coordenadas conhecidas nos dois sistemas (foto e terreno). Este processo permite orientar as imagens captadas de maneira que qualquer ponto pesquisado apresente coordenadas no sistema previamente definido.

A ESTEIO realiza o processo de aerotriangulação tanto em fotos convencionais, quanto em imagens digitais. O processo convencional é realizado através de leituras de pontos de modelos e faixas, estes pontos são escolhidos na zona central da foto na região de sobreposição longitudinal. No Processo de aerotriangulação de imagens obtidas com câmaras digitais os pontos são marcados ao longo das faixas e lidos em no mínimo três imagens. A vantagem em da utilização das imagens digitais é a sua alta resolução radiométrica e posicionamento preciso, o que permite que os pontos dos modelos sejam lidos de maneira automatizada por correlação de imagens.



Pontos Controle em imagens obtidas por câmara convencional



Pontos de ligação de imagens para um bloco utilizando câmara digital

## **2.5 Restituição Fotogramétrica**

A restituição fotogramétrica consiste na representação de elementos, planimétricos ou altimétricos de uma determinada região por meio de técnicas e aparelhos específicos. A restituição é classificadas como convencional ou digital.

A restituição convencional é em aparelhos restituidores analíticos ou semi-analíticos, onde as fotos obtidas com a câmara aérea analógica são copiadas para uma base estável e translúcida, o diapositivo. Que permitem a formação de modelos estereoscópicos onde as feições são representadas pelos operadores.

Já na restituição digital as imagens do modelo estereoscópico são em meio digital, oriundas de câmara aérea digital ou da digitalização (escanearização) de filme aéreo convencional. Este processo ocorre em estações fotogramétricas digital que apresentam alto desempenho dotadas de sistema de polarização de imagens, onde o conjunto tela polarizadora mais óculos permite a formação, em separado, das imagens em cada uma das lentes proporcionando a visão estereoscópica, a partir da qual são extraídos os elementos desejados.

## **2.6 Geração de Ortofotocartas**

A ortofotocarta é um produto cartográfico que alia a riqueza de detalhes de uma imagem fotográfica à qualidade geométrica de uma carta traço, a mesma pode ser utilizada tal qual como um mapa.

A ortofoto é gerada a partir de uma retificação diferencial de imagens fotográficas baseada num modelo digital do terreno (MDT). Neste processo ao corridas as distorções das lentes e inclinação da câmara aérea, variações de escala e deslocamento de objetos devido as características do relevo.

Assim como a aerotriangulação a ESTEIO, produz ortofotos digitais tanto com imagens captadas através de câmaras analógicas quanto com câmaras digitais. O processo de ortoretificação é o mesmo o que muda é o processo de obtenção das imagens em formato digital, no caso de imagens analógicas será necessário escaneriza-las, já as imagens obtidas com câmara digitais não passam por esta etapa e apresentam alta resolução geométrica e radiométrica.

## **2.7 Cadastramento de Imóveis**

O cadastramento de imóveis visa à identificação de divisas de um imóvel, além de informações qualitativas e quantitativas referente a construções, benfeitorias existentes e de cobertura vegetal, buscando fornecer, no caso de faixas de dutos, parâmetros para uma justa avaliação para intuição da Servidão de passagem, resguardando a função social da terra. A

ESTEIO possui experiência de 20 anos na realização de cadastramento de imóveis atingidos ou não por faixas de servidão de dutos ou áreas de desapropriação para dutos ou outras, ligadas petroquímica.

Nesta última década as evoluções tecnológicas permitiram a implementação de trenas eletrônicas, coletores de dados e receptores GPS, câmaras fotográficas digitais além do da alimentação de bancos de dados alimentados via Web.

## **2.8 Localização e Verificação de Dutos**

Nesta década ESTEIO adquiriu equipamentos capazes de localizar dutos implantados numa faixa, a ESTEIO realiza a investigação da integridade de sua proteção catódica, tais como:

- O GPR (Ground Penetrating Radar – método geofísico de investigação, baseando-se na emissão contínua de ondas eletromagnéticas no solo, refletindo nas estruturas ou objetos em profundidade) ;
- PCM (Pipeline Current Mapper – equipamento projetado para a indústria de dutos para solução de problemas associados com métodos tradicionais de inspeção de dutos permitindo avaliar e mapear as perdas de corrente na proteção catódica, permitindo inclusive definir a profundidade da tubulação);
- As técnicas CIPS e DCVG combinadas permitem uma inspeção de ambos os Sistemas Preventivos de Corrosão Externa (Revestimento e Proteção Catódica). A técnica “CIPS” fornece informação exata sobre a eficiência do Sistema de Proteção Catódica e aproximada sobre a condição do revestimento do duto. A técnica “DCVG” fornece a condição exata do revestimento, determinando a localização, gravidade e extensão dos defeitos. Sendo empregada após um exame detalhado sobre as áreas problemáticas identificadas pelo “CIPS”. O sistema ProActive é um sistema inovador desenvolvido para controlar, sumarizar e relatar todas as informações coletadas em campo que estejam relacionadas à integridade da rede de distribuição. O proActive permite a inclusão de informações adicionais como levantamentos de PCM, smartpig, resistividade do solo etc., além da possibilidade de edição e geração de relatórios conclusivos.



GPR



PCM



Leitura dos potenciais sobre o duto

## **2.9 Zoneamento Geotécnico**

O mapeamento geotécnico constitui importante mecanismo de análise fisiográfica que objetiva harmonizar o uso e ocupação da terra pelo homem. Entre os tipos de mapeamento geotécnico destaca-se o zoneamento para uso geral como o mais adequado para embasar estudos de planejamento sobre o meio físico. A ESTEIO realiza atividades de zoneamento geotécnico por meio de análise de fotografias aéreas e investigação em campo com atividades de análise regional e local (por meio de sondagens trado e percussão);

## **2.10 Geoprocessamento**

Conjunto de tecnologias que integram as fases de coleta, processamento e uso de informações relacionadas ao espaço físico, seus cruzamentos, análises e produtos. A ESTEIO realiza tratamento de dados em diversos programas de SIG, coletando, armazenando e tratando informações baseadas em sua localização espacial, desenvolve rotinas computacionais específicas, identifica situações que envolvem tomada de decisão dentro de um ambiente alvo de acordo com determinado critério, análises temporais ou instantâneas, dentre outras;

## **2.11 Travessias**

Com o objetivo de orientar o estudo de travessias de dutos sob cursos d'água, canais, áreas alagadas e reservatórios, visando minimizar riscos aos dutos e também determinar o método construtivo adequado para a travessia em questão, a ESTEIO presta atividades de estudos hidrológicos, sedimentológicos, levantamento topobatimétricos e batimétricos, estabilidade geológica, geomorfológica e geotécnica, utilizando equipamentos de última geração como o SBP (Sub-bottom Profiling), perfilador de alta resolução que transmite uma pulsação de FM disposta linearmente sobre uma onda portadora, o qual gera imagens de alta resolução da estatigrafia do sub-leito em rios, oceanos e lagos, através do retorno acústico recebido em hidrofones, operando em profundidades de até 300 metros.



Ecobatímetro ODOM SDH 13 A



Sub-bottom Profiling

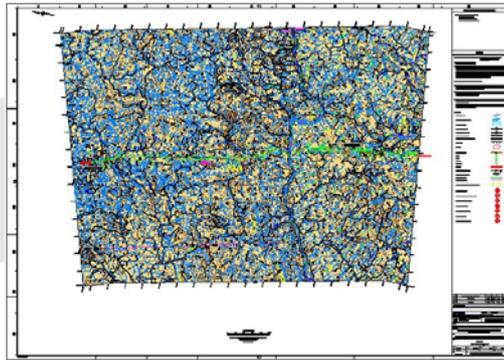
## **3. Produtos**

Alguns produtos resultantes das atividades de aerolevantamentos e coleta de informações realizadas pela ESTEIO são:

### **3.1 Desenho 1:25.000**

Proveniente do voo em escala menor, este produto tem como finalidade subsidiar todo o processo que envolve o licenciamento ambiental do projeto. Apresentado em plantas contendo 25 km de extensão por 10 km de largura com base na diretriz do traçado, a ESTEIO geralmente apresenta o produto com largura de 7,5 km para cada lado da diretriz, garantindo base cartográfica suficiente para estudos e alterações no posicionamento do traçado. Destaca-se neste produto:

- Resolução da imagem, atualmente de 1 metro;
- Necessidade de ter informações do meio antrópico (sítios arqueológicos, terras indígenas, quilombolas e outros); meio físico (concessão de exploração mineral); unidades de conservação, futuros empreendimentos, plano diretor dos municípios e limites municipais;

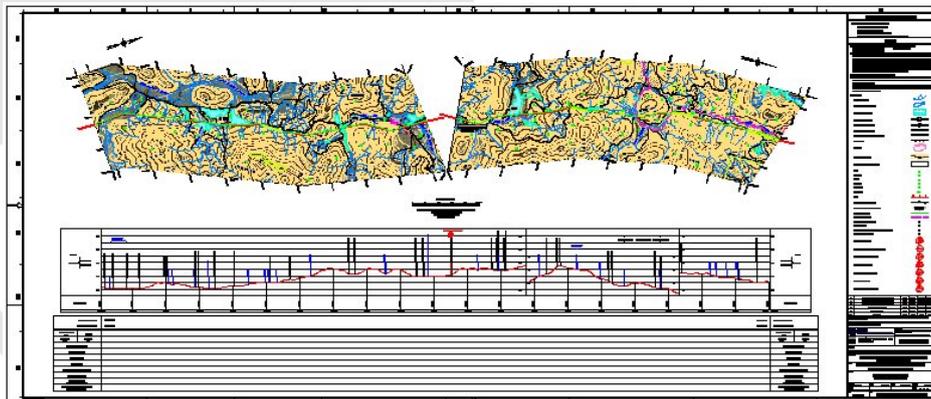


Exemplo de desenho em escala 1:25.000

### **3.2 Desenho 1:10.000**

Proveniente do voo em escala menor, este produto tem como finalidade definir o projeto do duto. Em função da base cartográfica são definidos revestimentos, diâmetros, espessuras, entre outros. Apresentado em plantas contendo 1,5 km de extensão sobre a diretriz, subsidia a definição da classe de locação atual e condiciona à definição futura deste item. Destaca-se neste produto:

- Resolução da imagem, atualmente de 1 metro;
- Informações necessárias à definição da classe de locação, tais como delimitação de áreas urbanas, vetores de crescimento urbano e plano diretor dos municípios;
- Indicação de interferências em perfil;

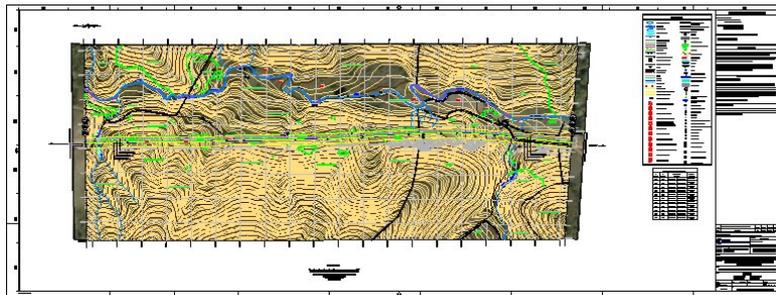


Exemplo de desenho em escala 1:10.000

### **3.3 Desenhos de Perfil 1:1.000**

Gerados a partir do voo em escala maior, este produto tem como objetivo maior, detalhar o projeto da obra, sendo usado como base para o projeto geométrico e posteriormente a obra. Destaca-se neste produto:

- ✓ Altimetria com curvas de nível a cada 1 metro;
- ✓ Perfis longitudinais dos traçados existentes na faixa e indicação de interferências;
- ✓ Seções transversais que demonstram variações de elevação entre as laterais de faixa superiores a 15%, subsidiando cálculos de corte e aterro;
- ✓ Indicação de interferências em perfil;
- ✓ Representação do levantamento geotécnico, por meio de furos de sondagem;



Exemplo de desenho de perfil 1:1.000 (altimetria)

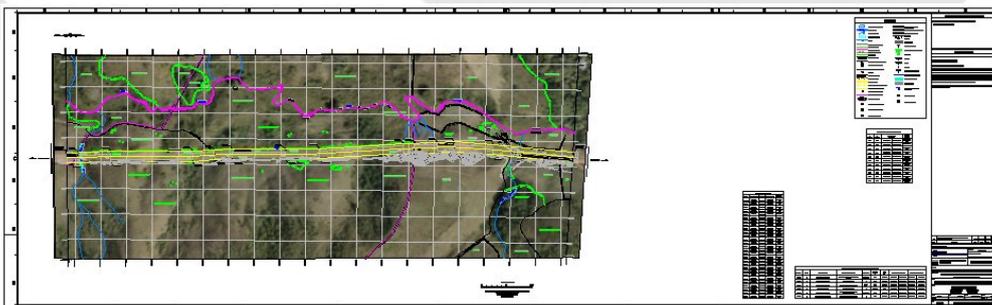


Exemplo de desenho de perfil 1:1000

### **3.4 Desenhos de Cadastro 1:1.000**

Também proveniente do voo em escala maior, este produto tem como objetivo maior, subsidiar a Superintendência de Avaliações (SEPAV), na elaboração de laudos indenizatórios às propriedades atingidas pela(s) faixa(s) ou área(s). Posteriormente são utilizados no registro da servidão em cartório. Destaca-se neste produto :

- ✓ Ortofoto 1:1.000;
- ✓ Malha fundiária (divisa das propriedades atingidas);
- ✓ Detalhamento cadastral das propriedades atingidas nos limites da faixa de servidão;
- ✓ Indicação de proprietários;



Exemplo de desenho de cadastro 1:1000

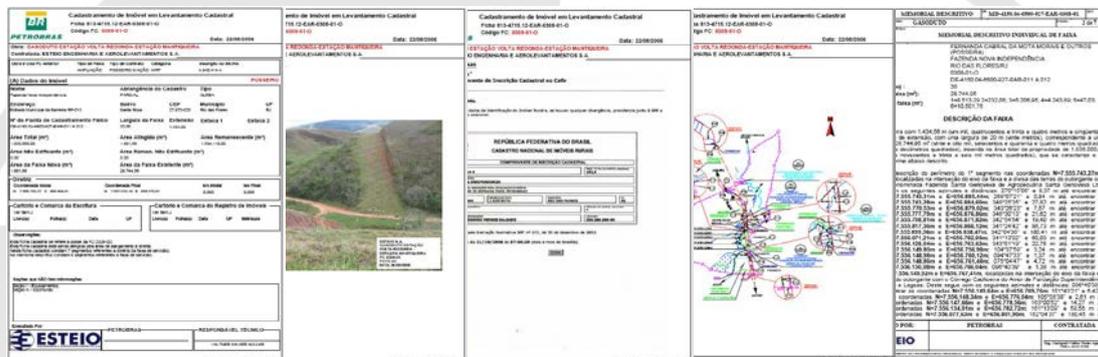
### **3.5 Fichas cadastrais**

Proveniente do levantamento cadastral em campo, este produto tem como objetivo levantar informações quantitativas e qualitativas da propriedade atingida, subsidiando o SEPAV na definição de valores à indenizar. Destaca-se neste produto:

- Detalhamento das informações cadastrais da propriedade;
- Levantamento jurídico das informações da propriedade e proprietário;
- Quantificação e qualificação das entidades atingidas (cobertura vegetal e construções);

## Memoriais Descritivos

Documento que irá compor o registro do imóvel descreve de forma sucinta o caminhamento da área que se deseja indenizar.



Exemplo de ficha cadastral e memorial descritivo

## 4. Conclusão

Tanto para implantação quanto para gerenciamento de faixas de dutos, é recomendável a utilização da aerofotogrametria, considerando os produtos de alta precisão e qualidade que esta técnica oferece. Através da aerofotogrametria e dos equipamentos utilizados (sensores digitais e laser), as atividades de liberação de faixa acontecem de forma rápida, proporcionando ganho de tempo para atividades de construção e montagem.

Fabio Vinicius Fontoura Gil – Agrimensor responsável pelo Departamento de Serviços Especiais da Empresa ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A.

# ESTEIO