

O PROJETO BÁSICO EM OBRAS DE MND E A LEI 8666 MAIS A RESOLUÇÃO CONFEA 361/91

CONTEUDO

1. GERAL
 - 1.1 Introdução
 - 1.2 Objetivos principais
 - 1.3 Documentos aplicáveis
 - 1.4 Normas disponíveis (anexo i)
 - 1.5 Literatura disponível (anexo ii)
 - 1.6 Outros documentos (anexo iii)
2. ALGUMAS DEFINIÇÕES
3. APONTAMENTOS
4. SUMÁRIO DE PRÁTICAS
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS
6. ASPECTOS DO PLANEJAMENTO
 - 6.1 Critérios Iniciais
 - 6.1.1 Tubulações
 - 6.1.1.1 Diâmetros, Gradientes
 - 6.1.1.2 Materiais
 - 6.1.1.3 Profundidades
 - 6.1.1.4 Alinhamentos
 - 6.1.1.5 Emboques
 - 6.1.1.6 Área de Trabalho
 - 6.2 Local das Instalações da Rede
 - 6.2.1 Liberações e Usos da Área
 - 6.2.2 Espaços livres (Áreas de Domínio)
 - 6.2.3 Interferências no Subsolo
 - 6.2.3.1 Outras redes
 - 6.2.3.2 Construções
 - 6.2.3.3 Ocorrências Arqueológicas
 - 6.2.3.4 Contaminações do solo
 - 6.3 Geologia e Geotecnia
 - 6.4 Layout do Projeto
 - 6.4.1 Eficácia do projeto para o MND
 - 6.4.2 Alinhamentos verticais e horizontais
 - 6.4.3 Conexões Domiciliares e outras
 - 6.4.4 Impacto nas estruturas adjacentes
 - 6.5 Considerações de custo
 - 6.5.1 Custo direto do método (planilha com qualitativos)

- 6.5.2 Avaliação da complexidade das obras, e sua influência nas considerações de preços de serviços e escolha de métodos.
- 6.5.3 Impacto Social Indireto, incluindo os estudos de mitigação das interrupções de serviços essenciais e outras ocorrências
- 6.5.4 Análise de Riscos

6.6 Estudos Preliminares para o Projeto

6.6.1 Investigação Detalhada do Local

6.6.1.1 Geral

6.6.1.2 Investigação Métodos e Critérios

6.6.1.3 Características particulares do tipo de solo

6.6.1.4 Utilização de Fluidos de Perfuração

6.6.1.5 Relatórios

6.6.2 Equipamentos

6.6.2.1 Métodos

6.6.2.2 Tipos de Equipamentos Disponíveis

6.6.2.3 Sistemas de Controle

6.6.2.4 Sistemas de Remoção de Materiais Escavados

6.6.2.5 Sistemas de Perfuração e Cravação

6.6.2.6 Sistemas de Fluidos de Perfuração

6.6.2.7 Energia de Acionamento

6.6.3 Tipo de tubulação

6.6.4 Considerações sobre Emboques

6.6.4.1 Locações

6.6.4.2 Projetos de Emboques (Entrada e Saída) e Projeto de Trabalho

6.6.4.3 Lençóis Freáticos (Considerações)

6.6.4.4 Estruturas complementares (Paredes de Reação)

6.6.5 Documentação Contratual

6.6.5.1 Escopo da Contratação

6.6.5.2 Descrição dos Serviços a serem executados

6.7 Estudo das Alternativas e Critérios Utilizados para Escolha

6.7.1.1 Tipos de materiais

6.7.1.1.1 Seleção dos materiais

6.7.1.1.2 Produtos disponíveis e normatizados

6.7.1.1.3 Dimensões e Propriedades Mecânicas

6.7.1.1.4 Fabricação, Controle e Normas de Recebimento

6.7.1.1.5 Características relevantes

6.7.1.1.5.1 Cargas

6.7.1.1.5.2 Cargas de Instalação

6.7.1.1.5.3 Critérios de Dimensionamento

6.7.1.1.5.4 Lubrificação

6.7.1.1.5.5 Juntas

6.7.1.1.5.6 Relação com o Meio Ambiente

6.7.1.2 Aspectos do Local

- 6.7.1.2.1 Pré Execução
- 6.7.1.2.2 Execução
- 6.7.1.2.3 Correção de Problemas
- 6.7.1.3 Plano de Trabalho
- 6.7.1.4 Projeto Básico e Projeto Executivo
 - 6.7.1.4.1 Documentação dos estudos Geotécnicos e Geofísicos
 - 6.7.1.4.2 Interação com outras Redes, incluindo eventuais remanejamentos.
 - 6.7.1.4.3 Liberações

7. ASPECTOS DA EXECUÇÃO

7.1 Métodos

7.1.1 Construção de Rede Nova

7.1.1.1 Vala Aberta

7.1.1.2 MND

7.1.1.2.1 Microtúnel

7.1.1.2.2 Perfuração Horizontal Direcionada

7.1.1.2.3 Tubo Piloto

7.1.1.2.4 Tubo Cravado por Percussão

7.1.1.3 Renovação

7.1.1.3.1 Arrebetamento de Redes pelo mesmo caminhamento

7.1.1.3.1.1 Estático

7.1.1.3.1.2 Dinâmico

7.1.1.3.2 Revestimento por Manta Curada no Local

7.1.1.3.3 Reparo Pontual por Manta Curada no Local

7.1.1.4 Critérios de Diagnósticos de Renovação das Redes

7.1.1.4.1 Análise do entorno das redes

7.1.1.4.2 Inspeção Televisiva

7.1.1.4.3 Inspeção visual

7.1.1.4.4 Análise de Cadastros

7.1.1.4.5 Interferências em redes adjacentes

7.1.1.4.6 Projeto do Trabalho

7.2 Operações

7.2.1 Turno e Horário das construções

7.2.2 Caminho crítico da execução e entrega

8. ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO

8.1 Redes Novas

8.1.1 Operações em Micro Túnel

8.1.2 Operações em Perfuração Horizontal Direcionada

8.1.3 Operações em Tubo Cravado por percussão

8.1.4 Operações em Tubo Piloto

8.2 Recuperação de Redes Antigas

8.2.1 Operações em Arrebetamento

8.2.1.1 Estático

- 8.2.1.2 Dinâmico
- 8.2.2 Operações em revestimento por Manta curada in loco
- 8.2.3 Operações de reparos pontuais
- 8.3 Performances
 - 8.3.1 Equipamentos
 - 8.3.1.1 Micro Túnel
 - 8.3.1.1.1 Sobrecorte
 - 8.3.1.1.2 Sistema Transporte em meio líquido ou Escavação com rosca
 - 8.3.1.1.3 Projeto de Cabeça de Perfuração
 - 8.3.1.1.4 Reaproveitamento de fluído de perfuração
 - 8.3.1.1.5 Obstruções e mudanças de alinhamento (direcionamento)
 - 8.3.1.2 Perfuração Horizontal Direcionada
 - 8.3.1.2.1 Capacidades de puxada
 - 8.3.1.2.2 Torques
 - 8.3.1.2.3 Limites de Escoamento de Hastes
 - 8.3.1.2.4 Velocidades de Puxada
 - 8.3.1.2.5 Capacidade mínima das bombas de fluídos
 - 8.3.1.2.6 Solda de tubulações
 - 8.3.1.2.7 Área de desfile da coluna
 - 8.3.1.2.8 Planos de Contingência
 - 8.3.1.2.8.1 Detalhamento das Contingências
 - 8.3.2 Mão de obra
 - 8.3.2.1 Experiência e Certificações
 - 8.3.3 Segurança
 - 8.3.3.1 NR 33 e outras normas
 - 8.3.3.2 Da obra
 - 8.3.3.3 Dos transeuntes, do trânsito e outras operações
 - 8.3.4 Meio Ambiente
 - 8.3.4.1 Regulações e restrições na área de implantação
 - 8.3.4.2 Análise de futuras intervenções
 - 8.3.4.3 Ruídos
 - 8.3.4.4 Descartes de matérias para bota-fora

1 GERAL

1.1 Elaboração de Projetos para Instalação de Redes Subterrâneas Novas, e Reabilitação ou Renovação de Redes Antigas. Projeto básico e Projeto Executivo

Ao longo destes anos, temos convivido com documentos de licitações e contratações de obras absolutamente ilegais quando se tratando daquelas que envolvam a instalação de redes novas de serviços como gás, água, esgotos, comunicações e energia, e também na reabilitação ou renovação dessas redes, por MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS - MND.

A afirmação da ilegalidade se baseia em três documentos lapidares, a LEI 8666/93 que norteia as contratações de obras públicas e sob a qual são regidos empresas e órgãos estatais e de economia mista nas três esferas, a Resolução do CONFEA 361/91, sob a qual são submetidos todos os engenheiros, e finalmente pela norma ABNT, que rege todas as normas brasileiras de atuação civil.

Para melhor definir a ilegalidade de tais contratações, começamos este trabalho pela transcrição literal do texto da Lei, em seu Capítulo I, Seção II, Inciso IX para que os leitores revejam esses conceitos:

IX - Projeto Básico - conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- a) desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza;
- b) soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;
- c) identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- d) informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- e) subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;
- f) orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados;

NOTA: Apesar de frequentemente contestada, este capítulo é de uma riqueza e síntese ao deveríamos todos nos submeter sem rodeios.

Recomenda-se que o projetista elabore, a partir dos estudos preliminares, ou mesmo anteprojeto, os projetos básico e executivo, seguindo o que prescrevem leis e normas a respeito do escopo desses trabalhos, destacadamente, no que se refere às seguintes premissas enunciadas por profissionais, entidades e legisladores:

“Um projeto de construção de uma rede por MND (Método não Destrutivo) requer investigações na superfície e no subsolo. Métodos de instalação de redes por MND requerem do engenheiro projetista a maior quantidade de dados possível para oferecer às empreiteiras um ambiente seguro para que elas possam razoavelmente antecipar os obstáculos que devem ser encontrados e como a operação de perfuração ou escavação em MND que deve ser realizada.” (Prof. Dr. Mohammad Najafi, Trenchless Technology, 2004)

Ainda, conforme a resolução CONFEA No. 361/91, o projeto básico deve desenvolver a alternativa escolhida, viável, técnica, econômica e ambientalmente identificar os elementos constituintes e o desempenho esperado da obra, adotar soluções técnicas de modo a minimizar reformulações ou ajustes acentuados durante a execução, especificar todos os serviços a executar, materiais e equipamentos, e definir as quantidades e custos dos serviços e fornecimentos de tal forma a ensejar a determinação do custo da obra com precisão de mais ou menos 15%.

Assim, recomenda-se a utilização dessas premissas, que permitirão ao projetista a elaboração e execução de um projeto executivo, que realmente permita a obtenção dos orçamentos de custos precisos e ao contratante a elaboração de documentos de contratação, sejam públicos através de licitações públicas, sejam privadas através de documentos contratuais, que evitem o litígio entre as partes, a paralisação das obras, as variações inadmissíveis de custos.

Desde o surgimento dos Métodos não Destrutivos para esse tipo de trabalho, visando a instalação de tubulações de pequenos diâmetros (menores que 1200 mm), o mercado tem estado à deriva no que diz respeito qual a forma de elaboração dos projetos básicos, executivos, e da própria gestão e fiscalização quando da execução das obras. A falta de protocolos e o pouco tempo (três décadas em alguns países) do surgimento desses Métodos não Destrutivos, seria até compreensível sua inexistência, não fosse a gravidade de se levar adiante projetos, licitações, contratações e execuções sem detalhamento.

O alcance deste trabalho passa necessariamente pelo escopo científico que originou cada um dos métodos, para que se possam ordenar as diretrizes da elaboração dos projetos, contratações e execuções, mas não podemos deixar de destacar o desastroso resultado financeiro e econômico de redes instaladas (ou pelo menos que se tentou instalar) com enormes sinistros atingindo outras redes já instaladas no subsolo, ou ainda aquelas que pela carência da aquisição de dados preliminares, levaram o projetista, o licitante, o contratante, o gerenciador e o empreiteiro a “tocarem a obra” resolvendo as ocorrências no andamento das mesmas, como que se quase se “consertasse um veículo em movimento” opção essa reconhecida no país como: *“A obra andando na frente do projeto”*.

Mas não deixemos o setor privado fora desta consideração inicial pois o CONFEA através da sua Resolução nº 361 , obriga os profissionais que elaboram e assinam os projetos e têm confirmadas pelas respectivas ARTs, sua autoria e exclusividade, suporta e orienta com o que não deveria nos surpreender:

- Desenvolvimento da solução escolhida;
- Soluções técnicas globais e localizadas;
- Identificação dos tipos de serviços, materiais, equipamentos a incorporar à obra;
- Informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos;
- Subsídios para montagem do plano de licitação ou contratação e gestão da obra;

Tudo isso sem frustrar o caráter competitivo que muitas vezes tem sido mencionado na defesa daqueles que, não projetando ou não contratando o projeto detalhado, se escondem atrás desse argumento.

Não há tribunal de contas que rejeite uma licitação que tenha observado o que a própria lei indica. Se um único método, é a única solução para uma determinada construção, **não se frustra qualquer caráter competitivo da mesma.**

Finalmente, há também que se mencionar o caráter social que este trabalho poderá beneficiar, pois se tem conhecimento de quantidades surpreendentes de obras que não foram concluídas, embora pagas, e cujos dispositivos não atendem o princípio para o qual foram projetados e instalados (por exemplo, coletores de esgotos que seguem inoperantes por não terem superado restrições no subsolo – rocha para mencionar um episódio).

As afinidades do autor com a matéria, é que o encorajaram a ocupar esse espaço e levantar o problema e trazer à discussão as soluções, “existentes”.

1.2 Objetivos

Os termos de referencia desta publicação têm como objetivo principal estabelecer as melhores práticas para elaboração de projetos básicos, com detalhamento, para construção e renovação de redes subterrâneas utilizando-se Métodos não Destrutivos (doravante denominados simplesmente MND), tendo em vista a complexidade desse tipo de execução sempre feita com a menor abertura de acessos e valas possível, e valendo-se de recursos eletrônicos que orientam essas escavações e renovações no subsolo, Por causa disso traz como orientação principal, uma insistência na obtenção de dados e informações que possibilitem o projetista fazer as melhores escolhas e oferecer aos proprietários das redes (contratantes), gerenciadores dos trabalhos de execução e as empreiteiras um detalhamento suficiente que permita elaborar o melhor plano de trabalho, escolher os melhores equipamentos, apresentar a mão de obra adequada, oferecer os materiais adequados, dentro de todas as especificações e medidas, promovendo o menor distúrbio possível no entorno da obra, à prestação de serviços essenciais e respeitando as regras de proteção ao meio ambiente.

Assim, o objetivo final deste trabalho é oferecer principalmente ao proprietário de redes subterrâneas seja ele da esfera, Federal, Estadual, Municipal ou Privada, tenha quando da decisão de investir em instalações por MND – Métodos não Destrutivos, a certeza de que o projeto foi extensivamente analisado como será descrito nos capítulos seguintes, dando ao investidor a segurança de que sua obra será concluída nas condições especificadas, no prazo previsto e pelo valor acordado.

1.3 Documentos Aplicáveis

Considerando-se que há poucas normas elaboradas e emitidas pela ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, o documento vale-se de publicações de outras Associações e Instituições congêneres nacionais e estrangeiras, Normas internas de proprietários de redes, e da literatura publicada, listadas nos anexos ao fim desta publicação (Anexo I) e conforme orientação principal enunciada no próximo item.

2 ALGUMAS DEFINIÇÕES

MND – Métodos Não Destrutivos de construção e Reabilitação de redes de serviços instalados no subsolo (Água, Esgotos, Gás, Energia Elétrica, Comunicação de Voz e Dados, Drenagem, e etc.).

HDD – Perfuração Horizontal Direcionada do termo inglês Horizontal Directional Drilling, para escavação e instalação de redes no subsolo, por equipamentos que podem executar mudanças de rumo em todas as direções, guiados da superfície por equipamentos eletrônicos.

MICROTUNEL – Escavação mecânica feita no subsolo por equipamentos guiados da superfície por equipamentos eletrônicos.

FURO PILOTO – Perfuração inicial que orienta a instalação de uma rede no subsolo seguindo um projeto executivo.

ALARGAMENTO – Escavação e ampliação do furo piloto em uma ou mais etapas com o objetivo de atingir o diâmetro estipulado no projeto e exigido no método que permite a instalação do produto final (tubulação)

TUBULAÇÃO – Produto de diferentes materiais, produzidos para atender as exigências de instalações pelo MND especificado.

FLUIDO DE PERFURAÇÃO – Produto elaborado na superfície a partir da mistura de diversos componentes misturados com água industrial, e que é adequado aos tipos de solos que serão escavados. Sua principal função é o transporte do material de corte.

MATERIAL DE CORTE – Material resultante da escavação por MND sejam os mais diferentes tipos de solos, ou rochas.

ESPAÇO ANELAR ou SOBRE CORTE – Espaço projetado para ser executado na escavação com o objetivo de facilitar

EMBOQUES ou PITS – Escavações de acesso para instalação e retirada de máquinas, produtos, e material escavado, também determinado como Emboque de Entrada e de Saída.

ARREBENTAMENTO DE REDES – Também reconhecido pelo termo em inglês, PIPE BURSTING que se utiliza do encaminhamento da rede existente a ser substituída, arrebentando mecanicamente (Estática e Dinâmica) instalando simultaneamente a nova tubulação.

CIPP – Manta flexível aplicada para recuperação da tubulação existente cujo material impregnado por resinas sintéticas que reagem entre si por diferentes meios, tem a cura processada in loco.

CRAVAÇÃO DE TUBO POR PERCUSSÃO – Instalação de uma tubulação de aço, quando com o objetivo de torna-la um tubo camisa para proteção da rede condutora, ou de material flexível PEAD, com objetivo de instalação de ligações domiciliares de pequeno diâmetro.

TUBO CAMISA – Tubo instalado no subsolo para abrigar uma tubulação de uma rede de serviços.

TUBO PILOTO – Denominação de instalação de tubulação com a abertura prévia por rosca escavadora.

PEAD – Tubulação de Polietileno de Alta Densidade.

Recomendamos consultar o glossário de termos disponíveis no site da ABRATT (www.abratt.org.br).

3 SUMÁRIO DE PRÁTICAS

Métodos não destrutivos para pequenos diâmetros (até 1200 mm) são técnicas cujo desenvolvimento é recente, e, portanto, não há muitos protocolos estabelecidos principalmente nos países emergentes como o Brasil. Mais ainda, pela falta de planejamento da implantação de obras de infraestruturas, pela falta de projetos básicos detalhados, as obras caminham à frente dos mesmos, suas decisões são na maioria das vezes políticas obedecendo a cronogramas e interesses dos governos da situação e nas obras “fazendo acontecer”

. Isso transforma obras cuja construção é controlada para instrumentos, uma execução de altíssimo risco. Das técnicas indicadas neste trabalho, o Microtúnel foi inicialmente desenvolvido no Japão no início dos anos 70 seguido pela Alemanha no início dos anos 80 e o que havia de comum entre a tecnologia dos dois países é que a aplicação somente se dava onde o solo era principalmente uniforme em suas características de forma que a utilização das máquinas era facilmente aceitável e otimizada. Já na América do Norte na metade dos anos 80

foi possível instalar tubos de 1800 mm na Flórida, cruzando por baixo da famosa I 95 e posteriormente no Texas no River Oaks com vários quilômetros de instalação.

A partir dos anos 90 o crescimento dessa tecnologia acabou chegando ao Brasil e hoje há vários projetos executados e em execução, todavia não há ainda um consenso na comunidade técnica, tanto de projetos como de planejamentos, e pior, no setor da execução, quanto às melhores práticas para aplicação desse tipo de serviço.

Este trabalho visa estabelecer alguns protocolos mínimos, tanto para a elaboração dos projetos, que insistimos, devem ter o máximo detalhamento atendendo as premissas divulgadas na legislação ou nas instruções normativas do CONFEA e da ABNT, de tal modo que tanto para o certame licitatório quanto para a execução das obras, as partes envolvidas tenham claro todos os procedimentos, restrições, e viabilidades.

4 ASPECTOS DO PLANEJAMENTO

Este trabalho se situará nas instalações de redes novas e renovações de redes velhas, por diversos métodos não destrutivos, de modo que, no planejamento, aquisição de dados e etc., poderá haver variação de um método para outro, mas alguns aspectos relevantes, como será visto, serão comuns a todos eles (no Capítulo 7 eles aparecem com destaque mais individualizados), assim estaremos discorrendo sobre:

- Construção de redes novas
 - Microtúnel (e suas variações)
 - Perfuração Horizontal Direcionada
 - Tubo Piloto
 - Tubo Cravado por Percussão
- Renovação ou Reabilitação
 - Arrebentamento de Redes pelo mesmo caminhamento
 - Revestimento por Manta Curada no Local
 - Reparo Pontual por Manta Curada no Local

Há enormes diferenças entre esses métodos, seja na aplicação, seja no resultado final, de forma que o profissional projetista deve percorrer a extensa pesquisa e coleta de dados que assegurem a viabilidade técnica e econômica, e que suportarão sua decisão, no desenvolvimento da solução, sua caracterização e precisão, cálculos e projeto do método escolhido garantido a excelência científica, e também a proteção ambiental e a recompensa social.

4.1 CRITÉRIOS INICIAIS

4.1.1 Tubulações

4.1.1.1 Diâmetros, Gradientes

O diâmetro da tubulação tem um enorme impacto no custo da obra, além do que dependendo do método ele exigirá o uso de equipamentos de grandes dimensões para remoção do material escavado, diversos dispositivos de acionamento e controle das máquinas, como no caso do Microtúnel (veja no Capítulo 7).

As restrições em relação aos raios de curvatura como é o caso das instalações com Perfuração Horizontal Direcionada, onde o produto é puxado da superfície para o interior do furo ou túnel piloto, descrevendo um arco do ponto de entrada ao ponto de saída, ambos na superfície.

Nos trabalhos com tubo piloto, o diâmetro, se maior do que o furo requer, por exemplo, equipamentos adicionais, e nas cravações por percussão, a resistência aos impactos exige um apurado cálculo da espessura das paredes.

Quando utilizando as tubulações de PEAD – Polietileno de Alta Densidade, o produto é fornecido no mercado pelo diâmetro externo e finalmente quando utilizando os tubos de concreto para cravação devemos estar atentos aos sistemas de juntas, superfície e acabamento dos mesmos, apurada conferência dimensional e resistências aos impactos do processo.

A utilização de diâmetros variados pode significar dificuldades na instalação, junta, manutenção da declividade e etc.

Finalmente, o projetista deve ter em mente que os grandes diâmetros têm um custo comparativamente menor em alguns processos, quando comparados aos diâmetros menores que requerem muitas vezes, os mesmos equipamentos e todas as despesas inerentes ao processo; tenha em mente também que, o diâmetro afeta sensivelmente a capacidade dos equipamentos quanto à extensão da instalação, ou seja, maior o diâmetro menor o comprimento da rede que pode ser instalada.

No caso dos revestimentos totais e reparos pontuais com manta curada in loco, tenha claro que diâmetros maiores poderão exigir a utilização de equipamentos de içamento para levar o reparo ao local da instalação.

4.1.1.2 Materiais

Para os trabalhos em Métodos não Destrutivos temos as seguintes opções:

- Microtúnel
 - Tubos de concreto
- Perfuração Horizontal Direcionada
 - Polietileno de Alta Densidade

- Cravação por Percussão
 - Tubo de Aço
- Tubo Piloto
 - Tubo de Concreto

Nota: Em outros países se utiliza largamente tubos de cerâmica vitrificada. No Brasil até a data desta publicação, os tubos são fornecidos a partir do diâmetro de 300 mm (interno), assim, para este método, não temos tubos aprovados (caso do PRFV – Tubo em PVC reforçado com fibra de vidro) e não temos fabricação dos tubos de cerâmica vitrificada, com ponta e bolsa metálicas)

- Arrebatamento de redes pelo mesmo caminhamento
 - Polietileno de Alta Densidade
- Revestimento com manta curada in loco
 - Manta Flexível PVC com feltro.
- Reparos pontuais com manta curada in loco
 - Manta Flexível PVC com feltro.

4.1.1.3 Profundidades

Para os trabalhos com Perfuração Horizontal Direcionada, o projetista deve levar em conta os equipamentos de navegação e especificar os equipamentos e acessórios necessários para localização e direcionamento no subsolo, quanto à capacidade em relação à profundidade.

Nos métodos de Microtúnel e Tubo Piloto, a profundidade assim como em todos os Métodos Não Destrutivos exigirá do projetista uma atenção especial quanto às condições geotécnicas no local da instalação (vide no capítulo 6.3), bem como de lençol freático e a cota da ocorrência do mesmo, e principalmente a instalação de futuros serviços ou edificações que possam interferir com a tubulação instalada.

A principal característica dos Métodos não Destrutivos é que não são afetados quanto à profundidade (respeitadas as condições de cada método), portanto o projetista pode aprofundar a rede para buscar melhores condições de trabalho, e observando os aspectos futuros da manutenção.

Nos vários métodos (exceto na Perfuração Horizontal Direcionada) a cobertura sobre a geratriz superior da tubulação pode ser reduzida e em alguns casos facilitar a definição, justamente por que a tubulação camisa ou condutora que está sendo instalada oferece a sustentação à camada de solo, evitando recalques na superfície. As máquinas de Microtúnel chamadas “de lama” requerem uma cobertura maior, e podem exigir um tratamento de estabilização do solo nessa região.

4.1.1.4 Alinhamentos

O encaminhamento de uma rede seja por método destrutivo (vala aberta) ou MND dependem de vários fatores. No caso dos MND, a topografia é indispensável, e além dela devemos explorar:

- Construções feitas pelo homem e obstruções naturais;

- Avaliar sempre a possibilidade de utilização de vielas de serviços, ou áreas de domínio (quando em Rodovias, Ferrovias e etc.);
- Definir claramente os pontos de início e fim da instalação, principalmente considerando o método a ser indicado, pois poderá dependendo deste, haver necessidade de construção de poços de emboque, ou pits de entrada de ferramental, instalação de equipamentos, acessórios e materiais, que eventualmente ocupem áreas não disponíveis ou viáveis de uso;
- A indicação e pesquisa a respeito da existência de solos contaminados são fundamentais para a segurança e o sucesso das instalações por MND, pois habitadas ou não as máquinas e os procedimentos podem sofrer ou provocar danos;
- A geologia e a geotecnia como serão mais detalhadas adiante;
- A observação de diretrizes impostas por órgãos públicos, concessionários de outros serviços;
- Pesquisa das instalações existentes no subsolo podem mudar o encaminhamento e alinhamento da rede a ser projetada.

4.1.1.5 Poços de Emboque (Acessos)

Os Métodos não Destrutivos diminuem a abertura de valas, mas não eliminam totalmente algumas escavações como é o caso dos chamados emboques, ou acessos.

Em alguns métodos, principalmente no caso do Microtúnel e do Tubo Piloto, essas construções têm dimensões relevantes, requerem projetos detalhados de suas construções, onde o cálculo da parede de reação e o equilíbrio de tensões desse tipo de construção (em quantidade sempre relevante também) são fundamentais ao sucesso da instalação.

Os equipamentos utilizados estarão sempre em um Poço ou Emboque de Entrada, e partes ou a máquina como um todo, será recuperada em um Poço ou Emboque de saída.

No projeto, essas construções podem ser temporárias ou definitivas, servindo à futura rede como Poços de Visita. Emboques de saída podem ser menores dos que o de entrada. A ocorrência dos lençóis freáticos nas cotas de construção do emboque é outro item a ser pesquisado. A escavação também pode também prestar-se à confirmação das investigações geotécnica para a obra em si, e futuros certames de sondagem.

A geologia e geotecnia que servirá ao estudo de implantação da rede também poderão atender ao projeto de construção dos emboques.

Finalmente o projetista deve ter em mente a possibilidade do uso dos equipamentos disponíveis para dois trechos opostos a partir do mesmo Poço de Emboque, ou de Entrada, resultando num melhor planejamento, economia, e melhor uso do espaço disponível para o trabalho como pode ser visto no próximo item.

Os poços de emboque serão de uso constante, acomodarão a maioria dos equipamentos e acessórios, e, portanto, seu projeto deve ser bem detalhado, e o problema de infiltração de água se houver, deve ser bem estudado e mitigado.

Por medidas de segurança do trabalho, e do entorno da obra, os mesmos devem ser protegidos e sinalizados, ou ainda, cobertos durante os períodos em que não houver atividades.

No caso da utilização da PHD, os emboques são de pequena dimensão e na superfície, mas de qualquer forma requerem a análise do projetista quando a sua viabilidade. Em alguns países é exigida a exposição de todas as tubulações existentes no local dos emboques, de modo a permitir a fiscalização visualizar a passagem da cabeça de perfuração e hastes.

4.1.1.6 Área de trabalho (Canteiro e Espaços)

Métodos não Destrutivos acabam sendo aplicados de forma linear, ou seja, construções com determinados comprimentos, às vezes quilômetros, que implicam num canteiro móvel, o estudo do espaço e canteiro de operação da obra, devem ser uma preocupação do projetista. Portanto o estudo detalhado da superfície visando esse aspecto (área de trabalho) é muito importante, pois há instalações dos equipamentos (Perfuratrizes Direcionais, Equipamentos de Preparação e Recuperação de Fluidos de Perfuração, Containers de Controle e Operação de equipamentos caso do Microtúnel), que exigem um espaço para manobra de guindastes que colocarão, retirarão os equipamentos e materiais de uso, solos de escavação e sua própria locação.

Área para estoque dos materiais a serem utilizados (tubulações, outros insumos e etc.) deve estar prevista. No caso da perfuração horizontal direcional, a coluna de tubulação a ser puxada e que será estendida em seu comprimento total ao longo de vias ou rodovias em sentido oposto da execução, exige a avaliação dessa disponibilidade de área, e suas restrições.

Quando da visita ao trecho o projetista deve procurar se informar sobre a parte histórica das ocorrências do local, verificar a partir da superfície todas as restrições a serem mitigadas, como espaço para máquinas, materiais, obstrução de eventuais prestações de serviços (Hospitais, Pronto Socorro, Bombeiros, acessos a propriedades, comércio e indústria e etc.)

A obtenção de plantas e cadastros de antigas intervenções e também de futuras intervenções, como por exemplo, construção de metrô e etc. poderão ser úteis no momento de propor um alinhamento, uma profundidade e outras dimensões para a instalação da rede que está sendo projetada.

4.2 LOCAL DAS INSTALAÇÕES DA REDE

4.2.1 Liberações e Usos da Área

Feitas as investigações mencionadas no capítulo anterior, é hora iniciar as negociações para obtenção das licenças e permissões de uso da área, seja na superfície, seja no subsolo, com atenção especial a áreas cuja propriedade é particular e pode requerer uma extensa negociação, que pode ser onerosa. Da mesma forma, em áreas operadas por concessões governamentais (por exemplo, Rodovias), cuja instalação segue diretrizes do poder concedente e são rigorosamente cumpridas pela concessionária, que um dia devolverá a propriedade ao poder concedente com novas instalações nela.

Deve-se verificar também, horários de trabalho e seus limites, o efeito do ruído (próximo a hospitais, por exemplo).

Muito importante finalmente é a constatação de APPs (Áreas de Preservação Ambiental Permanente), ou qualquer outro episódio dentro desse quesito.

4.2.2 Espaços Livres (Faixa de Domínio)

Estas podem ser ocupadas de forma livre ou onerosa, portanto a utilização é precedida deste tipo de avaliação.

4.2.3 Levantamentos planialtimétricos e batimétricos

Quando da elaboração dos estudos preliminares, os levantamentos planialtimétricos são absolutamente primordiais, pois a cobertura sobre a tubulação que está sendo projetada e seu traçado geométrico, é dependente desta informação.

No cruzamento de rios, o levantamento batimétrico é fundamental para definir a profundidade que se projetará a instalação abaixo do ponto mais profundo da calha do mesmo.

4.2.4 Interferências no Subsolo

Este talvez, juntamente com a Geotecnia e Geologia, é um dos pontos mais importantes em qualquer projeto cuja construção o projetista recomenda ser por Método não Destrutivo, pois todo o trabalho será executado por meios instrumentados sem a observação a olho nu.

Assim, as diversas interferências já instaladas no subsolo se constituem em restrições e obstáculos que muitas vezes podem significar, ou a impossibilidade total da instalação da rede naquele local, ou ainda se não perfeitamente avaliado pelo projetista, poderá ser um ponto potencial de acidentes e danos a outras redes e estruturas instaladas no subsolo.

4.2.4.1 Outras Redes

A análise deve sempre se iniciar com o auxílio dos cadastros existentes independentemente de sua qualidade, afinal, é um ponto de partida e a constatação de divergências permite ao projetista atualizar e corrigir os “as built” constante dele.

Em seguida, a observação visual da superfície, é também o primeiro indicador da presença de outras instalações no subsolo, como por exemplo, tampas de PV dos serviços que utilizam esse dispositivo (Esgoto, Comunicação). A abertura desses poços (sempre com autorização do operador, e com estrita observância da NR 33 – Entrada em espaço confinado) permitirá identificar o tipo de tubulação, dimensões (diâmetros, profundidades), encaminhamentos e etc..

Bueiros indicam redes de microdrenagem, tubos metálicos colados em postes de energia, conduzindo cabos desde um transformador ou linha, se encaminham a algum dispositivo no subsolo.

Consertos no pavimento revelam que alguma rede passou por manutenção naquele local, e assim por diante.

Posteriormente, passa-se a fazer de investigação elétrica, eletromagnética, e eletrônica através dos diversos equipamentos e tecnologias disponíveis no mercado, como os localizadores de tubulações, radares geológicos de subsolos (GPRs), gerando dessa forma um “mapeamento” completo das instalações, cuja disposição no subsolo permitirá ao projetista definir o encaminhamento (se viável) da rede que está projetando, observando inclusive diretrizes de afastamento e convivência entre os diversos serviços instalados, nunca deixando de levar em conta os aspectos de manutenção futura da rede.

4.2.4.2 Construções

Construções no subsolo como linhas de metroviário, galerias de instalações elétricas (transformadores e câmaras de refrigeração de redes de energia e etc.) podem significar restrições à construção dos poços de emboque para utilização de Microtúnel, Tubo Piloto, ou mesmo podem estar no encaminhamento da própria rede, portanto, sua identificação é absolutamente indispensável muito antes da concepção final do projeto.

4.2.4.3 Ocorrências Arqueológicas

Quando instalando redes em Centros Históricos de Cidades Antigas, não é difícil se deparar com ocorrências de sítios arqueológicos de importância relevante à sociedade, e essa ocorrência poderá significar outra vez o impedimento da instalação de uma rede independentemente do método recomendado pelo projetista.

4.2.4.4 Contaminações no Subsolo

A pesquisa sobre indicações de locais, ao longo do encaminhamento da rede a ser projetada, que indique a presença atual ou remediada, de contaminações, é fundamental para uma análise se o método a ser recomendado poderá ou não ampliar a contaminação para áreas adjacentes, ou mesmo, pelo tipo, se poderá ocasionar acidentes durante a execução.

É comum nas cidades mais antigas, a explosão de bueiros e poços de visitas, pela contaminação de redes existentes e outras.

O Método de construção não destrutivo é menos problemático para o enfrentamento dessa ocorrência (solo contaminado) do que o de abertura de valas a céu aberto.

4.3 GEOLOGIA E GEOTECNIA

Para construções de redes subterrâneas por Métodos não Destrutivos, a pesquisa sobre os tipos de solos e suas características é de importância transcendente.

Este item não deve em hipótese alguma ser desprezado ou ainda avaliado superficialmente pelo projetista, pois na correta análise dos dados obtidos na pesquisa pode estar o sucesso ou o insucesso do projeto e da construção.

Portanto, nesta fase, o projetista seguirá duas etapas distintas como explicado nos próximos dois itens.

4.3.1 Pesquisa Geotécnica Geral

Nesta atividade o projetista procederá a obtenção de dados sobre a geologia e a geotécnica disponíveis para a região da instalação da rede que está projetando, independentemente da qualidade e quantidade disponível, pois é um ponto de partida para por exemplo, já ter uma desconfiança da ocorrência de rocha.

Essas informações podem ser muitas vezes obtidas de proprietários de outras redes construídas anteriormente, ou mesmo, outro tipo de construção, cujas fundações requereram esse tipo de análise, como por exemplo, fundações de um edifício, pontes e etc., e são muitas vezes mais úteis até do que o resultado de um determinado furo de sondagem que poderá não abranger outros aspectos observados nesses outros tipos de construção.

É muito importante que toda a pesquisa mencionada a seguir seja feita durante a fase do projeto básico, pois a antecipação das condições a serem encontradas permitirá a correta indicação do Método ou Métodos não Destrutivos (se for o caso da aplicação viável de mais de um), seja solidamente respaldado, e sua construção absolutamente assegurada.

4.3.2 Pesquisa Geotécnica Específica

Nesta fase, em se tratando de obras lineares, o projetista deve-se valer dos vários recursos de sondagem e análise indiretas (Geofísicas), para identificar a atual estratificação de um determinado subsolo onde se pretende projetar a instalação de uma rede subterrânea e que podem orientar as sondagens diretas para que sejam mais eficazes e econômicas (Trado, Rotativas) para confirmação das informações indiretas.

As etapas são:

- Determinação da natureza do solo e sua estratificação e principalmente a ocorrência de solo mole;
- Coleta de amostras para identificação visual e testes de laboratório, no caso das rochas, e com a determinação do topo rochoso;
- Observação visual da drenagem natural, e outros recursos mais expeditos para orientar as sondagens e conclusões finais;
- Constatação das medidas de ocorrência do lençol freático que terá influência direta na aplicação de insumos, como fluídos de perfuração e lubrificação em alguns dos métodos, e se será necessário o rebaixamento do mesmo.

4.3.2.1 Sondagens Indiretas

Embora não seja uma prática normal em países emergentes, a utilização dos recursos da Geofísica, quando aplicáveis, juntamente com a pesquisa geotécnica tradicional (sondagens mecânicas), são ferramentas fundamentais para a decisão sobre o certame de sondagens finais. Essas técnicas são de custo baixos em relação à obra como um todo, e em relação ao custo do próprio projeto em si e como dito, muito eficazes na determinação do certame de sondagens diretas.

NOTA: Não confunda preço com valor

Assim, a utilização de Sondagens Geofísicas permite avaliar as condições do solo através dos contrastes das propriedades físicas dos materiais na subsuperfície como condutividade, ou resistividade elétrica desses solos, sua permissividade dielétrica, densidade, e outras diferenças ocorridas nos processos naturais ou não.

Estão divididos em várias técnicas:

- Sísmica de Refração utilizada principalmente para localização do topo rochoso;
- Ensaio Crosshole – para obtenção de parâmetros elásticos;
- MASW – Análise Multicanal de Ondas Superficiais, mais aplicado em áreas urbanas;
- Eletro-resistividade – Imageamento Géoeletrico utilizado para definir a condutividade dos materiais encontrados na região da instalação das redes. A diferença das resistências caracteriza o tipo de material que se encontra no subsolo, por exemplo, uma rocha é muito resistiva, não conduz a corrente elétrica induzida no subsolo e com isso define-se sua provável ocorrência.
- Radar de Penetração no Solo (GPR), este método permite não só identificar eventuais ocorrências de rocha, mas também é um método utilizado com sucesso para localização de outras tubulações instaladas no subsolo.

4.3.3 Sondagens Diretas

Testes para obtenção de amostras e definição de propriedades dos solos na subsuperfície são por demais conhecidos da comunidade técnica e distribuem-se em sondagens à trado, sondagens rotativas, com ou sem extração de testemunhos (caso das rochas).

Ainda deve ser incluída neste grupo a abertura de valas de sondagem, quando, mesmo diante da enorme variabilidade de tecnologias disponíveis, não se tiver um resultado seguro, recomenda-se a abertura de valas para verificação e constatação das ocorrências mencionadas neste capítulo.

Ainda segundo o Professor Doutor MOHAMMAD NAJAFI, em sua publicação Trenchless Technology, para um projeto de MND o relatório deve conter entre outros:

- Classificação Standard dos Solos encontrados
 - Solos Coesivos e suas Características, tais como umidade, plasticidade, e etc.

- Solos moles, e sua condutividade hidráulica, densidade, distribuição granular e etc.
- Curvas Granulométricas dos mesmos
- SPT (Standard Penetration Test) valores quando aplicáveis principalmente em tipos de solo não consolidados.
- Distribuição das partículas do solo, incluindo matacos, matações e etc.
- Desgaste à abrasão, resistência ao cisalhamento, resistência à compressão simples no caso das rochas, em função da variação da mesma, se houver, na escala Mohs e etc..
- Limites de plasticidade e compressibilidade
- Umidade
- Lençol freático (altura e movimentação)
- Permeabilidade
- Estudo da possibilidade de perda de solos durante escavação e possíveis ocorrências de depressões na superfície, ou até mesmo desmoronamentos.

4.3.3.1 Considerações Importantes sobre a Pesquisa Geotécnica

O projetista, e o proprietário das redes, não devem de forma alguma limitar essa investigação quando se trata da instalação por Métodos não Destrutivos, pelo contrário, a ampliação da campanha de pesquisa deve ser buscada enquanto o projetista não se sentir seguro para recomendar um determinado método não destrutivo de construção.

Isso deve acontecer quando na constatação de uma variabilidade do tipo e das condições do solo, o que é possível ocorrer frequentemente em áreas urbanas, onde movimentos anteriores com extração ou depósito (principalmente de material desclassificado, entulho e etc.) de solos foram feitos.

A campanha evidenciará o provável comportamento desses solos quando submetidos à escavação de qualquer um dos processos não destrutivos, e também do lençol freático, por exemplo, nas proximidades dos poços de emboque quando se utilizando a tecnologia do Microtúnel.

É recomendável que o projetista tenha pessoa especializada acompanhando os serviços de sondagens (diretas e indiretas) o que permitirá a construção de mais de um cenário, e um rol de dúvidas que podem ser exploradas na fase de avaliação e definição do método a ser aplicado.

Assim é muito importante que o projetista entenda o comportamento do solo. Segundo *“The Tunnelman’s Ground Classification”* system, inicialmente descrito por Terzaghi (1950) e refinado por Heuer (1974), tiveram seu trabalho destacado pela ASCE no trabalho de Guia Geral de Construção de Micro túneis na década de 80 entre outros autores, que para este fim classificaram as condições do solo quanto sua entre outras características, sua expansividade (caso das argilas).

A ocorrência de solo e rocha (ocorrência mista) à frente das máquinas de escavação por MND deveria se evitada se possível por provocar diferentes forças de reação ao avanço das mesmas,

e, portanto, o conhecimento prévio desta situação e indicação, permitirá o empreiteiro definir o tipo de ferramental a ser utilizado, no trecho e extensão indicados pelo projetista, e da mesma forma a ocorrência de matacos e matações. Esse tipo de ocorrência com segurança requer a aplicação de sondagens indiretas, da Geofísica, ou até mesmo valas ou furos de sondagem visuais, como com os equipamentos de perfuração à água sob alta pressão e vácuo.

4.4 LAY OUT DO PROJETO

4.4.1 Eficácia de um Projeto de MND

Quando projetando obras de instalação de redes subterrâneas por qualquer dos métodos disponíveis, o projetista deve ter em mente as vantagens do processo, de vez que, trabalhando no subsolo, sem a abertura de valas, só em si já representa uma enorme quantidade de tarefas eliminadas da operação, ou seja, escavações e suas atividades, como ocupação da área para a locação das escavadeiras, dos caminhões basculantes, as viagens para destinar o material escavado, o local do material escavado, o escoramento das valas etecetera e etecetera, que não fazem parte do objetivo deste trabalho. Em contrapartida a exemplo de outras atividades em outras áreas das ciências o trabalho por instrumentos requer extenso planejamento e preparação do local entre outras coisas.

Os trabalhos por MND terminam por reduzir o número de diâmetros das tubulações utilizadas, e, portanto já é uma primeira preocupação do projetista, com respeito aos cálculos hidráulicos que estarão envolvidos para definição do diâmetro a ser utilizado, seja na Perfuração Horizontal Direcionada, seja no Microtúnel. Num caso (Microtúnel) cada tubo é lançado por vez e juntado ao tubo já cravado, tudo através do poço de emboque, por outro lado a coluna inteira precisa estar preparada para ser puxada pelo furo piloto, quando utilizando a Perfuração Horizontal direcionada, exigindo do projetista o conhecimento perfeito do lay out de vez que precisará de espaço para estender coluna (durante a preparação – solda a termofusão – e durante a instalação na puxada). Muitas obras têm feito esse tipo de instalação com mais de dois quilômetros de extensão, em varias partes do mundo, e com mais de um quilometro muito frequentemente no Brasil, em diâmetros que podem chegar até 36”(914,4 mm) e em aço.

Como já mencionado quando construindo por Microtúnel, é importante prever a possibilidade de cravar os tubos em ambas as direções a partir de um único poço de emboque, cuja construção é mais complexa e cara do que o poço de saída ou recepção, ainda, estes poços além de custo e construção menores, também requer pouca movimentação na superfície, portanto, cabe ao projetista conhecer detalhadamente o local da instalação, para que escolha os locais mais complicados (na superfície) para instalação destes, deixando os lugares menos complicados para instalação dos poços de emboque de saída, onde na superfície se movimentam guindastes, equipamentos de reciclagem de lama, estoque de materiais e etc., contrariamente ao que mencionado antes, ocorre com a Perfuração Horizontal Direcionada.

4.4.2 Alinhamentos Verticais e Horizontais

Outro detalhe importante desta fase do lay out é que o projetista pode abusar um pouco mais dos diâmetros, profundidades e gradientes, do que quando executando valas a céu aberto, pois o único acréscimo neste caso é o custo de construção de um poço mais profundo quando no Microtúnel, ou um comprimento de arco maior quando na Perfuração Horizontal Direcionada.

Ainda em função das diretrizes ou dos proprietários das redes a serem projetadas ou dos órgãos municipais que emitem a permissão de trabalho, o projetista poderá ampliar o espaçamento entre os PVs (poços de visita), procurando sempre o alinhamento mais retilíneo possível de forma a diminuir o número dos poços de emboque (Saída e Entrada) e a melhor declividade, que deve sempre que possível ser mantida constante, e quando as elevações não permitirem, procurar tirar essas diferenças somente nos poços.

Ao trabalhar com a Perfuração Horizontal Direcionada, o projetista pode valer-se do fato de que o tubo a ser instalado por ser flexível, permite projetar curvas o que não é fácil (embora possível) no Microtúnel, por outro lado, este, permite a construção com declividades muito pequenas, enquanto a Perfuração Horizontal Direcionada não deve ser indicada para os casos com declividades inferiores a 2% (dois por cento), e, portanto, mais um método mais recomendado às instalações de tubulações pressurizadas.

4.4.3 Ligações Domiciliares

Em instalações profundas, é mais ou menos evidente que o projetista evite projetar ligações diretamente na rede, valendo-se sempre dos Poços de Visita para esse fim, todavia se por quaisquer outras restrições isto for necessário, o projetista deverá indicar e detalhar a escavação do acesso diretamente sobre a rede instalada.

4.4.4 Impactos nas estruturas adjacentes

Finalmente neste capítulo queremos destacar que a remoção do solo escavado, tanto no Microtúnel, quanto na Perfuração Horizontal Direcionada deve ser constantemente monitorada, ou seja, o volume retirado deve equivaler ao volume projetado. Na Perfuração Horizontal Direcionada, a perda do fluido de perfuração que carrega o material escavado em suspensão, pode significar que o mesmo está sendo carregado para dentro do subsolo através da pressão da linha, por fissuras, trincas (no caso de rochas) e etc., portanto seu monitoramento deve ser constante.

Nas instalações por Perfuração Horizontal Direcionada como os equipamentos acessam o subsolo a partir da superfície, descrevendo um arco, a primeira etapa (pode-se assim definir os primeiros 2 metros) é provavelmente onde se encontram instalados outros serviços no subsolo (água, esgoto, gás, comunicação, energia, drenagem e etc.) e portanto com uma travessia que pode ser longa, nessa camada, a principal preocupação do projetista deve ser com essas estruturas adjacentes à perfuração. Posteriormente, com a própria tubulação que está sendo

instalada, e os afastamentos requeridos pelos outros proprietários, seja por segurança, seja por questões de manutenção.

Quando instalando com Microtúnel, a preocupação acima explicada limita-se à construção dos poços, pois da mesma forma, atravessará todas essas outras redes já instaladas, requerendo do projetista o perfeito conhecimento e locação das mesmas, e a recomendação para sua relocação.

No arrebentamento de redes pelo mesmo caminhamento o projetista deve ter em mente que as hastes são inseridas na tubulação existente, e quando do retorno o equipamento trará à frente um torpedo de arrebentamento cujo diâmetro a principio é o dobro da referida tubulação, e em outros casos, sempre que possível, poderá ainda haver um aumento do diâmetro da nova tubulação em até 50% (recomendável 25% - vinte e cinco por cento). Esse aumento poderá provocar duas situações indesejáveis, e por isso mesmo, o projetista deve avalia-las, a saber:

- Uma primeira situação é que o acréscimo, ou diâmetro final do torpedo arrebentador não arrebente tubulações ou estruturas adjacentes, que estejam com uma distância da tubulação que está sendo arrebentada seja > (maior) que esse diâmetro final do torpedo.
- Uma segunda situação é que mesmo que a distância mencionada acima seja maior, o solo tenha um valor de SPT muito alto, ou características de dureza muito altas, e sua expansão ao ser empurrado radialmente acabe com o deslocamento arrebentando tubulações ou estruturas muito frágeis (por exemplo: manilhas de barro, ou tubos de cimento amianto, ou mesmo ferro fundido mas muito antigo e que eventualmente tenha passado por limpeza com remoção de espessura de paredes).

4.5 Estudos Preliminares para o Projeto

4.5.1 Avaliação da complexidade das obras e sua influência nas considerações de preços dos serviços e escolha dos métodos

Toda planilha de composição de preços unitários tem seus índices baseados na produtividade dos diversos equipamentos envolvidos, assim, o projetista tendo adquirido todas as informações deve à luz das mesmas, avaliar se a produtividade indicada na CPU é viável de ser cumprida. Muitas vezes, condições adversas de solos, ou de restrições na superfície, ou liberação de frentes de serviço, influem negativamente nesses índices. Isso tem que ser previsto para evitar pleitos posteriores, ou riscos de não cumprimento de prazos.

Se há mais de um método aplicável à execução que está sendo projetada, é importante que essas considerações gerem comparações, pois nem sempre um método com preços mais convenientes necessariamente sejam mais baixos no fim, assim, a determinação do método poderá influir neste aspecto.

Nota: Se um único método é viável na escolha do projetista, então esse custo é o melhor que se pode obter.

4.5.2 Impacto Social Indireto, incluindo os estudos de mitigação das interrupções de serviços essenciais e outras ocorrências.

Tanto na legislação pertinente à contratação de obras públicas, quanto nas contratações de obras entre contratante e executor privados, não é costume no Brasil trazer para dentro das decisões os chamados “custos sociais”, todavia, nos países desenvolvidos, os custos que a sociedade acaba pagando indiretamente podem afetar a decisão do projetista.

Assim, todas as vezes que estiver avaliando um método para recomendá-lo no seu projeto o projetista deve ter em mente que algumas atividades podem ser fortemente influenciadas pela execução das obras, com alguns exemplos abaixo:

- Interrupção de Trânsito
 - Há um custo associado ao tráfego lento, muitas vezes igual ou superior à USD 5 (cinco dólares americanos) por minuto, por veículo utilitário (aquele que está transportando produtos – em última análise produtos que compõem o PIB).
 - Outro custo é o número e horas/homem perdidas nos engarrafamentos das grandes cidades e rodovias.
 - Acidentes de trânsito de todas as ordens, gerados por esses engarrafamentos que se traduzem em atendimento aos mesmos, e o número de horas/homem perdidas pelos acidentados, seus parentes e etc..
- Serviços essenciais
 - A interrupção ou atraso de atendimento de serviços essenciais, como os de saúde, segurança e etc., também poder ser relevantes e nessa avaliação o projetista poderá recomendar outra opção, ou até mesmo mudar o encaminhamento da rede a ser instalada.

Os métodos não destrutivos são sobejamente conhecidos pelas enormes vantagens que trazem quando comparativamente aos métodos de abertura de valas a céu aberto. Valha-se das informações das diversas Associações de Classe para melhor avalia-las.

4.5.3 Análises de riscos

O projetista deve ter em mente que como toda obra de infraestruturas e outras, há riscos para sua execução de várias ordens. A análise e descrição desses riscos facilitarão não somente os custos, como também a viabilidade, além de permitir uma melhor negociação entre a empresa empreiteira e a seguradora de obras de engenharia, ficando bem claras, as responsabilidades de todas as partes envolvidas.

É importante que, tendo conseguido adquirir todos os dados e informações para elaboração do projeto, o projetista, tenha uma sequência para seu trabalho, que permita considerar as alternativas sucessivamente evitando assim que tenha que voltar e rever as decisões tomadas em análises anteriores. Para isso é recomendada do que se procure seguir a ordem mencionada nos itens seguintes.

4.5.3.1 Investigação Detalhada do Local

Todos os dados que foram obtidos nas visitas feitas ao trecho onde será instalada a rede a ser projetada devem ser exaustivamente avaliados. Dessa avaliação devem ser hierarquizadas as premissas que ordenarão toda a conceituação do projeto, como por exemplo:

- Se o ruído for prevalente sobre o distúrbio causado ao trânsito, é importante que isso esteja bem claro, pois o projetista poderá a partir dessa hierarquização estabelecer parâmetros que influirão ou no método, ou na forma como o método deverá ser aplicado, e, portanto, mitigados todos os problemas com o ruído o projetista poderá prosseguir no estudo.
- Se por outro lado o prevalente for o distúrbio ao trânsito, uma detalhada discussão deve ser feita com os gestores do mesmo na região da instalação, pois, esse aspecto se deixado para a época da construção poderá ser impeditivo da execução.
- Para instalações em faixas de domínio de operadoras de rodovias, ou ainda atravessando propriedades particulares, é importante que nessa fase da investigação sejam tiradas todas as dúvidas, consultadas todas as diretrizes estabelecidas para esse uso, obtida toda documentação para autorização das áreas, de forma onerosa ou não e discutidas as condições para permissões ambientais de uso das mesmas.

4.5.3.2 Traçado Geométrico teórico ideal

A primeira atividade até mesmo antes de se estabelecer o plano de obtenção de dados, é estabelecer a geometria para estudo, um traçado teórico ideal da rede que permita em seguida estabelecer os certames de sondagem, e os recursos que serão utilizados (Geofísicos, Geotécnicos e etc.).

4.5.3.3 Traçado Geométrico final

De posse de todos os dados obtidos nas fases mencionadas anteriormente, o projetista então definirá o encaminhamento ou traçado geométrico final para a instalação em MND, seja como uma instalação parcial de uma rede em VCA ou como uma instalação única em MND, de forma que seja possível definir na seguinte sequência, os seguintes itens:

- Método ou Métodos a serem utilizados
- Materiais
- Medidas e Dimensões
- Máquinas
- Acessos e uso das áreas no entorno das instalações

Nesta fase o método ou métodos selecionados para a provável execução podem se mostrar indevidos ou incapazes de cumprirem sua missão em função de restrições de capacidades,

disponibilidade de equipamentos no país, limitações de pessoal capacitado à cumprir as exigências que a execução requer.

Isto remete o projetista a novas avaliações quanto ao método ou métodos que fazem parte do estudo.

Igualmente os materiais também podem de alguma forma levar o projetista a mudar o método ou métodos selecionados, seja pela qualificação desses materiais, bem como sua disponibilidade, ou eventualmente até custos que tornem o projeto inexecutável neste aspecto.

4.5.3.4 Métodos e os Cálculos requeridos para cada um

De posse do traçado geométrico final, método ou métodos escolhidos, uma série precisa de cálculos vão orientar o projeto executivo e o empreiteiro que vai executá-lo, assim, se o trabalho for executado por Perfuração Horizontal Direcionada, há necessidade de se observar uma série de restrições deste método como, por exemplo:

- Condições mínimas de espaço até que a perfuração atinja a cota de projeto (isto pode influir significativamente no comprimento do furo);
- Condições para ultrapassagem da fase inicial da perfuração onde a mesma atravessa a área mais ocupada por outras tubulações (geralmente até os primeiros dois a três metros);
- Alargamentos necessários para atingir o diâmetro final do túnel pelo qual será puxado o produto final; definição do espaço anelar, cálculo dos volumes e tipos de fluídos e também indicação da capacidade mínima das bombas de fluído.
- Espaço para desfile do produto a ser puxado, cujo comprimento deverá se estender desde o ponto final para trás, bem como esse mesmo espaço deve permitir estocar, soldar e desfilar esse produto.

Se a execução for feita pelo método de Tubo Piloto, ou Microtúnel, o primeiro aspecto relevante é o dimensionamento dos poços de emboque e de recepção. Esses poços têm diferentes diâmetros em função do método escolhido, por exemplo, o Tubo Piloto requer poços com apenas 2 m de diâmetro para emboque, e muitas vezes, menos do que isso para recepção, todavia no Microtúnel esses poços podem até 5m ou 6 m de diâmetro, portanto, a região da instalação, se urbana, deve comportar essa restrição, mais, no caso dos tubos cravados, ou onde haja presença de rocha, as máquinas exigem uma parede de reação para apoio dos macacos hidráulicos.

O projetista deve então inteirar-se das informações necessárias para cálculos e indicação das condições de execução.

Quando da utilização de métodos que visem a renovação ou reabilitação de uma rede existente, o projetista deve considerar que o fato de que essa rede já instalada e portanto projetada há tempos, não deve requerer novos cálculos, a menos que haja readequações ou ampliações, mas ainda assim deverá estudar o método ou métodos mais adequados, e elaborar o que entende-se por projeto do trabalho que determinará muitas vezes como é viável a aplicação do método escolhido, como por exemplo na troca de redes por

arrebentamento da rede existente. Neste caso, o projetista deve ter o cuidado de avaliar se a mesma poderá ser arrebentada em função de:

- Tipo de instalação (água, esgotos, gás, drenagem) e material da tubulação existente;
- Sua integridade (utilizando-se dos recursos da Engenharia de Diagnósticos – vide adiante)
- Seu alinhamento na região onde se encontra e a eventual restrição à locação dos equipamentos, materiais, acessos à rede e a região e etc.;
- As profundidades da rede existente
- Avaliação da possibilidade de arrebentamento de outras redes existentes no entorno da que está sendo renovada ou reabilitada, seja pela expansão que os métodos provocam ao avançarem, seja pelo tipo de rede vizinha.

4.5.4 Materiais

Estando agora com todo o traçado identificado, todas as restrições superadas, e conhecedor de todas as condições do solo, do entorno da obra, o projetista deve então definir os materiais que serão utilizados, levando em conta primeiramente as restrições impostas pelo método e pelos equipamentos que atendem esse método.

O próximo critério deve levar em consideração a disponibilidade de fabricantes e fornecedores desses materiais (tubulações, acessórios e etc.) no mercado.

Muitos materiais em algumas situações ainda não estão normatizados ou aprovados para uso em determinadas regiões ou empresas concessionárias de serviços públicos, portanto, o projetista deve inteirar-se dessa limitação, e procurar discutir esse assunto com o proprietário da rede e contratante do projeto de modo a buscar uma solução (aprovação do uso), para que o projeto possa ser concluído com sucesso.

Uma vez definidos os materiais, esses têm, características construtivas, de resistência seja à pressão quando em redes pressurizadas, seja à compressão quando instaladas por cravação, por exemplo, além da compatibilidade com os produtos a serem conduzidos.

Nas execuções por Métodos não Destrutivos, em muitos dos casos, raios de curvatura do produto podem ser limitantes seja a execução, como à necessidade de abertura de rampas de acesso para o desfile do mesmo até a cota de instalação (geratriz inferior). Outras vezes, como no caso das instalações de tubos de aço, a restrição à curvatura é na maioria das vezes, o do próprio produto, o que de si, indicará ao projetista o trajeto e comprimento da rede a ser instalada. Também neste caso, a carga referente ao peso da tubulação a ser instalada poderá significar uma restrição aos equipamentos disponíveis no mercado, casos mais específicos como o das instalações de redes gás e óleo, sob pressão.

Estabelecer condições de recebimento desses produtos pode ser uma exigência constante dos documentos do projeto, como por exemplo, nas tolerâncias dos tubos cravados, de concreto, com bolsa (anéis) metálica.

A memória de cálculo e escolha desses materiais deve fazer parte da documentação do projeto.

.1.4 BIBLIOGRAFIA – Literatura disponível

- Trenchless Technology – Pipeline and Utility Design, Construction and Renewal – Mohammad Najafi – Ph.D., P.E., Sanjiv Gokhale, Ph.D., P.E.
- Horizontal Directional Drilling – Good Practices Guileines, HDD Consortium – Coordinated by Sammuel Ariaratnam, Ph.D., P.E.
- Handbook of Pipe Bursting Practice – M.Rameil (Publisher)
- Microtunnelling and Horizontal Drilling – French Society for Trenchless Technology coordinated by Michel Mermet
- ASTM Standards Related to Trenchless Technology
- Application of New Production Philosophy to Construction – Lauri Koskela CIFE Technical Report 672 – 1992
- Manual Técnico de Drenagem e Esgoto Sanitário – ABTC – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto
- GDR – Geotechnical Baseline Reports for Underground Construction – ASCE American Society of Civil Engineers
- Perfuração Horizontal Direcional – Curso proferido no NoDig 2012 São Paulo, Ana Cecilia C.P. Porto Soares, Jakson Siqueira e Melina Almeida Gonçalves
- Polyethylene Pipe for Horizontal Directional Drilling – PPI Plastic Pipe Institute
- Guideline Specification for the Replacement of Mainline Sewer Pipes by Pipe Bursting – IPBA – International Pipe Bursting Association
- Tubulações em Polietileno para Sistemas de Abastecimento de Aguas e Condução de Esgotos – Eng^o José Roberto Danielleto – ABPE
- Polyethylene Pipe for Horizontal Directional Drilling – PPI Plastic Pipe Institute, Division of Society of the Plastics Industry, Inc.