

LEVANTAMENTOS AEROFOTOGRAFÉTRICOS PARA FINS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS – IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO DE FAIXAS DE DUTOS

DEFINIÇÃO

Entende-se como projeto de dutos, o conjunto de informações e documentos necessários à completa definição e caracterização de um sistema de transporte de petróleo, derivados líquidos de petróleo e álcool, ora denominados oleodutos e de gás natural e derivados gasosos de petróleo, ora denominados gasodutos, entre os pontos de entrega – recebimento normalmente efetuado entre estações intermediárias e/ou terminais ou bases de distribuição.

Embora o custo para implantação de um sistema de dutos não seja barato, é considerada uma alternativa altamente rentável e economicamente viável para o abastecimento contínuo de qualquer matriz energética, considerando a rapidez na comunicação entre os pontos de entrega – recebimento, o fácil monitoramento dos sistemas (atualmente realizados via satélite e por processo automático de gerenciamento) e a segurança no transporte, uma vez que se retira de circulação das rodovias, centenas de caminhões que outrora era o único meio, no Brasil, de escoar petróleo e derivados.

HISTÓRICO NO BRASIL

A história oficial dos oleodutos no Brasil teve seu início com a criação do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) em 29 de abril de 1938 pelo então presidente Getúlio Vargas, no contexto de uma disputa entre posições nacionalistas e empresários interessados na exploração do petróleo no Brasil. Através de uma legislação do CNP, foi dado ao governo o controle sobre as atividades de refino e exploração e com isso o país dá os primeiros passos para a adoção de uma política nacionalista que culminaria com a futura instalação do monopólio estatal no setor.

Embora a idéia de ligar Santos a São Paulo por meio de dutos tenha sido proposta entre 1926 e 1933, somente em 1946, através do CNP e de sua Comissão de Estudos sobre Oleodutos, sob a presidência do tenente-coronel Arthur Levy, começou-se a analisar o anteprojeto dos oleodutos entre estas cidades, com possibilidade de extensão até Campinas.

A Comissão foi extinta em 1947, mas o CNP continuou as atividades, assinando o contrato para construção deste oleoduto em 14/12/50, sendo inaugurada em 20/10/51.

Embora considerada uma faixa de pequena extensão, representou um grande desafio quanto à definição do traçado, considerando seu posicionamento num trecho pantanoso entre

Santos e Cubatão além da subida da Serra do Mar, num desnível de 750m em apenas 1,5km. Esta obra é referência até os dias de hoje.

Em 1974 as instalações, então de responsabilidade da RFFSA (concessionária responsável pela faixa desde 1948 por já transportar 80% dos produtos de petróleo entre Santos e o Planalto através de sua linha férrea), passam para a PETROBRAS.

As décadas de 40 e 50 representaram a construção de terminais e refinarias, não só no Sudeste mas também no Nordeste e Sul do Brasil e com a criação da PETROBRAS (lei 2004 de 02/10/53), o transporte por dutos foi intensificado com implantação de faixas na região de produção da Bahia (RPBa) afim de escoar o excedente da produção de óleo para o Terminal Marítimo Almirante Alves Câmara (TEMADRE) e também no Recôncavo Baiano.

Nos primeiros anos após a criação da PETROBRAS, a produção de óleo experimentou índices espetaculares de crescimento, dificultando o dimensionamento dos oleodutos. Afim de atender a demanda, principalmente no Recôncavo Baiano, novas linhas começaram a ser construídas em faixas já existentes até que, em 1954, o CNP criou a “Comissão da Rede Nacional de Oleodutos” com a finalidade de realizar estudos técnicos e econômicos, além de organizar a rede nacional de oleodutos. Seus estudos sugeriram a construção de várias linhas de dutos pelo Brasil, abrangendo todas as regiões.

Na década de 60 tivemos uma expansão da malha dutoviária nacional, com a construção dos primeiros dutos de grande extensão, sendo o primeiro deles o Oleoduto Rio – Belo Horizonte, transferindo produtos derivados da REDUC para Belo Horizonte. Esta faixa possui 365 km de extensão e foi considerado um “centro de treinamento” em construção de oleodutos.

A construção de terminais e novas plantas criaram a necessidade de escoar petróleo e seus derivados por meio de novas linhas, no estado do Rio de Janeiro, Bahia, Sergipe, Rio Grande do Sul e São Paulo.

Na década de 70, tivemos grandes obras na área de transportes, também na área de terminais e dutos, destacando a ampliação de terminais em São Paulo e Rio de Janeiro e com isso a implantação de novas faixas de dutos.

A primeira grande obra na área de transporte foi a ampliação do TEBAR e a construção do oleoduto São Sebastião – Paulínia, com 226 km de extensão, cujo plano básico e projeto foram desenvolvidos pelo Departamento de Transporte (DETRAN), com apoio de técnicos franceses e ingleses.

Os oleodutos responsáveis pelo escoamento dos derivados da Refinaria de Paulínia (REPLAN) para a grande São Paulo entraram em funcionamento em 1972 (faixa Paulínia – Barueri). Em 1973 foi concluída a obra de construção dos oleodutos para suprimento de óleo combustível a partir da REDUC para a Companhia Siderúrgica Nacional e para a Termoelétrica de

Santa Cruz (OSVOL). A partir de 1984 o OSVOL foi transformado em gasoduto a fim de transportar o gás natural proveniente da Bacia de Campos em substituição ao óleo combustível produzido na REDUC.

O primeiro gasoduto interestadual entrou em operação em 1974 ligando os estados de Sergipe e Bahia (235 km) – GASEB. No ponto de chegada em Catu, conectava-se ao sistema de gasodutos do Recôncavo Baiano.

Com a necessidade de transportar produtos entre Barueri e Utinga e, após vários estudos de traçado, um acordo realizado entre PETROBRAS e Light possibilitou a utilização da faixa ocupada por linhas de transmissão desta concessionária para implantação dos dutos, possibilitando atravessar a densamente habitada cidade de São Paulo, realizando a ligação entre Santos e Campinas, já planejada há quase trinta anos antes.

Em 1976, com a conclusão do Terminal de São Francisco do Sul (TEFRAN), em Santa Catarina, implantou-se uma faixa de dutos entre este terminal e a Refinaria de Araucária, no Paraná. Fez parte deste conjunto de obras o polduto ligando essa refinaria ao Porto de Paranaguá.

A fim de atender a ampliação da Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP), entrou em operação em 1979 um novo oleoduto (TEDUT/REFAP), bem como a ampliação do Terminal e instalação de dois oleodutos. Também neste ano entrou em funcionamento o gasoduto Alagoas/Sergipe que permitiu a ligação entre os dois estados com a importante travessia do Rio São Francisco, com cerca de 2 km. Além deste gasoduto, como parte da obra de construção dos oleodutos e gasodutos de Sergipe e Alagoas foram construídas várias linhas totalizando aproximadamente 300 km.

No final desta década entrou em operação o importante Terminal de Guamaré, composto de um quadrado de bóias, bem como um oleoduto submarino (30 km), permitindo o escoamento dos campos terrestres e da plataforma do Rio Grande do Norte.

A década de 80 caracterizou-se pela construção de um grande número de gasodutos, ampliando o aproveitamento do gás natural produzido no Espírito Santo e principalmente na Bacia de Campos, no litoral do Rio de Janeiro, com conclusão do gasoduto Lagoa Parda/Aracruz, prolongado em 1983 até a cidade de Vitória e em 1984 entrou em operação dutos entre Fazenda Cedro e Lagoa Parda.

No Rio de Janeiro foram concluídos os seguintes gasodutos: Praia do Furado/Cabiúnas e Cabiúnas/REDUC, ambos em 1982. Em 1990 o trecho Casimiro de Abreu/REDUC foi ampliado e o trecho entre Casimiro de Abreu e Cabiúnas foi completado em 1997. Em 1984, o oleoduto REDUC/Volta Redonda/Santa Cruz (OSVOL) foi convertido em gasoduto, e em 1986 recebeu um

reforço com a construção de uma nova linha no trecho REDUC/Volta Redonda. Em 1988, este gasoduto chegou à São Paulo, com a construção de uma linha de 325 km de extensão.

A PETROBRAS construiu ainda diversos ramais para fornecimento à várias indústrias, entre elas a CSN, Valesul, Refinaria do Sal e Pirahy. Estas linhas foram posteriormente transferidas para a nova companhia de gás do Rio de Janeiro - RIOGAS, recentemente privatizada juntamente com a CEG.

Em 1986 entrou em operação o gasoduto Guamaré/Cabo, denominado "Nordestão", suprindo de gás produzido no Rio Grande do Norte, os estados da Paraíba e de Pernambuco. Além dos gasodutos já descritos, um importante oleoduto entrou em operação, em 1982, permitindo o suprimento da REDUC com o óleo produzido na Bacia de Campos, ligando as plataformas através de oleodutos submarinos até a Praia do Furado e daí à Estação de Cabiúnas e desta até a REDUC. O novo ORBEL entrou em operação em 1980.

Na década de 90 já se encontravam em operação modernos poldutos a partir das refinarias da Bahia, São Paulo e Paraná, em direção aos grandes centros consumidores.

Iniciando a transferência de produtos químicos a grandes distâncias, foi implantada entre Bahia e Alagoas, uma faixa de 490 km de extensão. Através da implantação desta nova linha, foi também introduzida no Brasil uma nova técnica para travessias de rios – a perfuração horizontal direcional (HDD), aplicada aqui para a travessia do Rio São Francisco, com 2 km de extensão.

A conclusão das faixas entre REVAP, REPLAN e REDUC possibilitou não só o escoamento de álcool como também uma maior flexibilidade no escoamento de derivados entre esses 3 importantes pólos de refino.

Em 1992 e 1996, a capital paulista começou a receber gás natural proveniente da bacia de Santos e o estado de Minas Gerais começou a receber gás proveniente da bacia de Campos, Rio de Janeiro, respectivamente.

A assinatura, em fevereiro de 1993, em Cochabamba na Bolívia, de um contrato de compra de gás natural entre PETROBRAS e Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) constitui um marco na integração energética na América do Sul, através de um projeto conceitual do sistema de gasodutos para suprimento de gás natural dos estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Minas gerais, considerando que esta conceituação deste sistema de transporte levou em conta sua integração com gasodutos e refinarias da PETROBRAS nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul e com as bacias de Campos e Santos. A rota do gasoduto foi determinada de forma a atender os principais mercados das regiões Sul e Sudeste.

A importação deste gás, além de proporcionar substancial economia de divisas com importação de petróleo, diversifica as fontes de suprimento de energia com um produto de

características superiores. Conseqüentemente, elevou os índices de eficiência, qualidade e produtividade nos diversos segmentos que utilizam gás natural, proporcionou melhoria nos padrões ambientais, principalmente nos grandes centros urbanos, considerando a substituição de outras formas de energia mais poluentes.

A partir de 2000, com o crescente consumo da energia elétrica e o risco de “apagões”, a PETROBRAS continua expandindo sua malha dutoviária, com implantação de novas faixas em todas as regiões nacionais, com destaque para o escoamento de hidrocarbonetos da Amazônia, através da implantação de faixas importantes e extensas, representando um desafio por se tratar da maior floresta tropical do planeta. A interligação por meio de dutos entre as região Nordeste e Sudeste também aconteceu, através de implantação de faixa entre Rio de Janeiro e Bahia, além da importante faixa, estrategicamente implantada para atender as necessidades do Mercosul, no estado do Rio Grande do Sul, entre Uruguaiana e Porto Alegre.

PARTICIPAÇÃO DA ESTEIO NA IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO DE DUTOS

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, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, visando a 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 :

Cobertura aerofotogramétrica : considera-se como tecnologia para a obtenção de informações seguras sobre objetos físicos e do meio ambiente, através de processos de registro, medição e interpretação das imagens fotográficas. A ESTEIO realiza atividades de voo aerofotogramétrico a partir de sensor analógico ou digital, possuindo câmeras aéreas que fazem captação por filme e recentemente adquiriu um sensor digital aerotransportado (ADS-40 – Airborne Digital Sensor), possibilitando imagens em alta resolução; e também perfilamento a LASER, possuindo o mais moderno sensor aerotransportado para perfilamento a LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), o ALS 50 – (Airborne Laser Scanner). Para mais informações: ADS40 (http://www.esteio.com.br/destaque/Aguiar_Evolucao-Tecnologica.pdf) e ALS50 (http://www.lidar.com.br/trab_geral.htm).

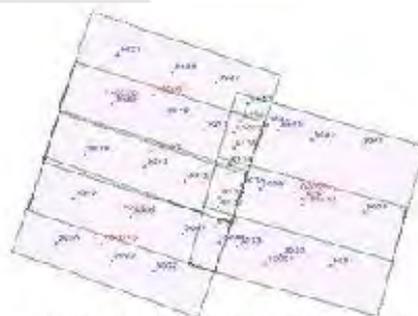




Medição Planimétrica com GPS

Apoio terrestre : com objetivo principal de captar as coordenadas de pontos na superfície do terreno, a ESTEIO realiza atividades de apoio terrestre por meio de rastreadores de satélite do sistema GPS (reconhecido internacionalmente como um dos métodos mais modernos e eficaz), além do levantamento por topografia convencional. Realiza levantamentos de redes geodésicas com GPS, topografia informatizada com estações totais, apoio fotogramétrico com GPS e nivelamento geométrico com níveis eletrônicos;

Aerotriangulação : é a densificação de pontos de controle utilizados na correlação entre a imagem das fotos e o sistema de coordenadas do mapeamento, partindo de poucos pontos de coordenadas conhecidas nos dois sistemas (foto e terreno). A ESTEIO executa, para serviços desta natureza, aerotriangulação por método analítico ou semi-analítico e também digital, por feixe ou modelos independentes, para adensamento dos pontos de apoio planialtimétricos;

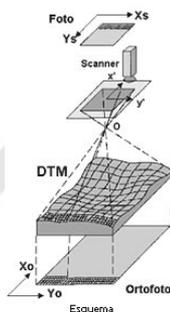


Exemplo de Pontos de Controle em um Bloco de Aerotriangulação

Restituição fotogramétrica : é a operação que visa a obtenção de todos os detalhes planimétricos de uma determinada região, bem como a representação de sua altimetria, a partir de modelos estereoscópicos que é a representação em escala do modelo tridimensional do terreno, fazendo-se valer para isto da estereoscopia. A ESTEIO representa o meio ambiente, inclusive para escalas maiores (1:1.000), através deste processo, permitindo alta precisão na representação visual e numérica dos elementos cadastrados em campo;



Estações Fotogramétricas Digitais



Geração de ortofotocartas digitais : a ortofotocarta é um produto cartográfico digital que alia a riqueza de detalhes de uma imagem fotográfica com a qualidade geométrica de uma carta de traço – através de um sistema de ortorretificação diferencial, a geometria e radiometria são tratadas afim de corrigir deslizamentos e distorções relativas ao processo aerofotogramétrico. A ESTEIO possui uma vasta experiência na confecção de ortofotos

analíticas e em 1994, tornou-se a primeira empresa brasileira a confeccionar ortofotos digitais. Utiliza estações fotogramétricas digitais e scanners de alta precisão. Além da geração de ortofotos, a ESTEIO, há mais de 10 anos, representa o meio ambiente por meio de imagens de satélite (sensoriamento remoto); Para mais informações consulte <http://www.esteio.com.br/downloads/pdf/98-ORTO.pdf> .

Cadastramento de imóveis : técnica que visa a 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 servidão, 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;



Localização de dutos : afim de localizar o posicionamento de dutos implantados numa faixa, a ESTEIO realiza a investigação utilizando tecnologias 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) e 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);

Zoneamento geotécnico : o mapeamento geotecnico constitui importante mecanismo de análise fisiografica que objetiva harmonizar o uso e ocupação da terra pelo homem. Entre os tipos de mapeamento geotecnico destaca-se o zoneamento para uso geral como o mais adequado para embasar estudos de planejamento sobre o meio fisico. 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);



Ensaio de Solo

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;



Da Cobertura Aérea até o SIG

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,

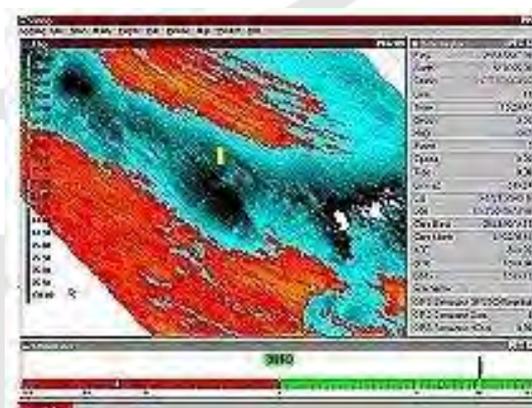


Imagem pictórica de profundidade

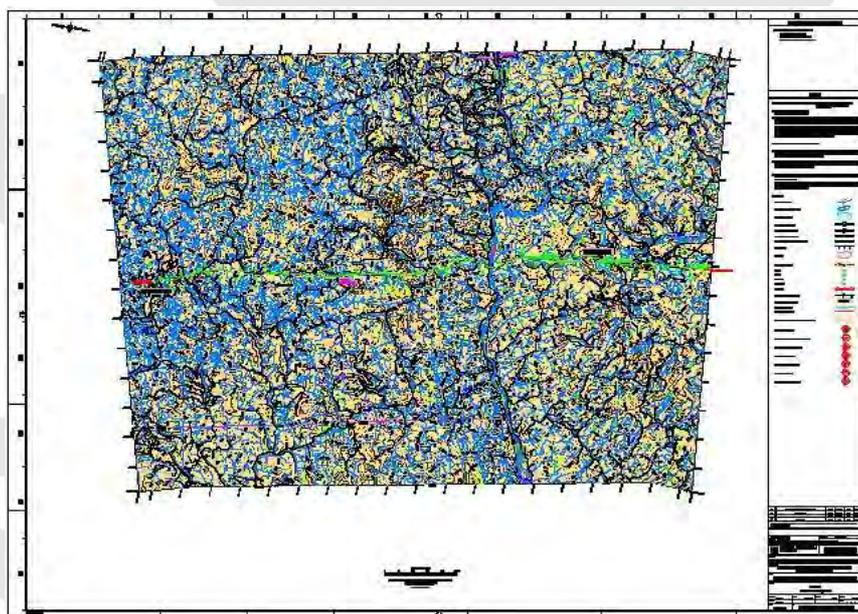
geomorfológica e geotécnica, utilizando equipamentos de última geração como o SBP (Sub-bottom Profiling), perfilador de alta resolução que transmite uma pulsação de FM disposta linearmente sobre uma onda portadora, o qual gera imagens de alta resolução da estratigrafia do sub-leito em rios, oceanos e lagos, através do retorno acústico recebido em hidrofones, operando em profundidades de até 300 metros.

A ESTEIO tem sua participação em empreendimentos desta natureza desde a década de 70, realizando estudos aerofotogramétricos para fins topográficos e cadastrais, tendo como principal contratante a PETROBRAS, Petróleo Brasileiro SA (http://www.esteio.com.br/especial/rel_petro.pdf).

Alguns produtos resultantes das atividades realizadas pela ESTEIO são :

Desenho 1:25.000 : proveniente do vôo 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 :

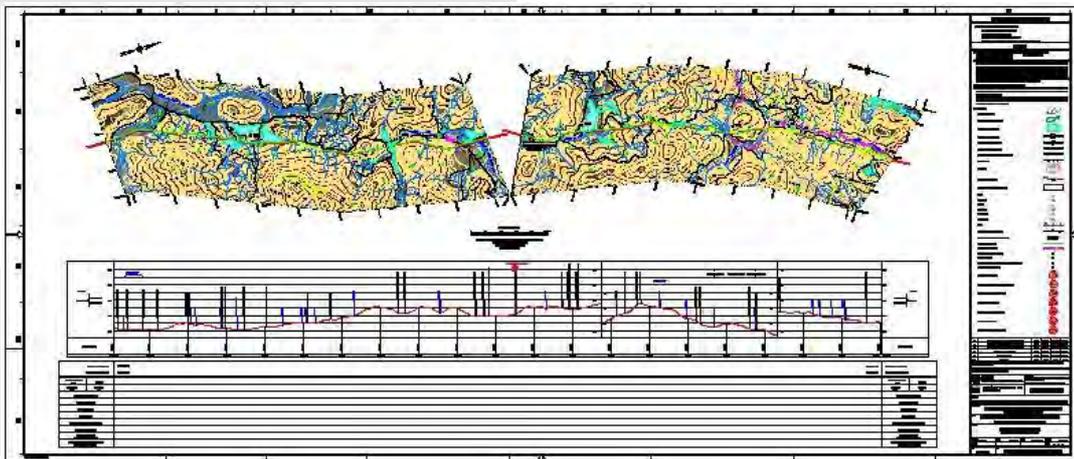
- ü Resolução da imagem, atualmente de 1 metro;
- ü Necessidade de ter informações do meio antrópico (sítios arqueológicos, terras indígenas, quilombolas e outros); meio físico (concessão de exploração mineral); unidades de conservação, futuros empreendimentos, plano diretor dos municípios e limites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



Exemplo de desenho em escala 1:25.000

Desenho 1:10.000 : também proveniente do vôo 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 :

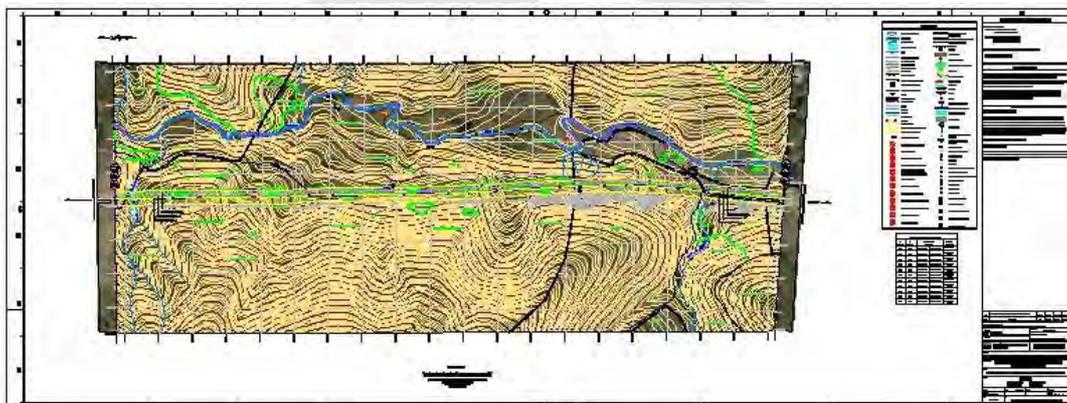
- ü Resolução da imagem, atualmente de 1 metro;
- ü Informações necessárias à definição da classe de locação, tais como delimitação de áreas urbanas, vetores de crescimento urbano e plano diretor dos municípios;
- ü Indicação de interferências em perfil;



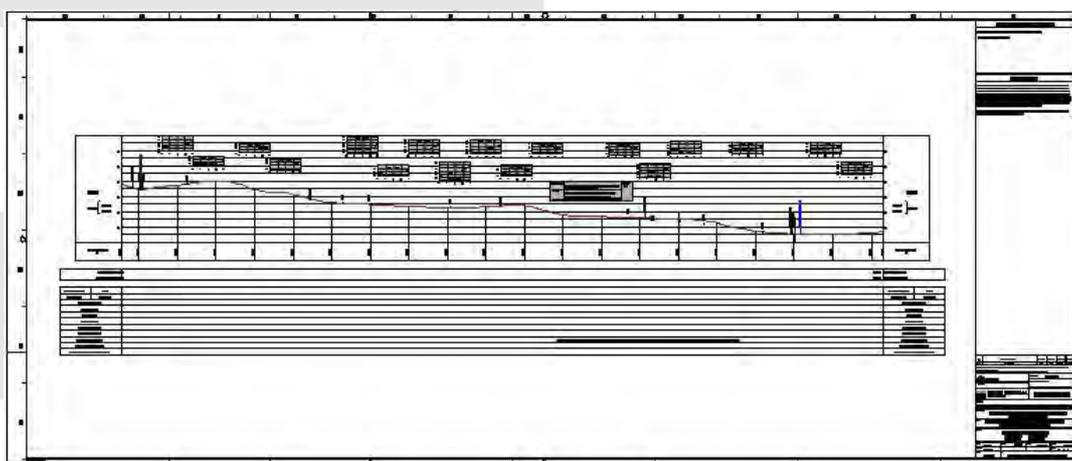
Exemplo de desenho em escala 1:10.000

Desenhos de Perfil 1:1.000 : proveniente do vôo 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 :

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



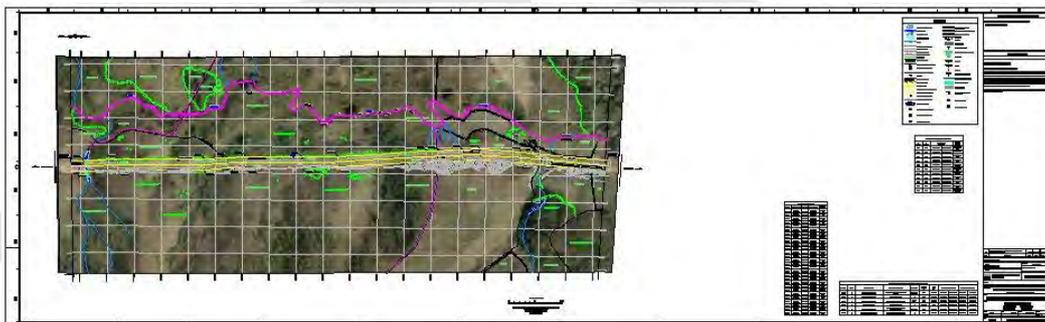
Exemplo de desenho de perfil 1:1.000 (altimetria)



Exemplo de desenho de perfil 1:1000

Desenhos de Cadastro 1:1.000 : 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 :

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

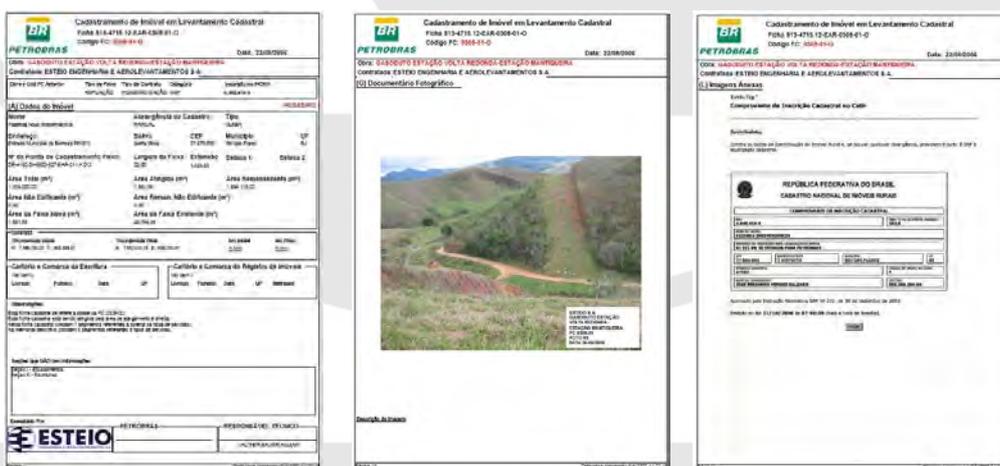


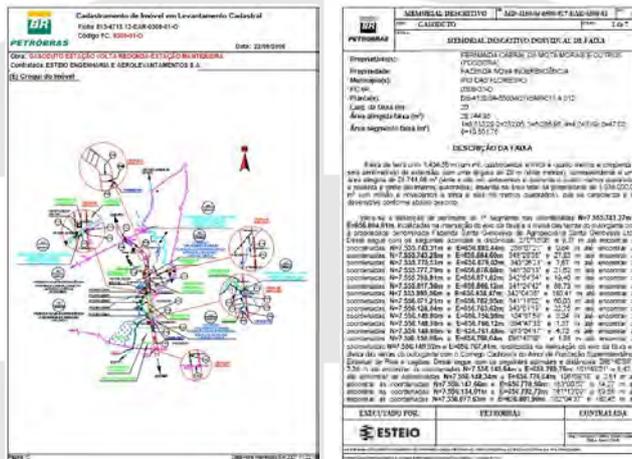
Exemplo de desenho de cadastro 1:1000

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 :

- ü Detalhamento das informações cadastrais da propriedade;
- ü Levantamento jurídico das informações da propriedade e proprietário;
- ü 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

CONCLUSÕES

Atualmente, por meio de um sistema de gestão integrado, a ESTEIO vem normatizando seus procedimentos internos, utilizados para executar atividades de implantação e gerenciamento de dutos, tendo seu foco no desenvolvimento tecnológico e conseqüentemente no aprimoramento contínuo de seus profissionais.

A ESTEIO orgulha-se de ser uma empresa voltada ao desenvolvimento contínuo de suas tecnologias, podendo citar como aprimoramento importante nos últimos anos, a aquisição de novos equipamentos para atividades de restituição fotogramétrica digital, localização de dutos, travessias, além de ser primeira empresa nacional a adquirir um sensor digital para cobertura aerofotogramétrica e a segunda empresa no mundo a utilizar um sensor de perfilamento a laser de 150 kHz.

Além dos equipamentos, a ESTEIO, em sua área de pesquisa e desenvolvimento, compila rotinas operacionais que viabilizam o trabalho, desde a coleta em campo à preparação dos produtos finais, garantindo qualidade aos produtos gerados.

Estes diferenciais garantem à ESTEIO, posição de destaque nos serviços de implantação e gerenciamento de dutos.

ESTEIO

REFERÊNCIAS NA INTERNET

CTDUT – Centro de Tecnologia de Dutos
Organização destinada à Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias
História dos Dutos no Brasil
www.ctdut.org.br

ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos SA
Serviços Oferecidos
Downloads – Trabalhos e Artigos
www.esteio.com.br

LIDAR
Site genérico sobre os conceitos de LIDAR (Light Detection and Ranging)
Trabalhos
www.lidar.com.br

Á
Á
Fábio Vinicius F Gil é agrimensor e estudante de Engenharia Civil. Atua na Coordenação de Serviços na Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S.A. – fabio@esteio.com.br

ESTEIO