

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
Especialização em Engenharia de Dutos**

**Aplicação do Sistema de
Informações Geográficas
em Projeto de Dutos**

Marcos de Castro Leal

**Orientador 1: M.Sc. Tales Simões Mattos
Orientador 2: Prof. José Luiz Freire**

Marcos de Castro Leal

**Aplicação do Sistema de
Informações Geográficas
em Projeto de Dutos**

**Monografia apresentada ao programa de
Pós Graduação *Lato Sensu* em Engenharia
de Dutos do Departamento de Engenharia
Mecânica da Pontifícia Universidade
Católica do Rio de Janeiro.**

Orientador 1: M.Sc. Tales Simões Mattos

Orientador 2: Prof. José Luiz Freire

ESTEIO

**Rio de Janeiro
Agosto de 2012**

Agradecimentos

Primeiramente, a Deus, por tornar possível esta conquista, pois me iluminou pelos caminhos da vida.

Aos meus Pais, Ruy Leal (in memorian) e Maria da Conceição (in memorian), pelos ensinamentos e valores repassados.

À minha amada esposa Cristiane, pelo apoio dedicado durante o curso e paciência de aguardar o meu retorno em cada viagem.

Ao meu querido filho Marcos pela compreensão nos momentos difíceis.

A Rosemary e Waldermar pelo companheirismo e orações dedicadas.

Ao meu orientador Tales pelos ensinamentos e orientação na análise dos resultados deste trabalho.

A minha amiga Samara, o meu muito obrigado pela amizade, carinho e pelas suas palavras de otimismo.

Ao amigo Gabardo pela amizade e pelas diversas sugestões que muito contribuíram para este trabalho.

As minhas colegas Denise, Angela e Kamile pelo apoio técnico e discussões durante a implementação deste SIG.

Aos meus colegas do dia a dia, Kamila e Fabrício pela paciência e apoio durante o curso de dutos.

Aos professores e coordenadores de curso, pela dedicação, paciência e conhecimentos compartilhados.

Aos palestrantes dos vários seminários que durante o curso esclareceram as nossas dúvidas.

Aos meus colegas do curso de dutos, em especial ao meu companheiro Wanderley pelos diversos fins de semana de estudo.

À Esteio Engenharia e Aerolevantamentos especialmente aos diretores pela confiança depositada e tempo cedido.

Resumo

A internet tem destaque como excelente ferramenta para disponibilização e interligação de dados. A publicação de mapas digitais tem-se tornado comum, permitindo que um maior número de usuários tenha acesso a dados georeferenciados. Neste contexto, o presente trabalho trata do desenvolvimento de uma aplicação web direcionada a faixa de dutos.

A ferramenta gerencial capacita análises espaciais envolvendo dados referenciados geograficamente gerando uma plataforma de Sistema de Informações Geográficas aplicada a Projeto de Dutos.

Abaixo descrevo os capítulos do proposto Trabalho:

Capítulo 1. Faz uma breve introdução ao assunto, apresentando sucintamente a proposta do trabalho.

Capítulo 2. Apresenta as etapas de estruturação da base de dados.

Capítulo 3. Descreve o sistema proposto e os passos da estrutura de dados.

Capítulo 4. Descreve a interface utilizada no SIG.

Capítulo 5. Faz uma breve conclusão do assunto.

ESTEIO

Sumário

Agradecimentos	3
Resumo	4
Sumário	5
Listagem das figuras	6
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	7
Introdução	8
Estruturação do Trabalho	9
Base de Dados	10
Dados fornecidos pelo cliente	11
Mapa Esquemático	12
Mapa de Interferências - Primeira Evolução	13
Mapa de Acompanhamento de Projeto - Segunda Evolução	14
Sistema de Informações Geográficas - Terceira Evolução	16
Sistema de SIG.....	17
Contexto do Trabalho	17
Interferências da Faixa de Dutos.....	17
Descrição dos Grupos e Identificação dos Temas do SIG	20
GRUPOS – Estudos, Levantamento de campo, Projetos e Documentos	20
Estudo de Traçado, Projeto Geométrico e Terraplenagem	20
Estudo e Projeto Ambiental.....	23
Projeto de Implantação Geral	25
Estudo Geológico	25
Estudo Geotécnico e Projeto Geotécnico.....	27
Estudo Hidrológico	27
Estudo Hidráulico e Projeto de Drenagem	28
Estudo e Projeto de Obras Especiais	29
Sistema de Informações Geográficas	31
Estrutura do Sistema.....	31
Descrição dos Links – Pagina Inicial do SIG.....	32
Conclusão	41
Referencia Bibliográfica	42

Listagem das figuras

Figura 1 – Tabela de Interferências por km de faixa	11
Figura 2 – Ortofoto da Faixa de Dutos.....	12
Figura 3 – Mapa Esquemático Obra linear de Dutos.....	13
Figura 4 – Mapa de Interferências e Fotos	14
Figura 5 – Mapa de Acompanhamento de Obra linear de Dutos	15
Figura 6 – Diagrama Linear das Interferências	15
Figura 7 – Plataforma de SIG para Dutos para fase de Construção e Montagem	16
Figura 8 – Estudo de Traçado com Imagem Hipsométrica	21
Figura 9 – Planta da Faixa de Dutos 1:1.000	22
Figura 10 – Perfil da Faixa de Dutos1:1.000.....	23
Figura 11 – Seções de Terraplenagem 1:200	23
Figura 12 – Estudo de Ambiental da Faixa de Dutos	24
Figura 13 – Implantação Geral.....	25
Figura 14 – Estudos Geológicos.....	26
Figura 15 – Estudos Geotécnicos.....	27
Figura 16 – Estudos Hidrológicos	28
Figura 17 – Estudos Hidráulicos	29
Figura 18 – Obras Especiais (Travessias)	30
Figura 19 – Obras Especiais (Cruzamentos).....	30
Figura 20 – Página Inicial do SIG	31
Figura 21 – Visualização do link da Documentação Fornecida pelo Cliente	32
Figura 22 – Visualização dos documentos de referência	33
Figura 23 – Visualização do link aos arquivos da diretriz do duto.....	34
Figura 24 – Visualização da Matriz de Atribuições e Responsabilidade	34
Figura 25 – Visualização do Fluxo das Atividades do Projeto	35
Figura 26 – Visualização do Cronograma	36
Figura 27 – Visualização do SIG Projeto.....	36
Figura 28 – Visualização dos usuários, níveis de acesso e status.	37
Figura 29 – Visualização da janela de classificação (1, 2 e 3) do status do usuário	37
Figura 30 – Visualização do site da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará.....	38
Figura 31 – Visualização do menu de navegação do sistema.....	39

ESTEIO

Lista de Abreviaturas e Siglas

APA	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
SIG	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
FEED	FRONT END ENGINEERING DESIGN
TECAM	TERMINAL DE CAMPOS ELISIOS
GPR	GROUND PENETRATING RADAR
SBP	SUB BOTTOM PROFILE
PCM	PIPELINE CURRENT MAPPER
MD	MEMORIAL DESCRITIVO
GNU	GENERAL PUBLIC LICENSE

ESTEIO

1.

Introdução

De maneira introdutória pretende-se discorrer, neste capítulo, a importância das ferramentas para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados do mundo real, obtidos de diversas fontes, em diferentes formatos, criando banco de dados georreferenciados e aplicação destas ferramentas especificamente na fase de projeto básico de dutos.

Com o uso de programas aplicativos de SIG é possível localizar qualquer elemento de uma base cartográfica ou documentos inseridos no sistema em vários níveis de ampliação.

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) caracteriza os sistemas de informação cuja principal característica é possibilitar a realização de análises espaciais envolvendo dados referenciados geograficamente.

O mapa é um meio de comunicação que assume cada vez mais importância no mundo atual. Hoje considerado como ferramenta gráfica, o mapa representa e comunica as relações espaciais servindo cada vez mais como suporte à tomada de decisão, bem como a uma ampla diversidade de aplicações. Não mais restritos a representações em papel, os mapas digitais são atualmente produzidos, transmitidos e disponibilizados aos usuários em menor tempo.

Para Delazari (2004), se o produto cartográfico permitir ao usuário, por exemplo, a possibilidade de escolher a visualização das informações em diferentes escalas, escolher simbologia para a representação das feições, efetuar movimentos, então este produto é um mapa interativo. A mesma autora comenta que os meios interativos estão se tornando comuns. Através da influência da Web, o usuário espera que existam links associados a qualquer visualização computacional. Diante disso, uma visualização estática acaba se tornando desinteressante e isso ocorre com os mapas também. As pessoas querem “entrar” no mapa, espacial e conceitualmente: querem explorá-lo em um nível mais profundo. A interação é, hoje, um recurso esperado e, em muitos casos, a chave

para a formação do conhecimento.

O Sistema de Informações Geográficas - SIG aplicado ao projeto de dutos unifica informações e cruza dados obtidos em campo com os elementos gráficos e espaciais de mapas georeferenciados, disponibilizando ao usuário um formato simplificado e dinâmico da informação antiga sob um novo formato simplificado. Muitas vezes, permite unificar informações que estavam dispersas.

Os SIG's permitem o desenvolvimento de aplicações cartográficas baseadas não em mapas, mas em banco de dados geográficos. Estes ficam armazenados em um servidor Web que pode criar mapas à medida que o computador remoto (cliente) os solicita, ou enviar aplicativos encapsulados para a execução no próprio computador cliente. As informações geradas neste sistema serão disponibilizadas em forma de dados, gráficos e mapas ao grupo de usuários, composto pelos funcionários envolvidos na produção, gerentes do Contrato e pela Contratante, com distintas permissões de acesso, sendo para isso projetado para a Internet.

O trabalho proposto de SIG aplicado a dutos pretende consolidar as informações técnicas identificadas na fase de projeto básico e pré-detalhamento, organizando-as de forma que possam ser usadas por grupos de interesse comum.

A proposta do trabalho é utilizar todas as informações do projeto conceitual, os levantamentos campo, os mapas georeferenciados, os produtos da fase de pré-detalhamento e organizá-los de forma a criar uma plataforma amigável e reutilizável na fase de construção e montagem.

2.

Estruturação do Trabalho

Este capítulo apresenta as diversas etapas de estudo que antecederam a elaboração do SIG proposto neste trabalho.

As etapas são as seguintes: dados básicos, dados fornecidos pelo cliente, mapa esquemático, mapa de interferências, mapa de acompanhamento do projeto e sistema de informação geográfica aplicada à construção e montagem de dutos.

A evolução resultou na proposta de elaborar a partir do Mapa de Acompanhamento do Projeto, em plataforma georeferenciada, o SIG de Dutos aplicado ao Projeto de Pré-detalhamento.

2.1

Base de Dados

A base de dados teve origem nas diversas planilhas de dados que são utilizadas pelas equipes de campo e de projeto.

Estas planilhas contêm a caracterização da faixa de dutos e as interferências relevantes para a elaboração do projeto de pré-detalhamento de dutos.

São elaboradas planilhas (Figura 1) pelas equipes de cadastro, comunicação, topografia, geotécnica, geologia, hidrologia, ambiental, dutoviária e outras de interesse ao projeto.

No desenvolvimento dos trabalhos de campo percebemos que estas planilhas poderiam ser ordenadas considerando o estaqueamento da faixa de dutos (km de faixa progressivo e/ou desenvolvido) proporcionando uma origem para cada dado coletado em campo.

ESTEIO





ITEM	ESTACAS	ESTACAS	INTERFERENCIAS	EXTENSÃO / LARGURA (M)	ÁREAS (M²)	COORDENADA N	COORDENADA E	REGISTRO FOTOGRAFICO
1	0+230	0+240	Córrego	5,77	230,80	7.493.778	720.666	
						7.493.783	720.664	
2	1+110	1+110	Estrada sem pavimentação	7,90	316,00	7.494.605	720.400	
						7.494.613	720.398	
3	1+150	1+170	Rio Macacu	17,84	713,60	7.494.645	720.378	  
						7.494.662	720.368	

Figura 1 – Tabela de Interferências por km de faixa.

2.2

Dados fornecidos pelo cliente

No início do Projeto Básico da Faixa de dutos são fornecidos pelo cliente dados do projeto conceitual e projeto mecânico do duto que irão estruturar o SIG, pois estes irão compor a base das informações técnicas.

Também é fornecida a base cartográfica, ortofotos na escala 1:10.000 (Figura 2), projetos complementares, modelos de desenhos, memoriais descritivos, normas, especificações técnicas, requisição de materiais, folha de dados e demais documentos necessários para a elaboração do projeto de pré-detalhamento.

ESTEIO



Figura 2 – Ortofoto da Faixa de Dutos

2.3

Mapa Esquemático

Com base na documentação, citada anteriormente, é elaborado uma estrutura gráfica que reúne em documento único as informações técnicas para planejamento dos serviços de campo.

Inicia-se desta forma a criação de um Mapa Esquemático ou Interativo que facilitará a distribuição da informação técnica, na seguinte estrutura:

Objetivo do Mapa: Inicialmente criar um mapa (Esquemático do Corredor) visando à representação espacial das interferências identificadas em campo (Cruzamentos, Travessias, APP's, Áreas alagadas) para gerenciar a realização dos serviços programados;

A principal função do Mapa (Figura 3) é logística das equipes e avaliar o desempenho das mesmas.

Dados existentes: Coordenadas das interferências e demais informações de interesse;

Contexto utilizado: Obra linear de Dutos

Base Cartográfica Utilizada: Mosaico da Faixa de Dutos na escala 1:10.000.

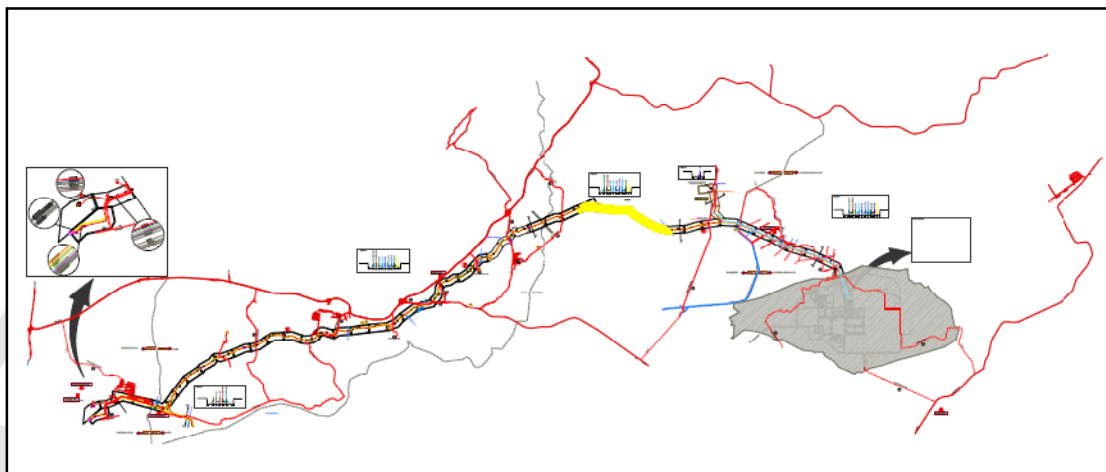


Figura 3 – Mapa Esquemático Obra linear de Dutos

2.4

Mapa de Interferências - Primeira Evolução

A primeira evolução do mapa resultou na seguinte estrutura:

Objetivo: gerar um mapa contendo as interferências da faixa e diretriz estaqueada (Figura 3). O incremento das diretrizes das faixas de Dutos facilita o planejamento das atividades futuras (contempladas pelo MD), a logística e o controle dos serviços planejados e sua execução; Primeiro link com o cronograma dos serviços;

Contexto: Serviços de Obra linear de Dutos

Dados existentes: Diretrizes de Obra linear de Dutos, coordenadas das interferências, dos pontos de sondagens, de levantamentos e das demais informações de interesse, com as respectivas imagens panorâmicas;

Base Cartográfica: Com a utilização da Imagem de Composição (Hipsométrica + Intensidade do Sinal LASER) 1:10.000. Foram incrementadas funções de interatividade no mapa como a possibilidade de ativar/desativar níveis de informações de interesse;

Vantagens: Cruzamento de informações do relevo com os respectivos

requisitos técnicos de projeto; Uso do hipsométrico para interpretações técnicas.

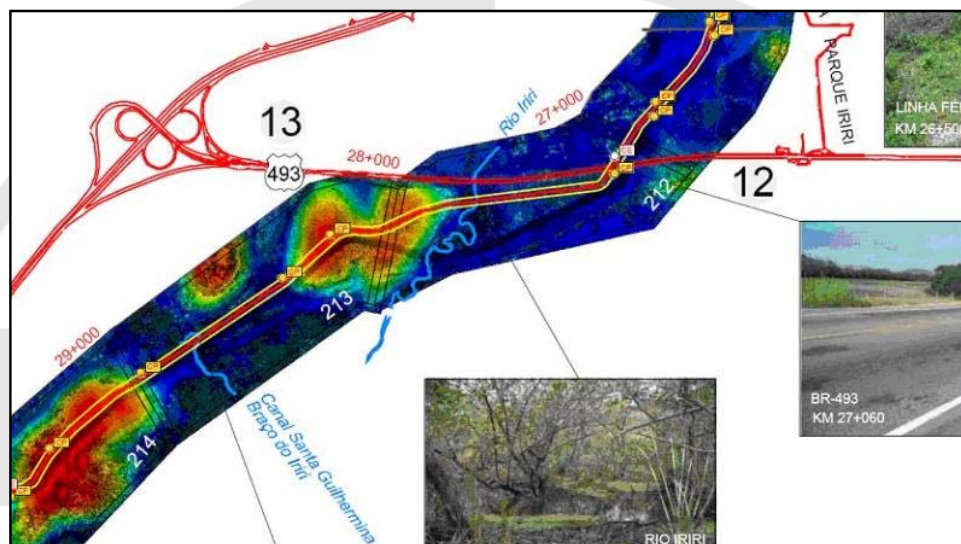


Figura 4 – Mapa de Interferências e Fotos

2.5

Mapa de Acompanhamento de Projeto - Segunda Evolução

A segunda evolução do mapa resultou na seguinte estrutura:

Objetivo: geração do mapa (Mapa de Acompanhamento de Projeto): visando o gerenciamento dos serviços e elaboração do projeto de FEED, com o incremento de tabelas e gráficos contendo quantitativos do projeto e suas posições relativas em formato unifilar e representação da imagem de composição como base cartográfica, a intenção passou a ser a representação de todos os elementos de FEED, bem como o levantamento das respectivas quantidades e andamento dos serviços de campo em um único documento (Figuras 5 e 6).

Contexto: Serviços de Obra linear de Dutos

Dados existentes: Localização espacial de todos os elementos do FEED com as respectivas quantidades em formato tabular, representadas no mesmo documento.

Base Cartográfica: imagem de Composição (Hipsométrica + Intensidade

do Sinal LASER) 1:10.000

Vantagens: resumo das informações técnicas em ambiente único e georreferenciado.

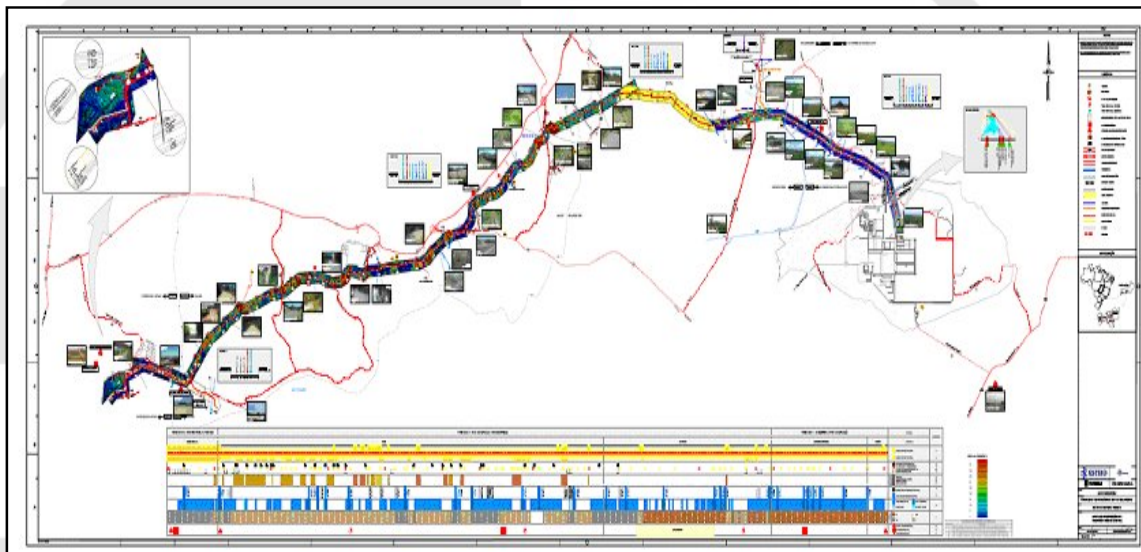


Figura 5 – Mapa de Acompanhamento de Obra linear de Dutos

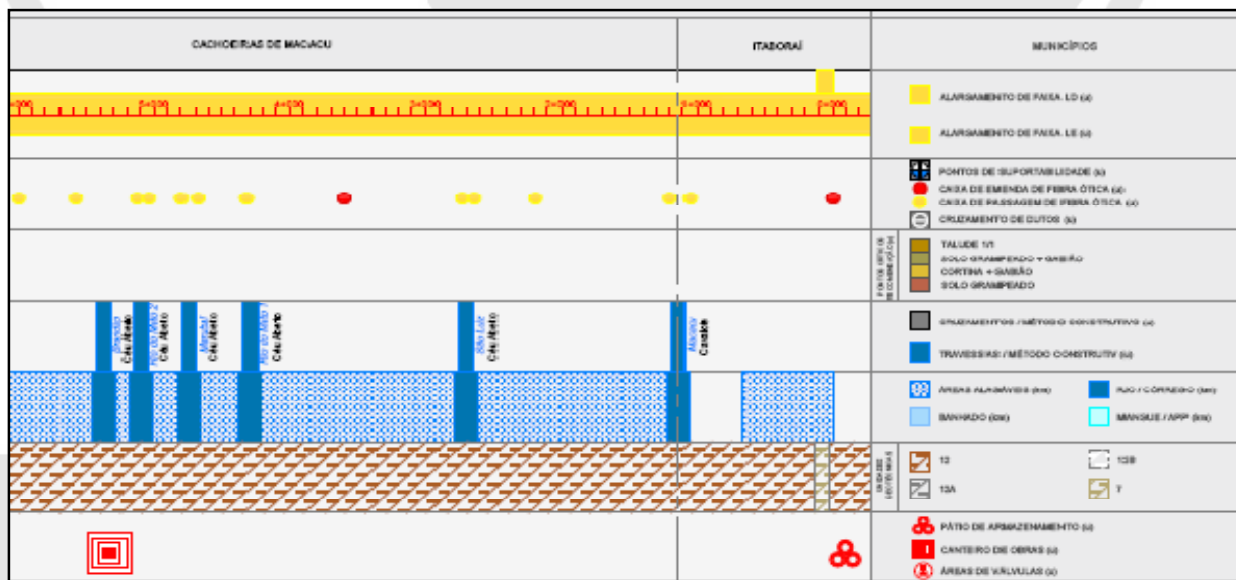


Figura 6 – Diagrama Linear das Interferências

2.6 Sistema de Informações Geográficas - Terceira Evolução

A terceira evolução do mapa resultou na proposta de um SIG para fase de construção e montagem de dutos, sendo a estruturado como a seguir:

Objetivo: Ferramenta Gerencial

Contexto: Serviços de Obra linear de Dutos;

Dados utilizados: Consolidação dos dados do Mapa de Acompanhamento do Projeto em plataforma Georeferenciada voltada para as fases de implantação da faixa de dutos.

Base Cartográfica: Imagem de Composição (Hipsométrica + Intensidade do Sinal LASER) 1:1.000

Vantagens: avaliação das diversas fases de construção e montagem

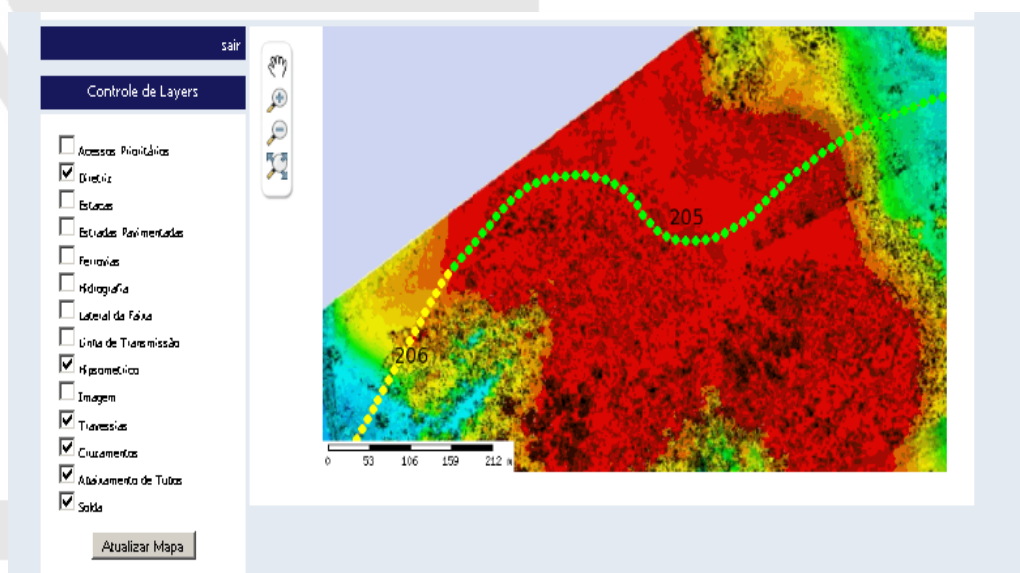


Figura 7 – Plataforma de SIG para Dutos para fase de Construção e Montagem

3.

Sistema de SIG

3.1

Contexto do Trabalho

A execução de Projeto Básico da Faixa requer o conhecimento detalhado da superfície da faixa de trabalho. Nesta etapa estão previstos serviços de engenharia de projeto para a faixa de dutos e serviços de engenharia de pré-detalhamento (front-end engineering design – FEED) da faixa de dutos. São realizados serviços de consultoria técnica, serviços no campo, inspeções, coleta de informações e ensaios em laboratório geotécnico, estudos, projetos de pré-detalhamento e detalhamento, licenças/autorizações, cadastramento físico / jurídico para elaboração do projeto geométrico da faixa de trabalho, da diretriz do duto e de seus complementos e extremidades/interligações.

O desafio da elaboração SIG – Projeto Dutos é tornar o Mapa de Acompanhamento do Projeto em ferramenta gerencial com navegação dinâmica de conteúdo e disponibilização na Web, de forma a suprir as limitações observadas no primeiro mapa.

3.2

Interferências da Faixa de Dutos

Primeiramente devemos definir quais são as interferências da faixa de dutos que podem ser representados no SIG – Projeto Dutos. Com base nos projetos de pré-detalhamentos realizados anteriormente selecionamos as seguintes interferências:

ESTEIO

- Acessos/Caminhos de serviço;
- Arruamento existente e projetado;
- Depósito de Material Excedente e/ou Bota Foras;
- Fibra Óptica;
- Rodovias / Ferrovias;
- Pontos Críticos;
- Cruzamento de Dutos;
- Válvulas;
- Áreas Alagadas/Alagáveis;
- Obras Geotécnicas;
- Divisas Municipais;
- Métodos Construtivos;
- Travessias;
- Cruzamentos de dutos;
- Pontos de Suportabilidade;
- Adutoras;
- Hidrologia;
- Diretriz da Faixa;
- Linhas de Transmissão;
- Pontos Notáveis (Geologia);
- Válvulas Existentes;
- Áreas Impeditivas;
- Unidades Geotécnicas;
- Obras de Arte/Pontes;
- Cobertura Vegetal;
- Unidades de Conservação;
- Estaqueamento;
- Afloramentos;
- Ponto de Controle;
- Pontos Corrosão;
- Outros de Interesse do SIG de Dutos.

3.3

Definição dos Grupos

Objetivando aglutinar as informações técnicas (interferências) obtidas durante a elaboração do projeto básico da faixa, separamos os grupos de forma sistematizada e por área de interesse. Utilizamos o critério de dispor os grupos de forma similar ao utilizado em obras rodoviárias. Separamos em 02 grupos, distintos, sendo o de estudos (inclusive levantamento de campo) e projetos (inclusive documentação para licitação):

GRUPO - Estudos e Levantamento de Campo

- Levantamentos Planimétricos, Batimétricos, Bota-Foras, Empréstimos, Acessos, Cadastrais.
- Estudos de Traçado;
- Estudos Ambientais;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Geotécnicos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Hidráulicos;
- Estudos das Obras Especiais.

GRUPO - Projetos e Documentos

- Projeto Ambiental;
- Projeto Geotécnico;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Implantação Geral;
- Projeto de Áreas de Complementos Lançadores, Recebedores e Interligações;
- Projeto de Obras Especiais;
- Documentos do Projeto;
- Documentos para Licitação.

3.4

Descrição dos Grupos e Identificação dos Temas do SIG

A descrição e disposição dos grupos consideraram os projetos de pré-detalhamento realizados.

Os temas serão a base para a distribuição das diversas camadas da plataforma do SIG.

3.4.1

GRUPOS – Estudos, Levantamento de campo, Projetos e Documentos

Os levantamentos de campo compreendem os serviços de batimetria, topografia, sondagens, roçagem, abertura de picadas, levantamentos geofísicos, levantamentos GPR, SBP, PCM e outros de interesse ao projeto.

3.4.1.1

Estudo de Traçado, Projeto Geométrico e Terraplenagem

O **Estudo de Traçado** compreende a análise da diretriz com objetivo de verificar as eventuais minimizações dos movimentos de terras, indicação de ajustes da mesma para otimização do projeto geométrico da faixa de trabalho.

Os **temas** do Estudo de Traçado são:

- Diretriz do duto
- Estaqueamento
- Articulação
- Numeração dos desenhos
- Imagens aéreas quando disponíveis

ESTEIO

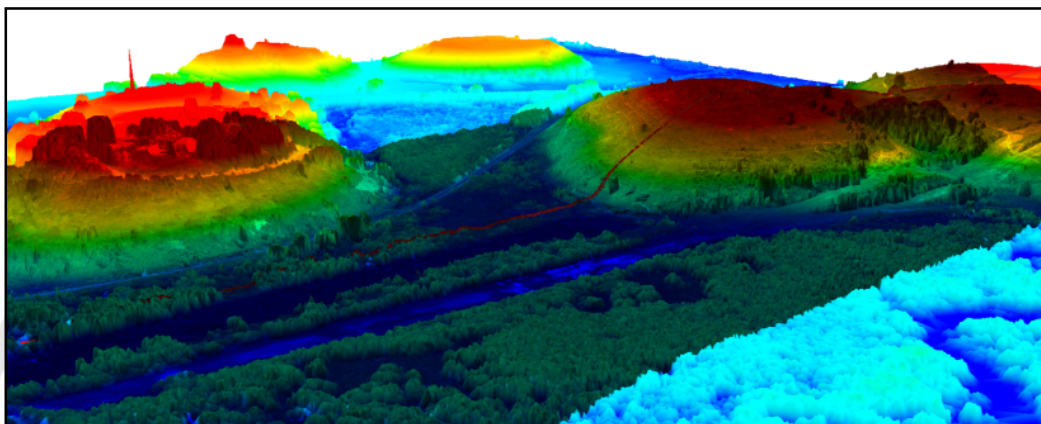


Figura 8 – Estudo de Traçado com Imagem Hipsométrica

Com o estudo de traçado definido e aprovado, tem-se o **Projeto Geométrico e o de Terraplenagem**, que possuem como temas:

a) Projeto Geométrico

- Diretriz do Duto
- Diretriz da Fibra óptica
- Diagrama Linear da Drenagem
- Localização das Obras Especiais
- Seções de Terraplenagem
- Sondagens
- Sinalização projetada
- Sinalização existente
- Áreas de válvulas, Lançadores, Recebedor
- Bota-fora
- Pátio de Armazenamento
- Canteiro da Contratada.

Plantas – Esc.

1:1.000

ESTEIO

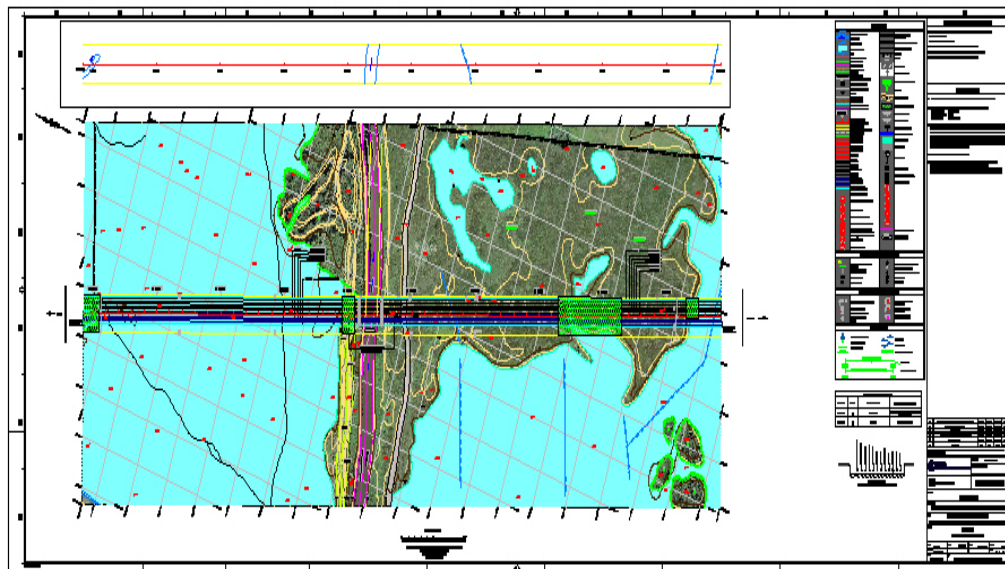


Figura 9 – Planta da Faixa de Dutos 1:1.000

Perfil – Esc. 1:1.000

- Diâmetro nominal / material
- Classe de pressão e locação
- Fator de projeto
- Revestimento
- Proteção do duto
- Cobertura mínima
- Caracterização de terreno
- Pressão do projeto
- Pressão mínima do teste hidrostático
- Categorias de materiais de solo
- Greide de terraplenagem

ESTEIO

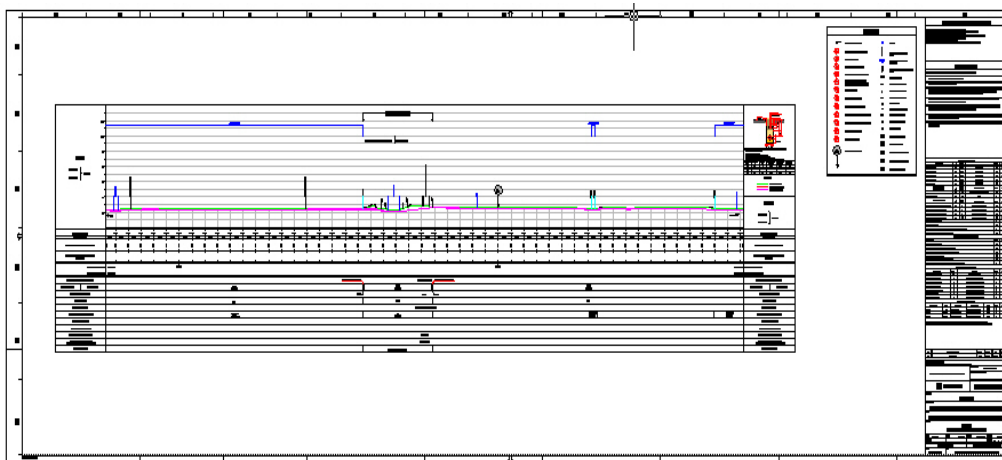


Figura 10 – Perfil da Faixa de Dutos 1:1.000

b) Projeto de Terraplenagem: seções de terraplenagem (Esc.: 1:200)

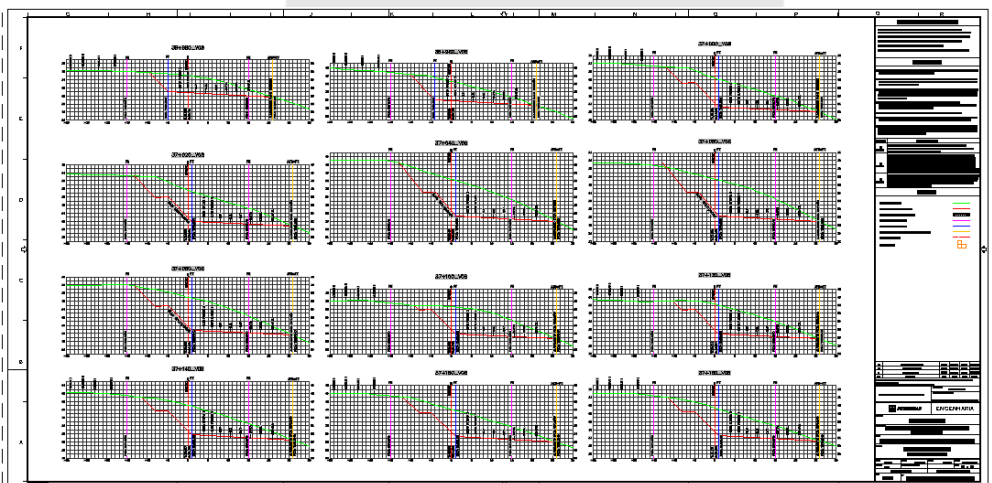


Figura 11 – Seções de Terraplenagem 1:200

3.4.1.2

Estudo e Projeto Ambiental

O **Estudo Ambiental** compreende a identificação das áreas de preservação, unidades de conservação, quantificação/qualificação da cobertura vegetal existente, identificação dos espelhos d'água, feições de relevo, ocorrências de superfície, mapeamento das análises de solos para plantio, mapeamento de revegetação da faixa de dutos. No escopo deste estudo são levantadas as interferências antrópicas, as instalações industriais, faixas de dutos, ruas, rodovias, ferrovias enfim tudo que possam interferir com faixa projetada e prever as

demolições e remanejamentos da obra de dutos.

Os **temas** selecionados para o Estudo Ambiental são:

- **Meio físico:** uso do solo e recomposição
- **Meio antrópico:** interferências antrópicas (cercas, linhas de transmissão, benfeitorias, cruzamentos de rodovias, e ferrovias)
- **Meio biótico:** cobertura vegetal, caracterização do solo, recursos hídricos e áreas de preservação ambiental

O **Projeto Ambiental** contempla:

- Uso do solo;
- Área de preservação ambiental;
- Área alagável;
- Classificação do solo;
- Composição do solo;
- Medidas mitigadoras.



Figura 12 – Estudo de Ambiental da Faixa de Dutos

3.4.1.3

Projeto de Implantação Geral

O **Projeto de Implantação Geral** (1:25.000), visa demonstrar informações dos acessos à faixa, aos bota-foras, área de válvulas, áreas de lançadores / recebedores e pátio de armazenamento.

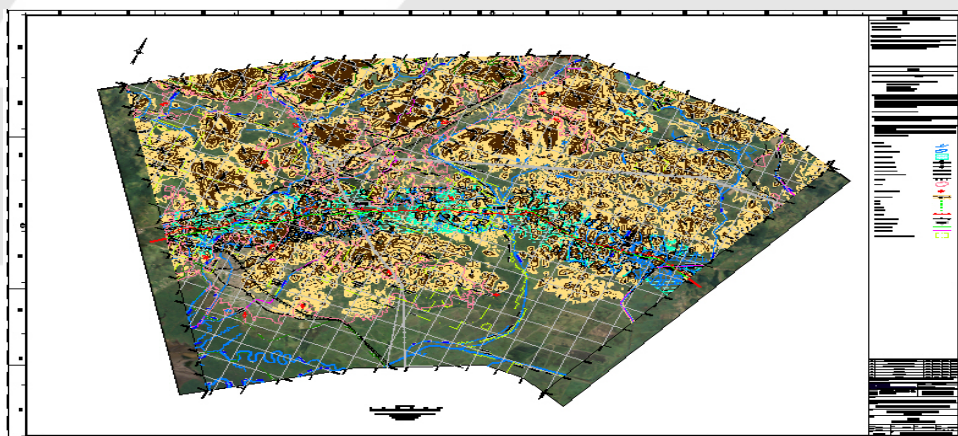


Figura 13 – Implantação Geral

Projeto de Áreas de Complementos visa microlocalizar, verificar terraplenagem, dimensionar fundações e tubulações das áreas de válvulas, lançadores, recebedores e interligações.

3.4.1.4

Estudo Geológico

O **Estudo Geológico** compreende percorrer a faixa avaliando a influência da interação obra / terreno / duto, especificamente o contato solo ou rocha, bem como a distribuição e as características dos materiais geológicos em domínios (zonas, unidades) geotécnicos específicos, e mostrar basicamente que materiais seriam encontrados na profundidade de instalação dos dutos. São realizadas campanhas de campo utilizando os métodos geofísicos de investigação rasa (tomografia elétrica, GPR, SBP).

Os **temas** selecionados para o Estudos Geológicos são:

- **Unidades geológicas/ geotécnicas:** geológicos, pedológicos, geomorfológicos e ambientais
- **Ensaio geotécnicos:** caracterização geotécnica, compactação Proctor Normal, Triaxial e Densidade Submersa
- **Caracterização completa:** pontos de sondagem a trado, percussivas e mistas realizadas ao longo do traçado, para os estudos das Obras Especiais, locais de corte e aterro (Pontos Críticos), áreas de válvula e pátios de armazenamento.

O projeto contempla:

- Geomorfologia
- Indicadores geotécnicos
- Condicionantes geoambientais
- Solos
- Substrato geológico
- Tipo erosão
- Tipo de afloramento
- Ensaio



a- Identificação Pontos Notáveis



b- Sondagem a Trado

Figura 14 – Estudos Geológicos

3.4.1.5

Estudo e Projeto Geotécnico

O **Estudo Geotécnico** compreende a análise das instabilidades naturais, voçorocas ravinhas de erosão próximas ou adjacentes a faixa, que demandem procedimentos especiais de construção de obras de contenção. Avaliação do comportamento geomecânico e hidrogeológico dos maciços rochosos.

Os **temas** selecionados para o Estudos Geotécnicos são:

- **Pontos críticos:** identificação de pontos com instabilidade.

O **projeto** contempla:

- Definição de soluções geotécnicas executivas para a implantação das tubulações previstas.



a-Ponto Instabilidade



b-Área recuperada -Gabião

Figura 15 – Estudos Geotécnicos

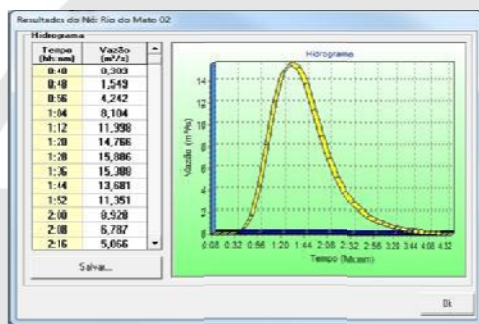
3.4.1.6

Estudo Hidrológico

Estudos Hidrológicos compreende regimes climáticos, pluviométricos e fluviométricos da região, os quais servirão de base para as fases posteriores de projeto, e os critérios adotados para a determinação das vazões contribuintes a fim de dimensionar novas obras para o presente projeto.

Os **temas** selecionados para o Estudos Hidrológicos são:

- Caracterização dos regimes pluviométricos
- Critérios / parâmetros para determinação de vazões.



a-Hidrograma Rio do Mato



b-Investigação de campo

Figura 16 – Estudos Hidrológicos

3.4.1.7

Estudo Hidráulico e Projeto de Drenagem

Estudos Hidráulicos avaliam o cálculo das condições de estabilidade hidráulica da seção de travessia usando os parâmetros físicos da seção de escoamento, e comparação com as dimensões características da real seção de escoamento.

Os **temas** selecionados para os Estudos Hidráulicos são:

- **Dispositivos projetados:** calhas longitudinais, calhas transversais, descidas d'água, dissipadores de energia, bocas de bueiros, caixa de passagem e bueiros de passagem.
- **Dimensionamento hidráulico:** determinação da vazão de contribuição.



Figura 17 – Estudos Hidráulicos

Os dois estudos formam o **Projeto de Drenagem**, que contempla:

- Caracterização do regime climático
- Geomorfologia
- Recursos hídricos (águas subterrâneas e superficiais)
- Regime pluviômetro regional
- Parâmetros para determinação das vazões

3.4.1.8

Estudo e Projeto de Obras Especiais

Os **Estudos das Obras Especiais** (travessias e cruzamentos de rodovias e dutos) visam gerar um volume de informações maior sobre as características locais, da mecânica fluvial, da sub-superfície e impactos, de modo a permitir a definir o método construtivo incluindo dispositivos de apoio/proteções provisórios e perenes.

Os **temas** selecionados dos Estudos das Obras Especiais são:

- Recursos hídricos
- Rodovias
- Estradas municipais
- Ferrovias
- Cruzamentos de dutos
- Obras especiais selecionadas

O **Projeto de Obras Especiais** (figura 18 e 19) contempla:

Características locais da interferência, em superfície e sub-superfície permitem a definição do método construtivo, incluindo dispositivos de apoio/proteções provisórios e perenes mais adequados para obtenção de licenças, construção e operação.

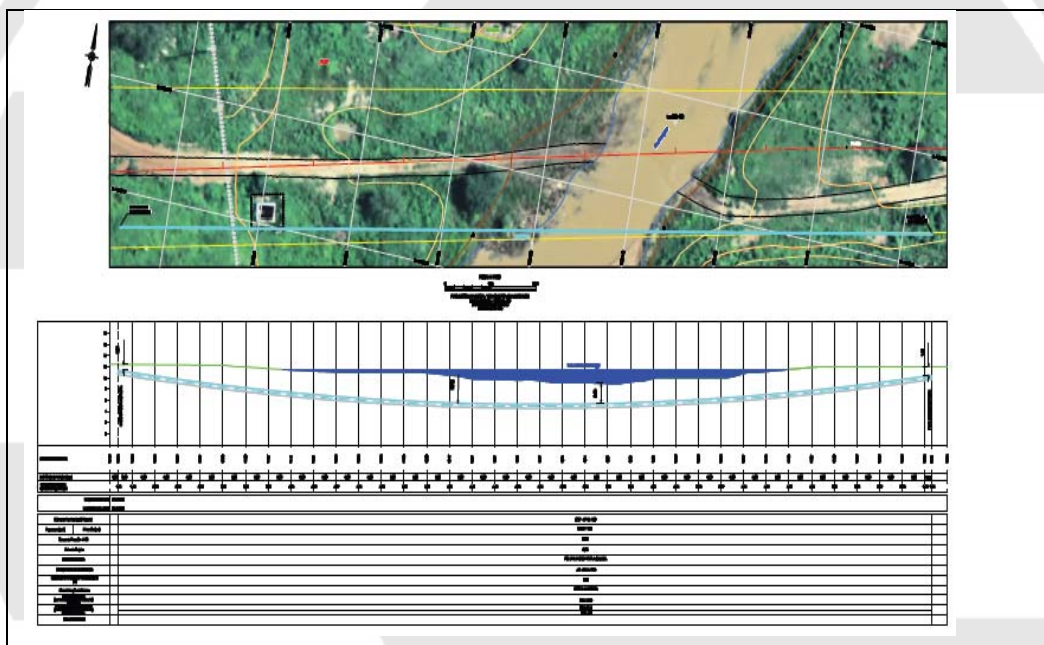


Figura 18 – Obras Especiais (Travessias)

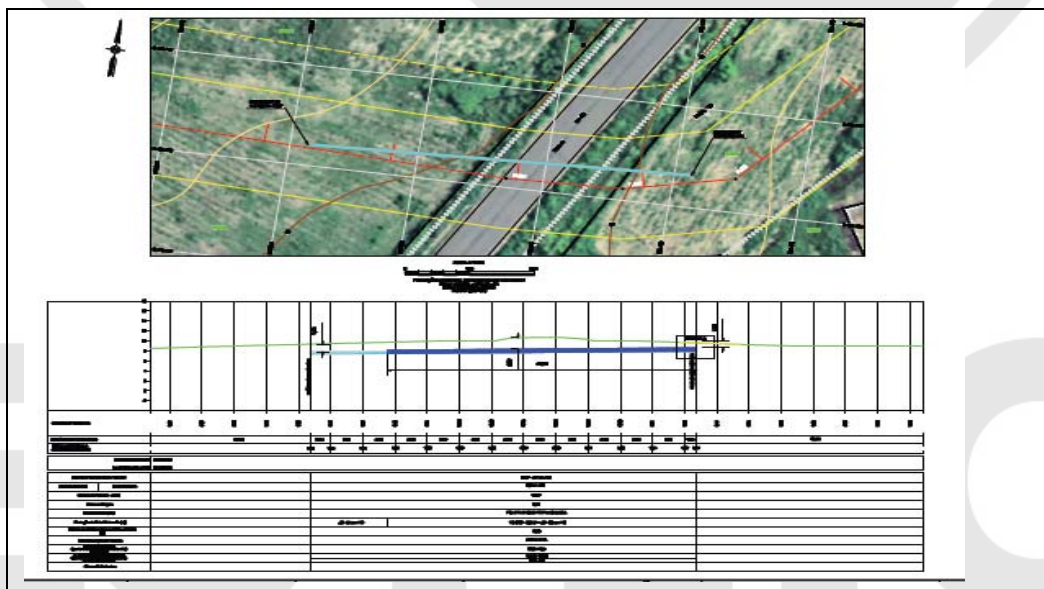


Figura 19 – Obras Especiais (Cruzamentos)

4.

Sistema de Informações Geográficas

4.1

Estrutura do Sistema

Considerando a estrutura de grupos e temas exposta foi elaborada a página inicial (figura 20) do sistema contendo os links aos dados básicos do projeto.

Contexto utilizado: Projeto de Obra Linear de Dutos

The screenshot shows the initial page of a GIS system. At the top left is the logo for ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A. To the right of the logo is the title 'PROJETO DE FAIXA DE DUTOS GÁS QUÍMICO UFN-IV - LINHARES'. Below the title is a satellite map of a region with a red line indicating the pipeline route. A green circle on the map highlights a specific area. To the left of the map is a vertical list of menu items, each in a separate box. At the bottom right of the map area, there is a small text label 'Croqui de faixa'.

COORDENAÇÃO DO PROJETO
INTRODUÇÃO
PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇOS
DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO PROJETO
DOCUMENTAÇÃO FORNECIDA PELO CLIENTE
MEMORIAL DESCRITIVO DA FAIXA
LISTA DE DOCUMENTOS
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
DIRETRIZ DO DUTO
MATRIZ DE ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES
FLUXO DAS ATIVIDADES
PLANEJAMENTO - CRONOGRAMA
CADASTRO INFORMAÇÕES
SIG DO PROJETO
CONFIGURAÇÕES USUÁRIOS

Figura 20 – Página Inicial do SIG

ESTEIO

4.1.1

Descrição dos Links – Pagina Inicial do SIG

Segue abaixo a descrição dos links que se encontram na página inicial do sistema:

- **Coordenação do Projeto** - dados básicos dos responsáveis pela coordenação do projeto;
- **Introdução** - descrição básica dos serviços;
- **Programação de Serviços** – constam as plantas de programação de atividades de campo;
- **Descrição das Instalações do Projeto** - indica a largura da faixa e diâmetro(s) do(s) duto(s);
- **Documentação Fornecida pelo Cliente** – (Figura 21) plantas cadastrais, projeto básico, imagens; especificações técnicas e relatórios técnicos;

MEMORIAL DESCRITIVO		
Tipo	Descrição	Data de atualização
PDF	Projeto Básico da Faixa de Dutos	2012-05-07
RELATÓRIOS TÉCNICOS		
Tipo	Descrição	Data de atualização
PDF	Relatório do Apoio Suplementar do Voo Baixo	2012-05-09
DESENHOS TÉCNICOS		
Tipo	Descrição	Data de atualização
DWG	Meio Físico Biotico e Antropico - Planta 1_25.000	2012-05-07
IMAGENS COMPACTADAS	Meio Físico Biotico e Antropico - Planta 1_25.000	2012-05-07
IMAGENS COMPACTADAS	Meio Físico Biotico e Antropico - Planta 1_25.000	2012-05-07

Figura 21 – Visualização do link da Documentação Fornecida pelo Cliente

- **Memorial Descritivo da Faixa** – descreve os serviços de engenharia de projeto pré-detalhamento;
- **Lista de Documentos** – informa o código e quantidades dos produtos a serem gerados no Projeto;
- **Documentos de Referencia** (figura 22) – links para as normas e especificações técnicas fornecidas pela contratante;

PROJETO DE FAIXA DE DUTOS LÍNEAS QUÍMICAS UFN-IV - LINHARES		
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS		
Tipo	Descrição	Data de atualização
PDF	Critérios para Projeto Geométrico Terraplenagem de Faixa de Dutos	2012-05-07
PDF	Investigações de Campo para Projeto	2012-05-07
PDF	Padronização dos Assenos de Relatórios de Estudos de Travessias e Cruzamentos Especiais	2012-05-07
PDF	Proteção e Restauração de Faixa de Dutos	2012-05-07
NORMAS		
Tipo	Descrição	Data de atualização
PDF	Documentos de Referência	2012-05-07
PDF	Documentos de Referência	2012-05-07
PDF	Documentos de Referência	2012-05-07
PDF	Documentos de Referência	2012-05-07
PDF	Documentos de Referência	2012-05-07

Figura 22 – Visualização dos documentos de referência

ESTEIO

- **Diretriz do Duto (figura 23)** – links aos arquivos editáveis da diretriz atualizada com históricos das versões dos documentos;

DIRETRIZ DO DUTO		
Tipo	Descrição	Data de atualização
DWG	Diretriz do Duto	2012-06-04
KMZ	Diretriz do Duto	2012-06-04

Figura 23 – Visualização do link aos arquivos da diretriz do duto

- **Matriz de Atribuições e Responsabilidades (figura 24)** – indicam os responsáveis pelo levantamento, estudos, projetos assim como os responsáveis pela confecção dos produtos;

Escopo: Serviços de Engenharia de Projeto para a Faixa de Dutos.						
Localidade: Linhares - Estado do Espírito Santo						
Extensão: 27 KM						
LEVANTAMENTOS E ESTUDOS DE CAMPO						
Serviços de Campo/ Ensaios	AERO	ENG	PRODUTOS POR LEVANTAMENTO	AERO	ENG	Responsáveis
1. ESTUDOS AMBIENTAIS						
RECONHECIMENTO EXPEDITO DE CAMPO		X	RL-DE VISITAS		X	Gabardo/ Samara
IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFERÊNCIAS		X	RL-DEMOLIÇÕES E REMANEJAMENTOS		X	
AMOSTRAS DE FERTILIDADE / REVEGETAÇÃO		X	RL- Análise de solo para revegetação/paisagismo		X	
OCORRÊNCIAS DE SUPERFÍCIE / COBERTURA VEGETAL		X				
2. ESTUDOS GEOLÓGICOS						
INVESTIGAÇÕES						
ST- TRADO		X				Geomar
* SPT- PERCUSSIVA	X		RL-DE SONDAGENS GEOTECNOLOGICAS	X	X	Mariliz
* SM - MISTA	X		RL-DE DESMONTE DE ROCHAS		X	Geomar
* ENSAIOS DE LABORATORIOS	X	X		X	X	Geomar/Mariliz

Figura 24 – Visualização da Matriz de Atribuições e Responsabilidade

ESTEIO

- Fluxo das atividades (figura 25) – Fluxo das atividades do Projeto;

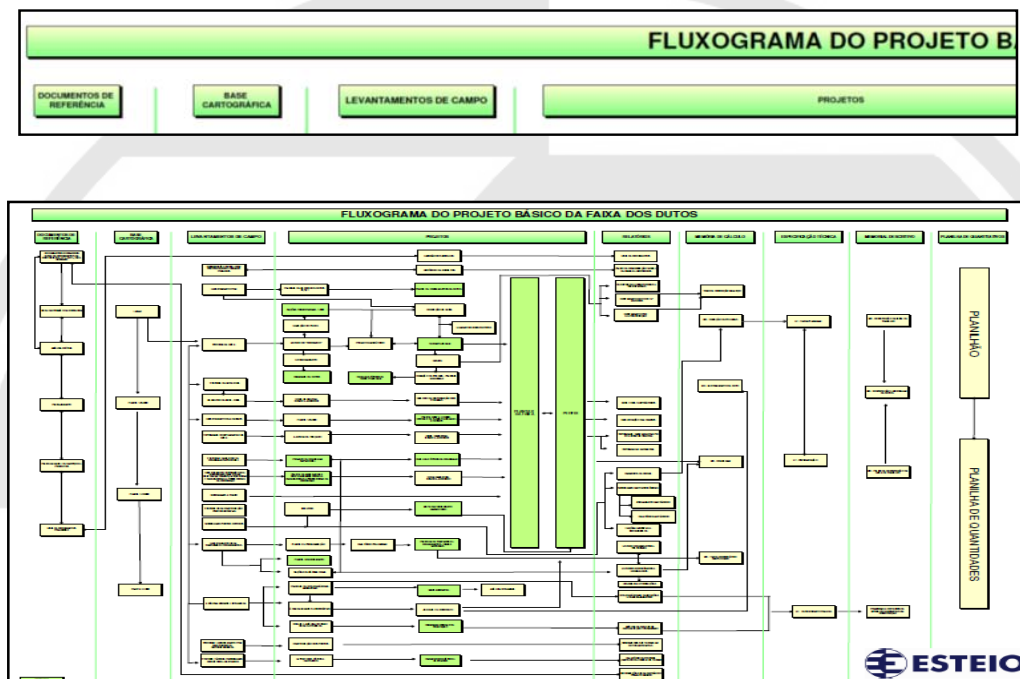


Figura 25 – Visualização do Fluxo das Atividades do Projeto

- **Planejamento - Cronograma** – subdividido em grupos: o **Cronograma** com o início e término das atividades do projeto (figura 26); o **Check list** para a verificação de produtos; a **Planilha Geral de Controle de Serviços e Produtos e os Modelos de produtos** (máscaras – dwg e word).
- **Cadastro Informações** – consta uma planilha-resumo das sondagens a trado realizadas

ESTEIO

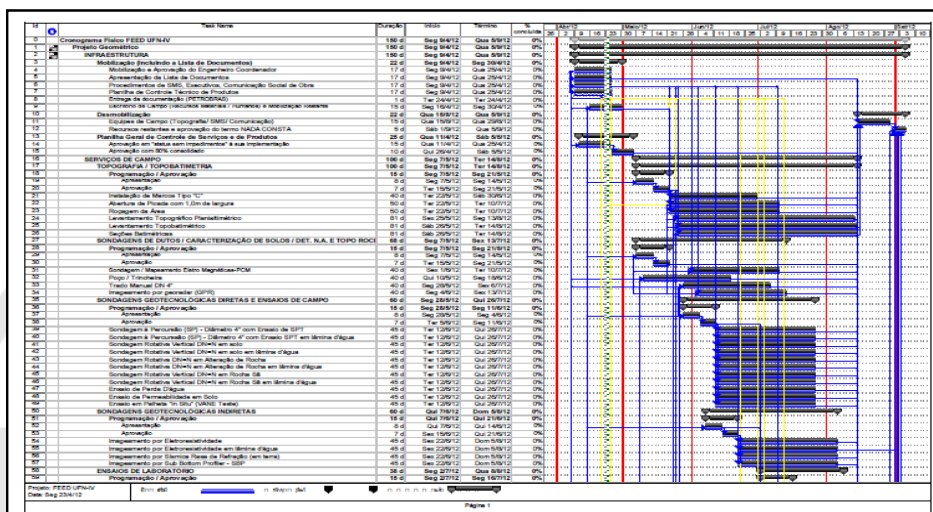


Figura 26 – Visualização do Cronograma

- **SIG do projeto** – link de acesso ao SIG do Projeto (figura 27);



Figura 27 – Visualização do SIG Projeto

- **Configurações do Usuário**– link ao menu de configuração (figuras 28 e 29) dos usuários habilitados, senhas e níveis de acesso;

USUÁRIOS		
Nome	Nível	Status
Amauri Brandalize	3	Ativo
Ana Carla Mendes	3	Ativo
Angela Kugler	1	Ativo
Cleide Trevizani	3	Ativo
Cristian Gomez	3	Ativo
Denise Falat	3	Ativo
Edmundo Chame Filho	3	Ativo
Elisangela Pinheiro	3	Ativo
Fabiany Gasparello	3	Ativo
Fabricio Hein	3	Ativo
Geomar Contin	3	Ativo
Humberto Gabardo	3	ativo

Figura 28 – Visualização dos usuários, níveis de acesso e status.

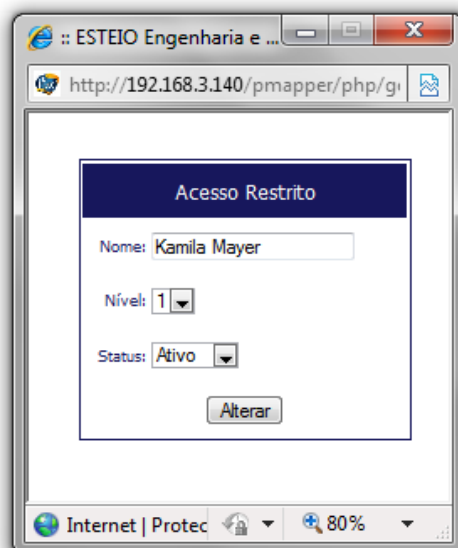


Figura 29 – Visualização da janela de classificação (1, 2 e 3) do status do usuário

4.2

Modelo Proposto SIG – Dutos

A estrutura escolhida para o SIG é de Software Livre **p.mapper** que disponibiliza a plataforma e diversas bibliotecas. Na pesquisa de formato ideal identificamos similaridade do SIG utilizado pela secretaria de Recursos Hídricos do Ceará (figura 30) com o SIG aqui proposto para obra de dutos.

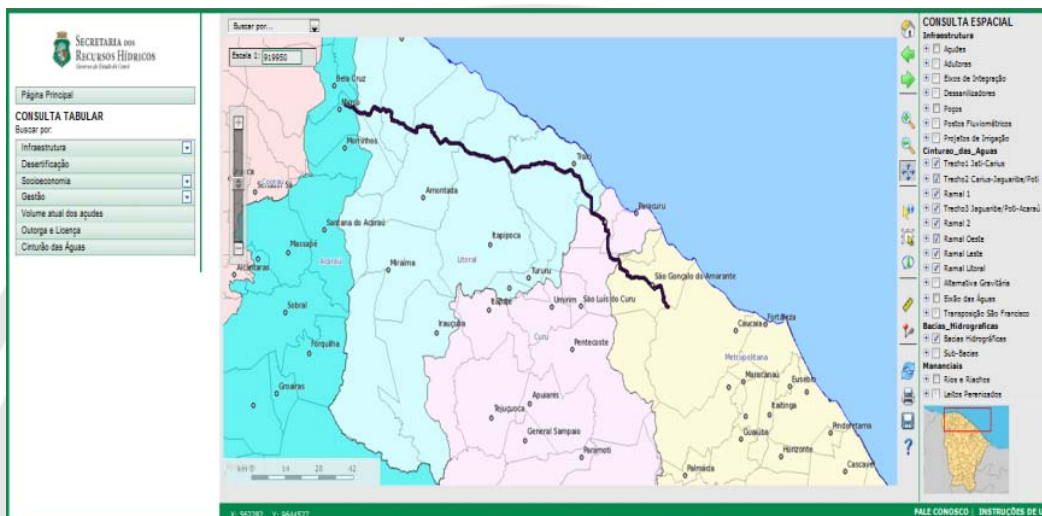


Figura 30 – Visualização do site da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará

A estrutura do SIG – Duto foi dividida em 03 interfaces sendo do lado esquerdo da tela acesso aos grupos e temas (camadas), no centro o Mapa do SIG e do lado direito o menu de navegação do sistema (figura 31).

As interfaces dos grupos, citados anteriormente, servem de filtro das informações técnicas (camadas).

No centro da tela o Mapa do SIG apresenta diretriz da faixa de dutos e a articulação dos desenhos com respectiva numeração.

ESTEIO

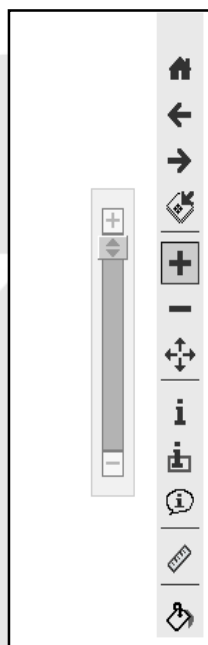


Figura 31 – Visualização do menu de navegação do sistema

4.3

Plataforma do SIG

A plataforma escolhida é **p.mapper** “um framework desenvolvido em PHP/Mapscript com utilização de recursos em ajax ou seja altamente dinâmico, juntamente com o motor MapServer , considerados por muitos o motor WebGIS em software livre mais instável atualmente.

Com o p.mapper é possível a publicação de mapas com uma rica interface sendo altamente customizável, ou seja, crie seu WebGIS com a sua cara e com as funções que você considerar mais úteis. O **p.mapper** utiliza a Licença GNU General Public License- GPL e todas as outras ferramentas utilizadas como MapServer, PHP/Mapscript e JQuery utilizam licenças específicas de cada um, porém todas com a mesma essência GPL.”

Destaco algumas das funções que estão incluídas no **p.mapper**:

- zoom / pan também através de teclas, roda do mouse, mapa de referência, slider;
- fácil configuração do layout ;

- funções de consulta (identificar, selecionar, pesquisa);
- busca de atributo;
- layout flexível de resultados da consulta através de modelos de JavaScript;
- exibição diferentes camadas;
- funções de impressão: HTML e PDF;
- janelas pop-up e caixas de diálogo;
- distância e função de medição de área;
- adição de pontos de interesse com etiquetas no mapa;
- iniciar mapa com pré-definido extensão zoom: via medida explícita ou recurso de camada
- uso de transparência camada, exportação resultado da consulta, e mais

O **p.mapper** é um software livre que pode ser redistribuí-lo e/ou modificado sob os termos da Licença Pública Geral GNU conforme publicada pela Free Software Foundation.

ESTEIO

5.

Conclusão

O programa livre selecionado **p.mapper** como plataforma para este trabalho é uma ferramenta livre e/ou gratuita para aplicações Geográficas. Não há dúvida de que o software livre para Geoprocessamento é confiável para implementar projetos de qualquer porte. A vantagem de sua utilização vai bem além do aspecto financeiro.

A conclusão é que o uso da ferramenta SIG para dutos na fase de pré-detalhamento permite a vinculação de imagens e documentos georeferenciados e podem manter o gestor informado sobre todas as atividades em andamento.

A classificação das informações técnicas em forma de grupos e camadas organiza e disciplina a forma das consultas a serem realizadas quando do uso da ferramenta de SIG.

O ambiente utilizado é amigável com visualização dos dados do Mapa da Faixa de Dutos (imagens e vetores), acompanhamento dos serviços e principalmente cria uma rica biblioteca de informações técnicas que podem ser utilizadas na fase de construção e montagem (implantação da obra).

O desafio maior deste trabalho é de elaboramos uma ferramenta de SIG - Dutos que possa ser atualizada fase de construção e montagem e re-utilizada como fonte de consulta na fase de operação dos dutos.

ESTEIO

6.

Referencia Bibliográfica

1. AMADO, U.D. Uso do GIS como Ferramenta de Gerenciamento e Integridade dos Dutos da TRANSPETRO. **Anais - II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Aracaju/SE, 10 a 12 de novembro de 2004.
2. FELGUEIRAS, C.A. Tecnologias de Geoprocessamento Desenvolvidos no INPE: SPRING, TerraLib, TerraView. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br>>. [S]
3. FURQUIM, M. **Gerenciamento de Dutos Utilizando SIG: Caso GLPDUTO URUCU-COARI**. ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos SA. Curitiba: 2008.
4. PAULA, E. V. Sistemas de Informações Geoambientais. **Apostila**. UFPR: Curitiba, 2011.
5. MEDEIROS, A. M. L. Desenvolvimento de uma aplicação webmapping **direcionada à pesquisas educacionais**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. João pessoa, 2009.
6. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. Software Livre p.mapper. Disponível em: <<http://www.srh.ce.gov.br>>. Ceará. [S].

ESTEIO