

Dutos e Obras Lineares – Condicionantes Geotécnicas de Projeto e Construção

KOCHEN, Roberto

GeoCompany Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente, Barueri, SP, Brasil,
kochen@geocompany.com.br

Resumo: O trabalho aborda a necessidade de estudos geológicos e geotécnicos detalhados no projeto de dutos e obras lineares (como rodovias, ferrovias, etc.), dada a diversidade de unidades geológicas atravessadas por estas obras ao longo de seu traçado, que muitas vezes se estende por centenas de quilômetros. Por sua grande extensão, este tipo de obras atravessa freqüentemente estados e regiões diferentes, com características bem distintas em termos de relevo, vegetação, geologia e condições geotécnicas. Os aspectos acima mostram a necessidade de estudos de viabilidade criteriosos, e projetos básicos bem detalhados, para possibilitar a contratação, pelo cliente, de empresas com propostas bem fundamentadas de Construção e Detalhamento Executivo, em que o nível de contingências seja baixo, e os custos sejam compatíveis com os normalmente registrados pelo mercado.

Abstract: The paper presents the necessity of detailed geological and geotechnical studies, for the design of ducts and linear constructions (like roadways, railways, etc.), to take into account the diversity of geological units crossed by these constructions along their routes, often developing along hundreds of kilometers. For its great length, this type of work often crosses several provinces and regions with distinct characteristics, in terms of topography, vegetation cover, geology, and geotechnical conditions. These aspects show the necessity of criterious and well detailed feasibility studies and basic designs, to allow the owner to contract companies with technically sound basis, for Detailed Design and Construction, with low level of contingency amounts, and with costs compatible with the ones normally registered by the market.

INTRODUÇÃO

Dutos são obras lineares de grande extensão, atravessando freqüentemente estados e regiões diferentes, com características bem distintas em termos de relevo, vegetação, geologia e condições geotécnicas. Por exemplo, o Gasoduto Bolívia Brasil, construído pela Petrobrás e atualmente operado pela TBG (Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia Brasil), inicia – se em Corumbá, MS (fronteira do Brasil com a Bolívia), e estende-se até Canoas, RS, na região metropolitana de Porto Alegre. Em uma extensão total de aproximadamente 2.500 Km em solo brasileiro, atravessa cinco estados (MS, SP, PR, SC e RS), e cerca de cinco regiões com características geológico-geotécnicas, e relevo totalmente diferentes. Por exemplo, no MS, o gasoduto atravessa a região do Pantanal, com baixa declividade e sujeita a inundações e erosões. No PR, atravessa regiões montanhosas, com encostas íngremes, que dificultam e encarecem a implantação do gasoduto, e tornam necessária a monitoração de encostas com movimentação e processos de instabilidade, eventualmente tornando necessária à utilização de obras de contenção caras

e complexas. Há ainda o caso recente do Gasoduto Coari Manaus, no qual a localização do duto na Planície Amazônica implicou em elevado grau de indefinições nos estudos geológicos geotécnicos, pela impossibilidade de acesso físico à grande extensão do local das obras.

Os aspectos acima mostram a necessidade de estudos de viabilidade criteriosos, e projetos básicos bem detalhados, para possibilitar, pelas empresas de Engenharia, Construção & Montagem, a elaboração de propostas bem fundamentadas de Construção e Detalhamento Executivo, em que o nível de contingências seja baixo, e os custos sejam compatíveis com os normalmente registrados pelo mercado. Este artigo irá detalhar a seguir os critérios que, na avaliação do autor, necessitam ser aplicados para que os estudos de viabilidade e projetos básicos de dutos permitam a elaboração de propostas bem fundamentadas, com níveis de contingência adequados, e níveis de risco e preços compatíveis com as necessidades do cliente e possibilidades do construtor.

1.1 Riscos e Contingências para obras lineares

Em obras lineares, de um modo geral há uma fase inicial de estudos de viabilidade, e para rodovias, ferrovias, e obras assemelhadas realizadas pelo Poder Público a lei atual de licitações (lei no. 8.666 – 93) exige a realização de projeto básico para realização da licitação. Nos estudos de viabilidade se define, entre outras coisas, o traçado (p. ex, se a obra irá atravessar regiões montanhosas, onduladas ou planas), e no projeto básico se faz o detalhamento do traçado escolhido entre varias alternativas, com base nos custos diretos (construção) e indiretos (p. ex., meio ambiente, desapropriações, reassentamentos, etc.) das varias alternativas estudadas.

No caso de dutos, em que o empreendedor – cliente é privado, não é obrigatório seguir as etapas acima da lei de licitações. O que tem acontecido é que muitas vezes as informações técnicas do convite para elaboração de proposta são pouco detalhadas em termos de estudos geológicos e geotécnicos. O Cliente, neste caso, transfere a responsabilidade técnica da engenharia do projeto às empresas construtoras, que realizam todas as definições básicas do detalhamento executivo. Isto gera um conflito de interesses, já que usualmente o Cliente deseja a obra de menor custo, e o Construtor deseja a obra de menor risco de execução. O custo final de um projeto depende de muitas variáveis que não estão sob o controle da construtora (meio ambiente, desapropriações, reassentamentos, etc.). Em contratos de preço fixo, a Construtora tem de provisionar custos eventuais para estes itens fora do seu controle, e como consequência estes custos contingenciados ficam refletidos nos preços.

Será apresentado a seguir o roteiro ideal para estudos de viabilidade e projetos básicos, que permitam reduzir a contingências a níveis aceitáveis por todas as partes envolvidas no processo.

1.2 Estudos de Viabilidade e Projetos Básicos para dutos e obras lineares

Há uma correlação forte entre o traçado definido na viabilidade, o projeto básico e executivo, e o custo de construção, operação e manutenção do duto. Dentre os aspectos que merecem uma análise detalhada, destacam – se os seguintes:

- Traçado e região atravessada pelo duto (se montanhosa, ondulada ou plana)
- Características geológicas e geotécnicas do traçado
- Travessias especiais (subaquáticas, etc.)
- Impactos ambientais na implantação da faixa
- Aspectos hidrológicos e de clima

- Aspectos de interferências urbanas, populacionais, reassentamentos e desapropriações.

- Técnicas construtivas (equipamentos utilizados, logística das frentes de construção, travessias especiais e subaquáticas, etc.)

Do ponto de vista de conceituação do processo de engenharia, pode – se classificar o projeto de dutos da seguinte forma, com base nas etapas a seguir:

- Engenharia conceitual
- Engenharia de processo
- Estudo de Viabilidade com varias alternativas de traçado e definição da melhor alternativa sob o aspecto técnico e econômico
- Engenharia do projeto básico
- Licitação
- Contratação
- Engenharia do projeto executivo – detalhamento e aspectos de construção
- Construção, montagem, comissionamento e entrega ao cliente para operação
- Engenharia “as built” : dados de construção, registros, manuais de operação e manutenção, etc.

Nas etapas acima, a licitação deve ser precedida pelo projeto básico e pelas etapas anteriores, para reduzir o nível de risco e o montante de contingenciamento de custos por parte das Construtoras. A escolha do traçado, no estudo de viabilidade, e a sua definição no Projeto Básico, é uma fase crítica e que deve preceder a construção. É nesta fase que custos podem ser reduzidos mediante traçados alternativos, é nesta etapa que surgem conflitos com proprietários, moradores, organizações civis e ONG’s em defesa da comunidade, é nesta etapa que surgem as interferências e problemas ambientais. Definir bem o traçado reduz as incertezas do projeto, facilita a avaliação de riscos por parte das Construtoras, e reduz o nível de contingências, bem como os preços de propostas.

Ressalte – se ainda que a instalação de dutos deve–se realizar em locais com menor risco possível para a estabilidade geotécnica da faixa e estrutural do duto, evitando problemas futuros na operação. Interferências urbanas e institucionais podem exigir mudanças de traçado, e devem ser resolvidos pelo Cliente a nível político ou institucional, já que o Construtor não tem controle sobre estas situações. Frequentemente estes aspectos demandam mudanças de projeto, com reflexos no custo da obra.

A investigação e estudos geológicos – geotécnicos são fundamentais para uma avaliação

precisa dos custos de projeto e construção. O conhecimento detalhado das características geológicas – geotécnicas é fundamental para o emprego de técnicas sofisticadas de construção (travessias por perfuração direcional, estabilização da faixa, etc.), que podem ter grande impacto no custo, prazo de execução e recursos empregados. Investigações e estudos geológico–geotécnicos detalhados são fundamentais para reduzir incertezas no preço final do empreendimento, afetando, entre outros aspectos, os seguintes:

- Implantação da faixa como um todo
- Abertura da vala
- Perfuração dirigida e travessias especiais (furos direcionais, passagens subaquáticas, etc.)
- Fundações de estruturas e instalações superficiais (city gates, estações de compressão, etc.)
- Estabilização da tubulação (vala, faixa, terraplenagem, etc.)
- Proteção catódica

Para minimizar as incertezas orçamentárias, é recomendável que a Engenharia, até a etapa de Projeto Básico, seja contratada previamente pelo Cliente, e desenvolvida para constituir uma base comum de orçamentos, na qual as empresas convidadas apresentariam seus preços, já ajustados para contingências previamente conhecidas e com menor nível de incertezas.

1.3 Projeto Básico de dutos e obras lineares

Considerando casos recentes onde o autor participou, o projeto básico apresentado muitas vezes apresentava incertezas de natureza geológica e geotécnica, aumentando o nível de contingência e provisionamento necessário para fazer frente aos riscos existentes, e aumentando o custo das propostas. Entre outros, destacam – se os seguintes problemas:

- Instalações de superfície não definidas
- Falta de informações para quantificar a terraplenagem, e volumes de movimentação de solo
- Falta de definições para as estações redutoras e compressoras, e city gates, apenas dados básicos do que se pretendia instalar
- Falta de dados de geologia e geotécnica (tipos de solos e rochas ocorrentes, resistência mecânica destes solos, etc.);
- Falta de informações geológicas, geotécnicas e hidrológicas dos rios e travessias

- Falta de informação definida do traçado do duto, frequentemente dispondo – se apenas de fotos aéreas com indicação da vegetação
- Falta de informação topográfica com precisão aceitável

Os aspectos acima não permitem a elaboração de propostas com custo preciso, forçando as Construtoras a considerar fatores de contingenciamento elevados, aumentando os preços de construção e fornecimento.

Check List – Dados Básicos para Elaboração de Propostas de Construção de Dutos e Obras Lineares

O Check List abaixo indica quais são os dados básicos necessários à elaboração de propostas de dutos e obras lineares, com confiabilidade e com níveis de contingência adequados.

Check List – Dados Básicos para Elaboração de Propostas de Construção de Dutos e Obras Lineares

Atividade	Descrição	Prioridade	Observações
1	Traçado inicial	Viabilidade	
2	Região atravessada pelo duto	Viabilidade	
3	Alternativas de Traçado	Viabilidade	
4	Características geológicas e geotécnicas	Viabilidade	
5	Travessias especiais	Viabilidade	
6	Impactos Ambientais	Viabilidade	
7	Traçado Final	Viabilidade	
8	Aspectos Hidrológicos e Climáticos	Básico	
9	Interferências Urbanas, etc.	Básico	
10	Técnicas Construtivas	Básico	
11	Detalhamento Executivo	Construção	
12	Construção, montagem, etc.	Construção	
13	Testes e Comissionamento	Construção	
14	As Built	Construção	

1.4 Gestão do Projeto Geotecnico de Dutos e Obras Lineares

Na visão do autor, é importante realizar dois contratos para uma gestão aprimorada de dutos e obras lineares, um de Engenharia, e outro posterior de Construção e Fornecimento, após os estudos de Engenharia (desde a Engenharia Conceitual até o Projeto Básico) definirem com precisão adequada as quantidades de obra e fornecimentos.

Assim, por exemplo, para um projeto típico de duto haveria duas fases:

- Fase I para a Engenharia do duto
- Fase II para o Detalhamento Executivo e Construção do duto

Na fase I, faz – se uma investigação geológica – geotécnica detalhada ao longo do traçado, com trabalho de campo e inspeções através de picadas. Propõe – se correções ao traçado se o levantamento de campo indicar esta necessidade, coletando – se informações reais georeferenciadas. Realizam – se também nesta fase Estudos Geológicos – Geotécnicos, Estudos Hidrológicos e Batimetrias para permitir definir a engenharia das travessias especiais. Realizam – se prospecções do solo nos locais de implantação de estações de superfície, nas travessias com furos dirigidos, e em locais necessários à implantação dos dutos. Os trechos sujeitos a alagamentos seriam investigados com topografia e batimetria.

Com isto, seriam elaborados os estudos de Engenharia (até o nível de Projeto Básico), e se definiriam os quantitativos de obra, após o que se entraria na fase II, para a contratação do

Detalhamento Executivo, Construção e Fornecimento.

As figuras 1 e 2 mostram estudos geológicos e geotécnicos realizados para o Gasene, com base em mapas geológicos, ainda sem o grau de detalhamento recomendado no presente artigo.

A foto 1 mostra um exemplo de análise de foto aérea visando à identificação de feições geológicas de risco, e a foto 2 mostra uma obra de contenção para estabilizar encosta em movimentação, onde esta movimentação (associada à ocorrência de chuvas e à alta declividade da encosta) implicava em risco elevado de ruptura, afetando a integridade do duto.

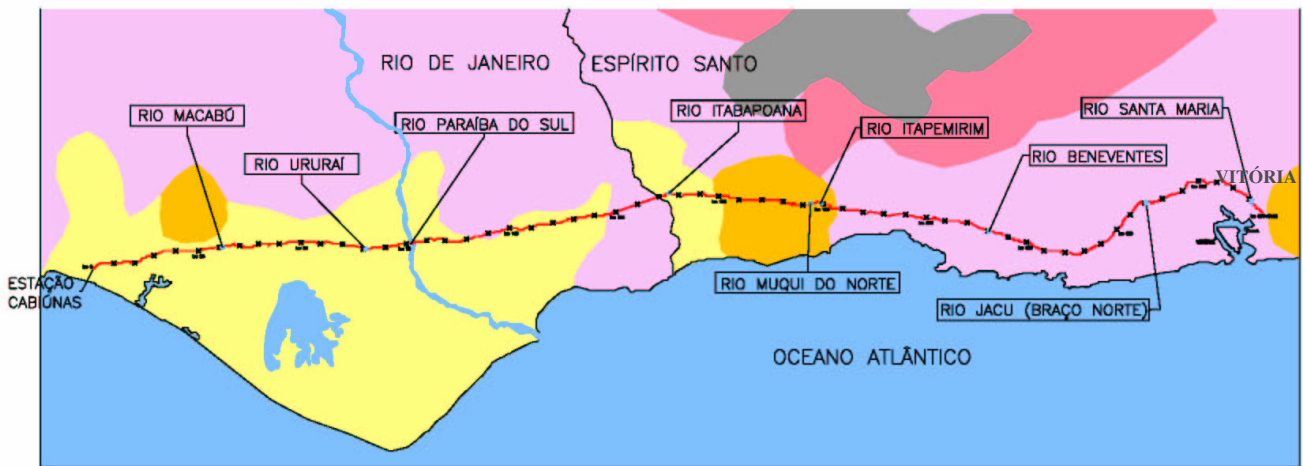


Figura 1 - GASCAV - Gasene (Gasoduto do Nordeste) :Estudos Geológicos Geotécnicos e Definição de 9 Travessias Subaquáticas em Perfuração Direcional no Trecho Cabunas - Vitória



Figura 2 - GASCAC - Gasene (Gasoduto do Nordeste) :Estudos Geológicos Geotécnicos e Definição de 14 Travessias Subaquáticas em Perfuração Direcional no Trecho Cacimbas – Catu



Foto 1 : Exemplo de Análise de Foto Aérea para Identificação, Mapeamento, e Diagnóstico de Instabilidades Geológico – Geotécnicas em Duto



Foto 2 - Cortinas Atirantadas para Estabilização de Encosta em Processo de Movimentação, com riscos à Integridade do Duto

1.5 Projeto Básico Necessário para dutos e obras lineares

Lista – se abaixo, com maior grau de detalhamento, os itens de Engenharia – Projeto Básico necessários, no entender do autor, para orçamento preciso de obras de dutos:

- Projeto Básico:
 - Estudos de Traçado
 - Estudos Geológicos – geotécnicos e de relevo
 - Escolha da Melhor Alternativa de Traçado
 - Batimetria – Rios, Lagos, Travessias
 - Estudos Hidrológicos
 - Estudos Hidráulicos
 - Investigações Geológicas – Geotécnicas e de Traçado no Campo
 - Travessias de Rios e Lagos
 - Travessias especiais (rodovias, núcleos urbanos, etc.)
 - Instalações de Superfície
 - Fundações e Geotecnia de Encostas
 - Definição do Projeto Básico
 - Definição de Quantidades

1.6 Considerações Finais, Conclusões e Recomendações

Este artigo apresenta os aspectos principais de projeto e construção de dutos e obras lineares, julgados necessários para reduzir incertezas e contingências, bem como custos das propostas de Engenharia e Construção que são normalmente apresentadas.

Estudos geológicos – geotécnicos (com sondagens e investigações de campo), estudos hidrológicos, estudos de travessias especiais, e outros detalhados acima, são necessários para reduzir significativamente os fatores de contingenciamento usualmente adotados, para fazer frente aos riscos decorrentes de indefinições de Engenharia. A otimização dos custos de propostas resulta de uma engenharia mais fundamentada, detalhada e precisa, como recomendado neste artigo. Com isto, se chegará ao objetivo comum entre Clientes e Construtoras de reduzir riscos de projeto, reduzir os correspondentes fatores de contingenciamento, e os custos das propostas apresentadas.

Resumindo, sugerem-se dois caminhos possíveis para atingir os objetivos acima:

- Um contrato de Engenharia que defina todas as quantidades e fatores de construção e fornecimento, com precisão; e outro contrato

posterior para construção e fornecimento das linhas de dutos.

- O Cliente, previamente à licitação, realiza os serviços e trabalhos de Engenharia necessários à definição precisa do objeto do empreendimento (desde a engenharia conceitual até o projeto básico, inclusive os trabalhos de campo); permitindo que na licitação os custos por contingências geradas por indefinições nos quantitativos de obra e fornecimentos sejam reduzidos ou eliminados.

1.7 Referencias Bibliográficas

Landslides – Analysis and Control, R.L. Schuster & R.J. Krizek, Special Report 176, Transportation Research Board, Washington D.C, USA, 1978