



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

ANEXO II - CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



1	INTRODUÇÃO	5
2	DEFINIÇÕES	5
2.1	CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	5
2.2	CONTRATADA.....	5
2.3	CONTRATANTE	5
2.4	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO	5
2.5	REGISTRO DE OCORRÊNCIAS	6
2.6	DISCRIMINAÇÃO TÉCNICA	6
2.7	DISPOSIÇÕES GERAIS	6
2.8	ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	6
2.9	FISCALIZAÇÃO.....	6
2.10	INSTRUÇÕES TÉCNICAS.....	6
2.11	MATERIAIS OU EQUIPAMENTOS SIMILARES	6
2.12	MEDIÇÃO DE SERVIÇOS	7
2.13	OBRA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA	7
2.14	PRAZO GLOBAL.....	7
2.15	PRAZO PARCIAL	7
2.16	PROJETISTA	7
2.17	PROJETO.....	8
2.18	PROJETO BÁSICO	8
2.19	PROJETO EXECUTIVO	8
2.20	PROJETO COMO CONSTRUÍDO ("AS BUILT").....	8
2.21	SERVIÇO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA.....	8
2.22	SERVIÇOS TÉCNICOS PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA	8
2.23	METROLOGIA E NORMATIZAÇÃO	9
2.24	MODELAGEM BIM	9
2.25	NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO (LOD)	9
2.26	ORÇAMENTO DE OBRAS:	10
2.27	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO	10
2.28	COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS	11
2.29	MAPA OU PLANILHA DE COTAÇÕES DE MERCADO	11
2.30	COMPROVAÇÃO DAS PESQUISAS DE MERCADO	11
2.31	CURVAS ABC DE SERVIÇOS E INSUMOS	11
2.32	DEMONSTRATIVO E JUSTIFICATIVAS PARA COMPOSIÇÃO DOS BDIS	12
2.33	ADOÇÃO DO REGIME DE DESONERAÇÃO TRIBUTÁRIA	12
2.34	MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES DO ORÇAMENTO	12
2.35	CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS COM ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS	12



3	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	13
3.1	PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS	13
3.2	AMOSTRAS E CRITÉRIOS DE ANALOGIA	14
3.3	ASSISTÊNCIA TÉCNICA E GARANTIA	16
3.4	ENTREGA FINAL	18
3.5	DEFEITO OCULTO	19
3.6	PEÇAS DE REPOSIÇÃO	19
3.7	MANUAL DO USUÁRIO DA EDIFICAÇÃO.....	19
3.8	DOCUMENTAÇÃO DAS INSTALAÇÕES E SISTEMAS	19
3.9	LICENÇAS E FRANQUIAS PARA EXECUÇÃO	20
3.10	IMPOSTOS	21
3.11	SEGUROS E ACIDENTES	21
3.12	TRANSPORTE DE MATERIAIS E EMBALAGENS	21
3.13	ARMAZENAMENTO	22
3.14	ARREMATES FINAIS	22
3.15	ELEMENTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO	22
3.16	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA - EPC.....	23
3.17	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI	23
3.18	OUTRAS DESPESAS A CARGO DA CONTRATADA	23
3.19	RECEBIMENTO PROVISÓRIO E DEFINITIVO	23
4	ESCOPO DOS SERVIÇOS	24
5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS	26
5.1	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO	26
5.1.1	<i>Levantamento planialtimétrico e cadastral com teodolito e nível de precisão - terreno até 2.000 m², incluindo levantamento cadastral das estruturas existentes na faixa considerada e identificação dos pontos de sondagem (incluindo equipamento e transporte)</i>	<i>26</i>
5.2	SONDAGEM SPT E ROTATIVA.....	26
5.2.1	<i>Mobilização e desmobilização de equipes e equipamentos de sondagem a percussão, inclusive deslocamento até Guairá/PR (compreendem todos os custos no transporte e alocação e posterior remoção de máquinas, equipamentos e materiais, bem como pessoal técnico e de apoio, necessários à execução dos serviços de sondagem</i>	<i>26</i>
5.2.2	<i>Sondagem a percussão (SPT) Ø 2 1/2", inclusive peças gráficas e relatório pertinentes e deslocamento entre furos</i>	<i>27</i>
5.2.3	<i>mobilização e desmobilização de equipes e equipamentos de sondagem rotativa, inclusive deslocamento até Guairá/PR (compreendem todos os custos no transporte e alocação e posterior remoção de máquinas, equipamentos e materiais, bem como pessoal técnico e de apoio, necessários à execução dos serviços de sondagem</i>	<i>27</i>
5.2.4	<i>Execução de sondagem rotativa em solo, inclusive as peças gráficas e relatório pertinentes e deslocamento entre furos</i>	<i>27</i>
5.2.5	<i>Execução de sondagem rotativa NW em rocha, inclusive as peças gráficas e relatório pertinentes</i>	<i>28</i>
5.3	ANÁLISE DO SOLO.....	28
5.3.1	<i>Poço de inspeção em solo, seção transversal mín. 100cm ou circular 120cm (NBR 9604:2016), profundidade estimada de 2m, incluindo reaterro</i>	<i>28</i>



5.3.2	Preparação e coleta de amostras para ensaios de caracterização, talhagem bloco 30x30x30cm - NBR 9604/16 - solos	28
5.3.3	Ensaio de teor de umidade - processo speedy - solos e agregados miúdos	29
5.3.4	Ensaio de limite de liquidez – solos – NBR 6459	29
5.3.5	Ensaio de limite de plasticidade – solos (NBR 7180)	30
5.3.6	Ensaio de granulometria por peneiramento - solos (NBR 7181)	31
5.3.7	Ensaio de cisalhamento rápido NBR ISSO 12957-1:2013 – por corpo de prova	32
5.4	PROJETOS EXECUTIVOS - ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS COM ALTERNATIVAS E CUSTOS PARA ESTABILIZAÇÃO DO SOLO	34
5.4.1	Elaboração de projeto básico e executivo de muro de contenção/arrimo, com utilização de metodologia BIM, incluindo drenagens necessárias, lista de materiais e todos os detalhes necessários a correta execução e licitação dos serviços	34
5.4.2	Elaboração de projeto básico e executivo de muro de fechamento, com utilização de metodologia BIM, lista de materiais e todos os detalhes necessários a correta execução e licitação dos serviços	34
5.5	ELABORAÇÃO DE PLANILHA ORÇAMENTÁRIA E CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO	34
5.5.1	Elaboração de orçamento de obras e toda documentação correlata: cronograma físico-financeiro, composições de custos unitários, mapa de cotações de mercado, comprovação das pesquisas, curvas abc de serviços e insumos, demonstrativo e justificativas para composição dos BDIs, adoção do regime de desoneração tributária, memória de cálculo das quantidades do orçamento, caderno de encargos e especificações técnicas com especificação de materiais e serviços.	34
5.6	OUTROS SERVIÇOS	43
5.6.1	Laudo de avaliação estrutural da edificação do canil, incluindo ART	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6.1	INTERPRETAÇÃO DE DIVERGÊNCIAS NOS DOCUMENTOS TÉCNICOS	47
6.2	LIVRO DE REGISTRO DE ATIVIDADES - DIÁRIO DE OBRAS	48



1 INTRODUÇÃO

Este Caderno de Encargos e Especificações compreende um conjunto de discriminações técnicas, critérios, condições e procedimentos estabelecidos pelo CONTRATANTE, Polícia Federal, para a contratação, execução, fiscalização e controle de serviços para a **elaboração de estudos e ensaios geotécnicos, projeto básico e executivo para estabilização do solo e projeto estrutural do muro de fechamento, drenagem superficial e subterrânea em encosta, em parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR, inclusive laudo de avaliação estrutural do Canil e elaboração de planilha orçamentária e documentação relacionada**, conforme Projeto Básico.

DELEGACIA MARÍTIMA DA POLÍCIA FEDERAL DE GUAÍRA/PR

Endereço: Avenida Beira Rio, nº 55, Bairro Vila Velha – Guaíra/PR

2 DEFINIÇÕES

2.1 Caderno de Encargos e Especificações Técnicas

Conjunto de especificações, critérios, condições e procedimentos técnicos estabelecidos pelo CONTRATANTE para a contratação, execução, fiscalização e controle de obras ou serviços.

2.2 Contratada

Empresa ou profissional contratado, de acordo com a legislação em vigor, para execução da obra ou serviço.

2.3 Contratante

Polícia Federal - PF.

2.4 Cronograma Físico-Financeiro

Representação gráfica do andamento previsto para a obra ou serviço, em relação ao tempo e respectivos desembolsos financeiros. O Cronograma Físico-Financeiro é dividido em:

- Item: cada uma das barras horizontais do cronograma, ou seja, serviços individualizados necessários para a realização total do objeto do contrato.
- Etapa: cada uma das partes em que está dividido um item, correspondendo, a cada uma delas, uma parcela do prazo total de execução constante do cronograma.



- Fase: conjunto das diversas etapas do cronograma realizadas em determinado tempo.

2.5 Registro de Ocorrências

São todos os documentos gerados entre o CONTRATANTE e a CONTRATADA, como atas de reunião, diário de obra, correio eletrônico, informações e ofícios entre outros, que subsidiam e comprovam a coordenação do objeto pela FISCALIZAÇÃO em conjunto com a executante, além de fatos, observações e comunicações relevantes ao andamento do serviço.

2.6 Discriminação Técnica

Conjunto de materiais, equipamentos e técnicas de execução a serem empregados na obra ou serviço.

2.7 Disposições Gerais

Conjunto de normas, instruções e procedimentos técnicos para a licitação, contratação e fiscalização de obras ou serviços.

2.8 Especificações de Materiais e Equipamentos

Normas destinadas a fixar as características, condições ou requisitos exigíveis para matérias-primas, produtos semiacabados, elementos de construção, materiais ou produtos industriais semiacabados.

2.9 Fiscalização

Atividade de acompanhamento sistemático da obra ou serviço de Engenharia e Arquitetura, verificando o cumprimento das disposições contratuais em todos os seus aspectos pelo CONTRATANTE.

2.10 Instruções Técnicas

Conjunto de indicações para se tratar e levar a termo um serviço técnico de Engenharia e Arquitetura, definindo e caracterizando o seu objeto, nelas incluindo-se o Caderno de Encargos e Especificações Técnicas.

2.11 Materiais ou Equipamentos Similares

A equivalência de componentes da edificação será fundamentada em certificados de testes e ensaios realizados por laboratórios idôneos, aceitos pelo CONTRATANTE e adotando-se os seguintes critérios:



- A. **Materiais ou equipamentos similar-equivalentes** – Que desempenham idêntica função e apresentam as mesmas características exigidas nos projetos. O ajuste será feito sem compensação financeira para as partes e deverá ser autorizado pela FISCALIZAÇÃO no Diário de Obras.
- B. **Materiais ou equipamentos similar-semelhantes** – Que desempenham idêntica função, mas não apresentam as mesmas características exigidas nos projetos. O ajuste será feito com compensação financeira (glosas ou adições) para uma das partes e somente poderá ser autorizado pelo CONTRATANTE, através de aditivo contratual.
- C. **Materiais ou equipamentos simplesmente adicionados ou retirados** – Que durante a execução foram identificados como sendo necessários ou desnecessários à execução dos serviços e/ou obras. O ajuste será feito com compensação financeira (glosas ou adições) para uma das partes e somente poderá ser autorizado pelo CONTRATANTE, através de aditivo contratual.

2.12 Medição de Serviços

Apuração dos quantitativos e valores realizados das obras ou serviços com base em critérios previamente definidos neste caderno de encargos e especificações técnicas. Casos omissos serão definidos com base nas orientações emanadas pelo Tribunal de Contas da União ou por sistemas técnicos oficiais.

2.13 Obra de Engenharia e Arquitetura

Trabalho segundo as determinações do projeto e as normas adequadas, destinadas a modificar, adaptar, recuperar ou criar um bem, ou que tenha como resultado qualquer transformação, preservação ou recuperação do ambiente natural, doravante denominado simplesmente obra.

2.14 Prazo Global

É o prazo, em dias corridos, para a realização total das obras ou serviços, conforme estabelecido no Edital, nele excluindo-se o dia de início e incluindo-se o de conclusão das obras.

2.15 Prazo Parcial

É o prazo, em dias corridos, para realização de cada uma das etapas do Cronograma Físico-Financeiro previstas no Ato Convocatório.

2.16 Projetista

Profissional ou equipe autor(es) do(s) projeto(s).



2.17 Projeto

Definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de uma obra ou serviço, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais.

2.18 Projeto Básico

Conjunto de elementos que definam a obra ou serviço, ou o complexo de obras ou de serviços objeto da licitação, com a definição técnica e dimensional da solução adotada, contendo a concepção clara e precisa do sistema proposto, bem como a indicação de todos os componentes, características e materiais a serem utilizados, que possibilitem a estimativa de seu custo final e prazo de execução, bem como sejam suficientes à contratação do mesmo.

2.19 Projeto Executivo

Conjunto de desenhos, discriminações técnicas, Caderno de Encargos e Especificações Técnicas demais elementos que formam a definição completa da obra ou serviço, suficientes à execução completa da mesma.

2.20 Projeto Como Construído ("As Built")

Definição qualitativa e quantitativa de todos os serviços executados, resultante do Projeto Executivo, com as alterações e modificações ocorridas durante a execução.

2.21 Serviço de Engenharia e Arquitetura

Serviço que envolve atribuições profissionais de Engenheiro ou Arquiteto, relativo à manutenção, conservação, demolição, conserto, reforma, fabricação, montagem, operação, reparo e instalação de bens, equipamentos e instalações, e serviços técnicos profissionais de Engenharia e Arquitetura.

2.22 Serviços Técnicos Profissionais de Engenharia e Arquitetura

Serviços que envolvem atribuições profissionais de Engenheiro ou Arquiteto, relativos à supervisão, orientação técnica, coordenação, estudo, planejamento, projeto, especificação, assistência técnica, assessoria, consultoria, ensaio, vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo, parecer técnico, elaboração de orçamento, apropriações e FISCALIZAÇÃO, sondagens e topografia.



2.23 Metrologia e Normatização

Todas as grandezas mencionadas nestas e em quaisquer documentos relativos aos serviços e obras propostos deverão estar expressas nas unidades do **Sistema Internacional de Unidades - SI**, adotado também pelo Brasil em 1962 e ratificado pela Resolução nº 12 de 1988 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - CONMETRO, de uso obrigatório em todo o Território Nacional.

Deverão ser respeitadas as Normas Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, as portarias ministeriais e interministeriais e as normas das agências reguladora nos devidos serviços executados e na definição dos insumos, assim como normas aceitas e aprovadas internacionais quando as normas nacionais não contemplem as especificações e serviços propostos. Além disso, deverão ser respeitadas as Normas Regulamentadoras aprovadas pela Portaria nº 3.214 de 08/06/1978, em particular a NR-7 (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional), NR-9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção).

Na eventualidade de conflitos entre este Caderno de Encargos e Especificações Técnicas, códigos, normas, desenhos etc., **prevalecerá o critério mais rigoroso**, de melhor qualidade e eficácia, sendo que as questões remanescentes deverão ser apresentadas à FISCALIZAÇÃO, para aprovação por escrito, sempre antes de se iniciar o projeto e/ou fabricação do componente das instalações ou sistema.

2.24 Modelagem BIM

BIM (Building Information Model), que significa em português Modelagem/Modelação da Informação da Construção ou Modelo da Informação da Construção, é um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um edifício. É um modelo virtual que não é constituído apenas de geometria e texturas para efeito de visualização. Trata-se de uma construção virtual equivalente a uma edificação real, possuindo assim, alto nível de detalhamento no tocante a composição dos materiais de cada elemento, como portas, janelas, etc. Isso permite simular a edificação e entender seu comportamento antes de sua construção real ter sido iniciada.

Todos os parâmetros e diretrizes para a confecção dos projetos em BIM, devem obedecer ao documento - Diretrizes Básicas para projetos em BIM.

2.25 Nível de desenvolvimento (LOD)

O Nível de desenvolvimento (LOD) é um conceito com diferentes definições e implementações. O conceito básico é que o nível de desenvolvimento definirá o conteúdo e a confiabilidade dos elementos BIM em diferentes estágios. O LOD – Level of Detailment – é uma variável que quantifica o nível de detalhamento que os elementos do projeto terão.



Os principais níveis são descritos na tabela a seguir:

Nível de detalhamento	Sigla	Descrição
Conceito	LOD 100	Não existem informações geométricas nos elementos do modelo, apenas símbolos com Conceito informações aproximadas. Modelagem Volumétrica.
Desenvolvimento de Design	LOD 200	Os elementos são espaços reservados genéricos, podendo ser objetos reconhecíveis ou apenas realocações de espaço para coordenação entre as disciplinas.
Documentação	LOD 300	Este é o nível mais adequado para a interação entre a fase de projeto e a definição de custos. Esses modelos permitem a geração de documentos de construção e desenhos de compras e licitações.
Construção	LOD 400	Este nível suporta detalhamento, fabricação e instalação / montagem de objetos, além da gestão entre diferentes agentes (subcontratadas). Este nível terá geometria e informações
Gerenciamento de instalações	LOD 500	Este nível terá geometria e informações adequadas para suportar operação e manutenção. A geometria e os dados devem ser construídos e verificados no campo.

2.26 Orçamento de obras:

Previsão de serviços, materiais e equipe necessários para a execução de um projeto. Essa tarefa consiste em planejar, prever custos e estabelecer valores dos serviços que serão realizados. Consiste em um documento com informações físicas e financeiras da obra

2.27 Cronograma Físico-financeiro

Representação gráfica do andamento previsto para a obra ou serviço, em relação ao tempo e respectivos desembolsos financeiros.

O cronograma Físico-Financeiro é dividido em:

- Item: Cada uma das barras horizontais do cronograma, ou seja, serviços individualizados necessários para a realização total do objeto do contrato;
- Etapa: Cada uma das partes em que está dividido um item, correspondendo, a cada uma delas, uma parcela do prazo total de execução constante do cronograma;
- Fase: Conjunto das diversas etapas do cronograma realizadas em determinado tempo.



2.28 Composição de custos unitários

A composição de custos unitários é um conjunto de informações que apresentam os insumos com seus respectivos consumos, necessários para a execução de uma unidade de serviço.

Para cada serviço indicado no orçamento, deverá haver, em numeração sequencial idêntica, sua respectiva composição de custos unitários.

2.29 Mapa ou planilha de cotações de mercado

Planilha resumida com as cotações de mercado realizadas para itens que não constam no SINAPI e que deverá possuir, no mínimo, os seguintes campos:

- Fornecedor: nome da empresa e código;
- CNPJ: indicar o CNPJ da empresa;
- Telefone: indicar o telefone de contato da empresa;
- Descrição: descrição resumida do item;
- Unidade: unidade de medida do item;
- Custo unitário: custo unitário orçado;
- Observações: Indicar informações relevantes tais como: site de busca da cotação online, data da pesquisa, prazos, condições, frete etc.

2.30 Comprovação das pesquisas de mercado

Documento que comprova as cotações informadas no mapa de cotações de mercado.

Poderá ser uma captura de tela de cotações online, orçamento dos fornecedores, painel de preços do governo federal etc.

2.31 Curvas ABC de serviços e insumos

É um método destinado a identificar amostra de itens de maior importância ou impacto, segundo uma variável predefinida, os quais merecerão tratamento diferenciado. Baseia-se na hipótese de que os itens de uma determinada população podem apresentar importância relativa variada, devendo a análise recair sobre aqueles mais significativos em relação à variável escolhida.

Poderá ser adotada qualquer uma das faixas indicadas a seguir para elaboração das curvas ABC.

Faixa A	Faixa B	Faixa C
70%	20%	10%
70%	15%	15%



80%	10%	10%
-----	-----	-----

2.32 Demonstrativo e justificativas para composição dos BDIs

Demonstrativo de cálculo do BDI referencial e do BID diferenciado de acordo com o Acórdão 2622/2013 do TCU.

Cada item componente dos BDIs deverá possuir justificativas claramente definidas e de acordo com metodologia matemática de cálculo precisamente estabelecida.

Itens que deverão ser justificados de acordo com as faixas estabelecidas no Acórdão do TCU:

- Administração Central;
- Seguro e Garantia;
- Risco;
- Despesa Financeira;
- Lucro;
- Impostos (PIS, Cofins, ISS e CPRB).

2.33 Adoção do regime de desoneração tributária

Simulação dos preços globais da obra ou serviço com base nos dois cenários – custos “desonerados” (acrescido o percentual da CPRB no BDI) versus custos “não desonerados” (excluído o percentual da CPRB no BDI) – para definir qual a opção mais vantajosa para a Administração, a qual será adotada como orçamento de referência da licitação.

2.34 Memória de cálculo das quantidades do orçamento

Trata-se de um documento que se localiza anexo à planilha orçamentária, e pretende descrever detalhadamente todos os cálculos e considerações realizadas para justificar os quantitativos indicados na planilha orçamentária.

2.35 Caderno de Encargos e Especificações Técnicas com especificações de materiais e serviços

Conjunto de especificações, critérios, condições e procedimentos técnicos estabelecidos pelo CONTRATANTE para a contratação, execução, fiscalização e controle de obras ou serviços.

Também inclui as normas destinadas a fixar as características, condições ou requisitos exigíveis para matérias-primas, produtos semiacabados, elementos de construção, materiais ou produtos industriais semiacabados.



3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

3.1 Planejamento dos Serviços

Compete aos LICITANTES fazer prévia visita ao local dos Serviços para proceder a minucioso exame das condições locais, averiguarem os serviços e materiais a empregar.

Quaisquer dúvidas referentes ao escopo dos fornecimentos e serviços e/ou nos projetos ou especificações, deverão ser previamente esclarecidas junto ao CONTRATANTE, visto que, depois de apresentada a proposta, o CONTRATANTE não acolherá nenhuma reivindicação. Omissões, por parte da CONTRATADA, jamais poderão ser alegadas em favor de eventuais pretensões de acréscimo de preços.

Os LICITANTES deverão prever todos os custos envolvidos, não sendo aceitas alterações da planilha de custos após a licitação.

A CONTRATADA deverá ter em seu quadro técnico profissionais com formação em engenharia e/ou arquitetura e prepostos, convenientemente credenciados junto ao CONTRATANTE, com autoridade para exercer, em seu nome, toda e qualquer ação de orientação geral, condução, controle e FISCALIZAÇÃO das obras e serviços de construção, nos moldes da NBR 5671.

A CONTRATADA deverá levar em conta todas as precauções e zelar permanentemente para que as suas operações não provoquem danos físicos ou materiais a terceiros, nem interfiram negativamente no andamento da obra.

A CONTRATADA será responsável pela proteção de todos os componentes da obra e instalações de energia elétrica, água, esgoto e drenagem pluvial e outros serviços, ao longo e adjacentes à obra, devendo corrigir imediatamente, as suas expensas, quaisquer avarias que provocar nas mesmas.

A CONTRATADA cuidará para que todos os serviços e obras executadas acarretem a menor perturbação possível ao órgão e a todos e quaisquer bens, público ou privado, adjacentes à obra.

Se para facilitar seus trabalhos, a CONTRATADA necessitar elaborar desenhos de execução deverá fazê-los às suas expensas exclusivas e submetê-las a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Os desenhos de execução, se necessários, deverão ser entregues por partes, de acordo com as prioridades, em função dos cronogramas da obra, em três vias, sendo uma delas devolvida à CONTRATADA após análise. Os serviços contidos nestes desenhos não poderão ser iniciados sem aprovação formal da FISCALIZAÇÃO.

A execução de todos os serviços contratados obedecerá, rigorosamente, aos projetos fornecidos e às especificações, que complementam no que couber, o contido neste Caderno de Encargos e Especificações Técnicas, do qual a CONTRATADA não poderá alegar desconhecimento.



A CONTRATADA deverá atender toda e qualquer orientação técnica e limitações impostas nos diversos projetos relacionados à referida obra (arquitetônico, elétrico, hidrossanitário, eletrônico, mecânico, prevenção e combate a incêndio etc.). Em caso de dúvida consultar os autores dos projetos executivos sob sua coordenação e a FISCALIZAÇÃO quanto ao Projeto.

Para a presente obra, deverão ser fornecidos pela CONTRATADA, todos os materiais, equipamentos, acessórios, mão-de-obra, mesmo que não explicitamente descrito nas especificações e/ou projetos, porém indispensáveis à conclusão e perfeito funcionamento de todas as instalações executadas que fazem parte do escopo dos serviços. Todavia, nenhum material ou equipamento deverá ser instalado, até que o CONTRATANTE aprove os projetos executivos completos.

As obras deverão ser programadas pela CONTRATADA, em conjunto com a FISCALIZAÇÃO, dentro das limitações de espaço e horários que forem acordados, de forma a serem coerentes com os critérios de segurança e com a exequibilidade das reformas dentro do prazo máximo estabelecido no ato convocatório.

Todas as medidas deverão ser conferidas no local, não cabendo nenhum serviço extra por diferenças entre as medidas constantes no projeto e o existente.

A obra deverá ser entregue completamente limpa e desimpedida de todo e qualquer entulho ou pertence da CONTRATADA, e com as instalações em perfeito funcionamento.

Qualquer prejuízo causado ao CONTRATANTE em virtude de atraso na finalização dos serviços será de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

Caso sejam identificados locais com problemas para a instalação de equipamentos, ou que venham a ter acesso difícil para manutenção, isso deverá ser transmitido ao CONTRATANTE para que sejam providenciados os acessos necessários.

3.2 Amostras e Critérios de Analogia

A CONTRATADA deverá submeter à apreciação da FISCALIZAÇÃO amostras dos materiais e/ou acabamentos a serem utilizados na obra, podendo ser submetidas a ensaios de natureza destrutiva ou não, no processo de verificação.

Todos os materiais e/ou equipamentos a empregar nas obras deverão ser novos, de qualidade compatível com o serviço respectivo, devendo satisfazer rigorosamente às especificações de materiais e equipamentos. Deverá ser um produto de linha normal de fabricação, de empresa já estabelecida no mercado e que possua experiência comprovada na fabricação dos mesmos, de modo a prover a necessária qualidade, acabamento e durabilidade desejada. Não será admitido o emprego de materiais usados ou de materiais diferentes dos especificados, a não ser aqueles previstos para reutilização e/ou restauração.



A aquisição dos materiais pela CONTRATADA deverá ser planejada de maneira a se evitar eventuais atrasos no cronograma devido à necessidade de prévia encomenda dos mesmos.

A CONTRATADA só poderá aplicar qualquer material e/ou equipamento depois de submetê-lo a exame e aprovação da FISCALIZAÇÃO, a quem caberá impugnar o seu emprego, quando em desacordo com o previsto.

O CONTRATANTE se reserva o direito de, em qualquer época, testar e ensaiar qualquer peça, elemento ou parte da construção, podendo rejeitá-las, observadas as normas e especificações da ABNT, com despesas a cargo da CONTRATADA.

Os materiais depois de aprovados pela FISCALIZAÇÃO serão cuidadosamente conservados no canteiro da obra, até o fim dos trabalhos, de forma a facultar, a qualquer tempo, a verificação de sua perfeita correspondência aos materiais fornecidos ou já empregados.

Os materiais ou equipamentos antigos que porventura forem substituídos por novos durante a reforma deverão ser devidamente armazenados em locais indicados pela FISCALIZAÇÃO.

Os materiais que não atenderem as especificações não poderão ser estocados em obra.

Os padrões e as cores de quaisquer materiais e pinturas a serem executadas na obra deverão ser confirmados pela FISCALIZAÇÃO no momento anterior ao início da execução daquela etapa de serviço.

Quando houver motivos ponderáveis para substituição de um material especificado por outro, a CONTRATADA apresentará, por escrito, a proposta de substituição, instruindo-a com as razões determinantes do pedido, com o orçamento do material especificado. A substituição somente será aprovada quando resultar em melhoria técnica ou similaridade comprovada, a critério do CONTRATANTE, e se processará com compensação financeira para as partes, devendo ser previamente autorizada pelo CONTRATANTE. Quando não houver compensação financeira, a substituição poderá ser autorizada pela FISCALIZAÇÃO com registro em Diário de Obra.

A consulta sobre similaridade deverá ser efetuada pela CONTRATADA em tempo não inferior a 15 (quinze) dias, não admitindo em nenhuma hipótese, que a referida consulta sirva para justificar o não cumprimento dos prazos estabelecidos no Contrato.

Caberá à parte interessada na substituição o ônus da apresentação de toda a documentação necessária à análise.

A similaridade será julgada, em qualquer caso, pelo CONTRATANTE.



3.3 Assistência Técnica e Garantia

Caberá a CONTRATADA visando à perfeita execução e completo acabamento dos serviços, sob as responsabilidades legais vigentes, a prestar toda a assistência técnica e administrativa necessárias para imprimir andamento conveniente aos trabalhos, mantendo equipes que levem a bom termo este objetivo.

Ainda, após o recebimento provisório da obra ou serviço, e até o seu recebimento definitivo, a CONTRATADA deverá fornecer toda a assistência técnica necessária à solução das imperfeições detectadas na vistoria final, bem como as surgidas neste período, independentemente de sua responsabilidade civil.

Durante os três primeiros meses após a conclusão efetiva da instalação, a empresa CONTRATADA do serviço deverá atender às correções e pequenos ajustes necessários, no prazo máximo de três dias úteis, independentemente dos prazos estabelecidos nos Termos de Recebimento Provisório e Definitivos da obra.

Após a aceitação definitiva, todos os materiais e equipamentos instalados deverão ser garantidos contra defeitos de fabricação e/ou instalação pelo período mínimo de 12 doze meses, contados a partir da data de emissão do Termo de Recebimento Definitivo. A garantia deverá abranger todo e qualquer defeito de fabricação, montagem e falha operacional, de forma a assegurar o perfeito desempenho dos sistemas.

Para tanto, durante a fase de garantia a CONTRATADA deverá manter técnicos experientes, para atender no prazo máximo de 08 (oito) horas, um chamado do CONTRATANTE, durante o horário comercial, que possam lidar com as necessidades locais de acordo com as necessidades do CONTRATANTE. Fora do horário normal de expediente e nos sábados, domingos e feriados, os técnicos atenderão aos chamados efetuados num prazo de 24 (vinte e quatro) horas. Os prazos serão contados a partir da comunicação formal da CONTRATANTE à CONTRATADA.

Os reparos quando cobertos pela garantia serão efetuados sem qualquer ônus para o CONTRATANTE, correndo por conta da CONTRATADA as despesas com trocas de peças, materiais, seu transporte, e com a mão-de-obra necessária. Caso os problemas persistam, deverão ser tomadas providências corretivas de modo a eliminar essas causas.

A CONTRATADA reparará ou substituirá, às suas expensas, todas as peças, componentes, equipamentos e materiais necessários aos reparos ou substituições que venham a ser feitos durante o período de garantia.

Os reparos ou substituições serão feitos por equipe técnica da CONTRATADA ou, eventualmente após entendimento prévio, com mão-de-obra do CONTRATANTE ou técnicos seus, sempre sob supervisão e responsabilidade da CONTRATADA.

Os componentes ou equipamentos das instalações ou sistemas, objeto deste Caderno de Encargos e Especificações Técnicas, danificados por falhas de qualquer item sob garantia, serão também reparados ou substituídos pela CONTRATADA.



Em caso de inexistência da peça de reposição no estoque da CONTRATADA esta utilizará, por acordo entre as partes, peças do estoque do CONTRATANTE, caso o possua, obrigando-se a repô-las por outras novas ou reparadas, no prazo que for convencionado.

Para o fim de substituição de qualquer peça defeituosa, a CONTRATADA utilizará versões aperfeiçoadas da mesma, que não impliquem alteração no equipamento em que a mesma será instalada.

Uma vez realizado o reparo ou substituição da peça defeituosa, a CONTRATADA garantirá o desempenho original especificado para o correspondente equipamento ou material da instalação ou sistema reparado.

Se após a entrega de qualquer instalação, sistema, subsistema ou lote, surgirem defeitos ou imperfeições que ocasionem imobilizações dos mesmos, durante um período superior a 10 (dez) dias, o período de garantia dos equipamentos ou materiais de tais instalações, sistemas, subsistemas ou lotes ficarão automaticamente prorrogados por tempo equivalente ao que exceder aquele período.

Os sobressalentes fornecidos terão garantia conforme legislação vigente a partir da data de assinatura do recebimento definitivo.

Se após a entrega de qualquer equipamento, este não for instalado por razões que independam da CONTRATADA, a garantia será contada da data de sua colocação no local das instalações e/ou sistemas executados.

Qualquer interferência, física ou operacional, entre equipamentos do subsistema ou com demais equipamentos instalados no âmbito do CONTRATANTE, detectada a qualquer momento e até o vencimento da garantia, deverá ser corrigida, imediatamente, sem qualquer ônus para o mesmo.

O termo de garantia emitido ao final do serviço, pelo prestador de serviço vinculado à CONTRATADA, deverá descrever claramente os limites e a duração da garantia, considerando o período mínimo de 12 (doze) meses, para cada componente da instalação ou sistema instalado. Mesmo que a CONTRATADA tenha contratado outros prestadores de serviço, a garantia final será dada e mantida ao CONTRATANTE.

Os requisitos mínimos obrigatórios para cada componente serão:

- A. Equipamentos: 3 (três) anos após a instalação;
- B. Cabos e componentes de cabling: 5 (cinco) anos contra defeitos de fabricação;
- C. Infraestrutura: 3 (três) anos contra ferrugem e resistência mecânica (para as novas instalações, caso da necessidade);
- D. Funcionalidade e desempenho: 5 (cinco) anos;
- E. Declaração de desempenho assegurado para as aplicações às quais a rede física foi proposta, as possíveis restrições para outras aplicações ou para as aplicações introduzidas no futuro pelos principais organismos internacionais (IEEE, TIA/EIA, ISO/IEC, ATM FORUM etc.).



3.4 Entrega Final

Após a execução de todos os trabalhos e antes da pré-operação, todos os equipamentos, instalações e sistemas deverão ser limpos para a entrega.

Nesta fase deverá também ser verificado o estado geral dos equipamentos fornecidos. Todos os danos deverão ser reparados com especial cuidado, sendo tomadas providências com relação a metais sujeitos à corrosão; cujos procedimentos deverão ser levados a efeito de acordo com as exigências de normas devendo ser pintados na sua cor original para serem entregues.

Para efeito de aprovação das instalações, deverão ser apresentadas a verificação de continuidade dos condutores de proteção; teste de isolamento elétrico, com respectiva anotação de leitura em planilha, temperatura ambiente e fator de correção de temperatura aplicável em função da temperatura ambiente, obedecendo ao valor mínimo de 1 MΩ; medição da nova resistência de aterramento em função da extensão da malha para novos painéis e grupo gerador; verificação de balanceamento de fases em painéis e quadros de distribuição; e verificação de faseamento ao longo de toda a instalação elétrica.

O Contratado deverá comissionar, em presença da FISCALIZAÇÃO, todas as instalações executadas.

Em todos os testes envolvendo medições deverão ser preenchidas planilhas dos resultados, citando quais foram os procedimentos normalizados pela ABNT, e estas deverão ser datadas e assinadas pelo responsável técnico. Nos demais casos deverão ser emitidos relatórios específicos.

Todos os testes deverão ser marcados e executados antecipadamente sem prejuízo ao cronograma da obra, não sendo aceitas justificativas para a não realização dos mesmos, de forma total ou parcial.

A CONTRATADA providenciará de acordo com os procedimentos todos os testes e inspeções nas instalações, equipamentos e sistemas providenciando todo o pessoal, instrumentação e meios para realização da tarefa.

Todos os equipamentos, após a montagem definitiva na obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento, em vazio, com carga nominal e com sobrecarga.

Serão aplicadas as normas correspondentes, bem como verificadas todas as características de funcionamento exigidas nas especificações técnicas e nos desenhos de catálogos de equipamentos ou de seus componentes. Será verificado se todos os componentes de todos os sistemas dos equipamentos trabalham nas condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis.

Será verificado o perfeito funcionamento de todos os dispositivos de comando, proteção, sinalização e automatismo.



3.5 Defeito Oculto

Entende-se por Defeito Oculto aquele que venha a ocorrer e que não tenha sido percebido durante o período de garantia, podendo ser decorrente de falha de interpretação do projeto, concepção, instalação, material, ou de supervisão de montagem devidamente comprovada pelo CONTRATANTE. Excluem-se os defeitos provenientes do desgaste normal de operação ou do uso indevido do equipamento, desde que este fato seja efetivamente comprovado pela CONTRATADA.

Na ocorrência de Defeito Oculto, a CONTRATADA se obriga a prosseguir prestando assistência técnica total, idêntica à do período de garantia, conforme venha a ser necessário, no sentido de sanar a irregularidade.

3.6 Peças de Reposição

A CONTRATADA terá a obrigação de fornecer todas as peças de reposição durante o período de vigência da garantia.

Deverá ainda apresentar uma proposta com uma lista e o custo de fornecimento de estoque estratégico de peças sobressalentes para 02 (dois) anos de operação do subsistema, de modo a agilizar os serviços de manutenção.

A CONTRATADA deverá adquirir seus equipamentos em fábricas que garantam o fornecimento de peças de reposição por um período mínimo de 05 (cinco) anos, contados a partir da emissão do Termo de Recebimento Definitivo do sistema.

3.7 Manual do Usuário da Edificação

Ao final do serviço, antes da sua entrega provisória, a CONTRATADA deverá apresentar em **quatro cópias coloridas** impressas em tamanho A4 e uma cópia em mídia eletrônica em língua portuguesa de um Manual do Usuário da Edificação, contendo as seguintes informações:

- a) Todas as informações de **referência** (marca, linha, modelo, cor, acabamento, etc) de todos os materiais utilizados na edificação;
- b) **Contatos dos representantes** mais próximos de cada marca utilizada na edificação (nome, endereço, telefone, site e e-mail);
- c) **Rotinas de limpeza e manutenção** de todos os materiais utilizados na edificação.

3.8 Documentação das Instalações e Sistemas

Ao final do serviço, antes da sua entrega provisória, a CONTRATADA deverá apresentar em duas cópias impressas em tamanho A4 e uma cópia em mídia eletrônica em língua portuguesa:



- a) o **Manual de Manutenção e Conservação** deverá reunir as especificações dos fabricantes de todos os equipamentos, as normas técnicas pertinentes, os termos de garantia e a rede nacional de assistência técnica, bem como as recomendações de manutenção e conservação de tais equipamentos;
- b) as **Instruções de Operação e Uso** deverão reunir todas as recomendações fornecidas pelos fabricantes dos equipamentos acerca de seu funcionamento e operação, a fim de permitir sua adequada utilização.
- c) **Folhas de dados em tamanho A3 ou A4**, dos equipamentos, por parte dos técnicos responsáveis por sua manutenção;
- d) **Lista de materiais instalados**, indicando quantidades e modelos.]

Esses manuais e desenhos deverão ser previamente submetidos à aprovação da CONTRATANTE, antes de sua emissão final. **Catálogos gerais dos fabricantes não serão aceitos como materiais de instrução de operação.**

3.9 Licenças e Franquias para Execução

No caso específico do Distrito Federal a Lei 2.105/98, Código de Obras e Edificações do DF, discorre sobre as licenças necessárias para construções e reformas deverá ser rigorosamente respeitada. A CONTRATADA será responsável pela obtenção de todas as licenças e franquias necessárias para a realização das obras, além de pagar os emolumentos prescritos por lei e observando a legislação, códigos e posturas referentes aos serviços e obras, à segurança pública, bem como atender ao pagamento de despesas decorrentes das leis trabalhistas e impostos, que digam diretamente respeito aos serviços e obras contratados.

Em caso de multas aplicadas em função dos serviços que estão sendo executados, é de responsabilidade da CONTRATADA o pagamento e o cumprimento das normas para sanar o problema detectado pela autoridade que aplicou a sanção.

A CONTRATADA deverá, ainda, incluir as consultas às concessionárias de serviços públicos (energia, água, saneamento etc.), empresas de seguros etc., eventualmente necessárias ao desenvolvimento de seus trabalhos; obter todos os certificados de inspeção da obra ou dos serviços prestados, de modo que ao encerramento do trabalho, o mesmo esteja em condições de funcionamento, não só do ponto de vista técnico, mas também do ponto de vista legal, incluindo as aprovações de projetos e execuções dos serviços de acordo com as disposições dos órgãos de FISCALIZAÇÃO distrital e federal ou de quaisquer outras naturezas.

Caso consiga as licenças antes do prazo máximo de 3 (três) meses, a obra pode ser iniciada, em comum acordo com a fiscalização, antes do fim desse prazo.

Anotação de Responsabilidade Técnica do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA



A CONTRATADA deverá apresentar ART do CREA referente do responsável técnico pela execução da obra ou serviço e em particular pelo responsável técnico pela execução das obras com as respectivas taxas recolhidas, no início da obra.

3.10 Impostos

Correrão por conta da CONTRATADA as despesas referentes a impostos em geral.

3.11 Seguros e Acidentes

Correrá por conta exclusiva da CONTRATADA a responsabilidade por quaisquer acidentes no trabalho devido à execução dos serviços e obras contratadas, uso indevido de patentes registradas, e, ainda que resulte em caso fortuito ou de força maior, a destruição ou danificação da obra em construção até a devida aceitação da mesma pelo CONTRATANTE, bem como as indenizações que possam vir a ser devidas a terceiros por fatos oriundos dos serviços contratados, ainda que ocorridos fora do canteiro de obras.

Será obrigatório e de responsabilidade da CONTRATADA, quando aplicável, fazer seguro geral dos serviços e obras, material, transporte e pessoal, contra Riscos de Engenharia, Incêndio e suas cláusulas, apresentando-o à FISCALIZAÇÃO.

3.12 Transporte de Materiais e Embalagens

O transporte de materiais e equipamentos referentes à execução da obra ou serviço será de responsabilidade da CONTRATADA, que providenciará equipamentos, dispositivos, pessoal e supervisão necessários, considerando tanto a movimentação até o local da obra como o seu transporte vertical e horizontal na mesma, no local de sua aplicação definitiva, devendo para isso prever todos os equipamentos necessários para alçamento e transporte de quaisquer máquinas ou materiais que venham a ser instalados. Andaimes, suportes auxiliares e/ou elementos de alçamento deverão ser removidos logo após a sua utilização.

Todas as partes integrantes de fornecimento terão embalagens adequadas para proteger o conteúdo contra danos durante o transporte, desde a fábrica até o local de montagem sob condições que envolvam embarques, desembarques, transportes por rodovias não pavimentadas e/ou via marítima ou aérea.

Além disto, as embalagens serão adequadas para armazenagem por período de, no mínimo, 01 (um) ano, nas condições citadas anteriormente.

A CONTRATADA adequará se necessário, seus métodos de embalagem, a fim de atender às condições mínimas estabelecidas acima, independente da inspeção e aprovação das embalagens pelo CONTRATANTE.



As embalagens serão baseadas nos seguintes princípios: todos os volumes conterão as indicações de peso, bruto e líquido, natureza do conteúdo e codificação, bem como local de instalação; terão indicações de posicionamento, de centros de gravidade e de pontos de levantamento; todas as indicações serão feitas nas 4 (quatro) faces do volume, no sentido de facilitar a ordem de estocagem e identificação dos mesmos; as embalagens conterão também as indicações do tipo e condições especiais de armazenagem, armazenagem em lugar abrigado ou ainda, armazenagem ao tempo; ter todas as embalagens numeradas consecutivamente; e ser projetadas de modo a reduzir o tempo de carga e descarga, sem prejuízo da segurança dos operadores.

No caso de materiais que venham a permanecer por longo tempo estocados ou que suas características necessitem de inspeções, manutenção preventiva ou outros serviços, as respectivas embalagens serão construídas de forma a serem abertas sem danificá-los.

Todos os materiais a serem fornecidos pela CONTRATADA, são considerados postos no canteiro de obras.

3.13 Armazenamento

A CONTRATADA será responsável por seu trabalho e pelos equipamentos até a data da inspeção final devendo, durante a fase de instalação, proteger o equipamento contra danos causados por seu trabalho ou por terceiros.

A CONTRATADA deverá, portanto, armazenar os equipamentos e materiais de maneira cuidadosa e segura em local a ser indicado pelo CONTRATANTE, enquanto não forem efetivamente instalados.

3.14 Arremates Finais

Nos casos em que, por omissão ou atraso da CONTRATADA, para instalação de equipamentos dispostivos, caixas e condutos; os serviços de abertura, rasgos, retirada de forro e pintura que venham a ser feitos após os serviços desses locais; todos os ônus decorrentes da reparação dessas áreas serão cobertos pela CONTRATADA, não cabendo ao CONTRATANTE nenhuma despesa para a reparação dos mesmos.

Após a conclusão dos serviços de limpeza, a CONTRATADA se obrigará a executar todos os retoques e arremates necessários, apontados pela FISCALIZAÇÃO.

3.15 Elementos de Segurança do Trabalho

Haverá particular atenção para o cumprimento das exigências de proteger as partes móveis dos equipamentos e de evitar que as ferramentas manuais sejam abandonadas sobre passagens, escadas,



andaimes e superfícies de trabalho, bem como para o respeito ao dispositivo que proíbe a ligação de mais de uma ferramenta elétrica na mesma tomada de corrente.

As ferramentas e equipamentos de uso nas obras serão dimensionados, especificados e fornecidos pela CONTRATADA, de acordo com o seu plano de construção, em perfeito estado, prontas para o uso e atendendo aos graus de segurança exigidos para cada caso.

3.16 Equipamentos de Proteção Coletiva - EPC

Em todos os itens da obra deverão ser fornecidos e instalados pela CONTRATADA os Equipamentos de Proteção Coletiva que se fizerem necessários no decorrer das diversas etapas da obra, de acordo com o previsto na NR-18 do Ministério do Trabalho, bem como nos demais dispositivos de segurança.

3.17 Equipamentos de Proteção Individual - EPI

Deverão ser fornecidos pela CONTRATADA, aos seus funcionários e/ou subcontratados, todos os Equipamentos de Proteção Individual necessários e adequados ao desenvolvimento de cada tarefa nas diversas etapas da obra, conforme previsto na NR-06 e NR-18 da Portaria nº 3214 do Ministério do Trabalho, bem como nos demais dispositivos de segurança.

3.18 Outras Despesas a Cargo da Contratada

As despesas relativas aos itens abaixo mencionados correrão por conta exclusiva da CONTRATADA:

- Alojamentos, estadia e alimentação de pessoal;
- Plataformas necessárias para a execução dos serviços;
- Transporte de materiais e equipamentos;
- Transporte de pessoal administrativo e técnico.

3.19 Recebimento provisório e definitivo

Quando as obras e/ou serviços contratados forem concluídos caberá à CONTRATADA apresentar comunicação escrita informando o término das obras e/ou serviços, cabendo à FISCALIZAÇÃO, no prazo indicado no TR ou PB, a verificação dos serviços executados, após o qual será lavrado **Termo de Recebimento Provisório**, que caracterizará a aceitação provisória de todas as instalações e sistemas executados, também vinculado à conclusão de todos os testes de campo e da entrega dos **Manuais de Manutenção e Conservação e Instruções de Operação e Uso** que será passado em 2 (duas) vias de igual teor e forma,



ambas assinadas pela FISCALIZAÇÃO, após terem sido realizadas todas as medições e apropriações referentes a acréscimos, supressões e modificações,.

A inspeção minuciosa de toda a construção deverá ser efetuada pelos profissionais responsáveis pelas obras da CONTRATADA e pelo CONTRATANTE, acompanhados do mestre ou encarregado, para constatar e relacionar os arremates e retoques finais que se fizerem necessários. Em consequência desta verificação, terão de ser executados todos os serviços de revisão levantados.

A CONTRATADA fica obrigada a reparar, corrigir, remover, reconstruir ou substituir, às suas expensas, no todo ou em parte, o objeto em que se verificarem vícios, defeitos ou incorreções resultantes da execução ou materiais empregados, cabendo à FISCALIZAÇÃO não atestar a última e/ou única medição de serviços até que sejam sanadas todas as eventuais pendências que possam vir a ser apontadas no Termo de Recebimento Provisório.

A entrega do objeto licitado não exime a CONTRATADA, em qualquer época, das garantias concedidas e das responsabilidades assumidas em contrato e por força das disposições legais em vigor. (Lei 10.406 de 10/01/2002).

O Termo de Recebimento Definitivo das obras e/ou serviços contratados será lavrado conforme prazo indicado em TR ou PB, após a lavratura do Termo de Recebimento Provisório, referido no parágrafo anterior, por comissão de no mínimo 3 (três) membros designados pela autoridade competente e se tiverem sido atendidas todas as exigências da FISCALIZAÇÃO, referente a defeitos ou imperfeições que venham a ser verificadas em qualquer elemento das obras e serviços executados, e se estiverem solucionadas todas as reclamações porventura feitas quanto à falta de pagamento a operários ou fornecedores de materiais e prestadores de serviços empregados na execução do contrato.

4 ESCOPO DOS SERVIÇOS

A empresa que vencer o processo licitatório deverá, com a técnica adequada, e com todos os insumos, mão de obra e equipamentos necessários, executar os serviços discriminados resumidamente abaixo:

1. Serviços de Campo
 - 1.1. Levantamento Planialtimétrico;
 - 1.2. Sondagem SPT e Rotativa;
 - 1.3. Análise do Solo.
2. projetos executivos - elaboração e apresentação dos estudos com alternativas e custos para estabilização do solo
 - 2.1. Projetos básicos e executivos, inclusive modelagem em metodologia BIM.
3. Elaboração de planilha orçamentária e cronograma físico-financeiro
 - 3.1. Geral.



4. Outros Serviços

4.1. Laudo de Avaliação estrutural do Canil.

Para maiores informações quanto aos serviços pertencentes a cada um dos subitens, consultar planilha orçamentária.

As Plantas/Pranchas disponibilizadas, enquanto material SIGILOSO pertencente à Polícia Federal, devem ser conceituadas como SEGREDO DE NEGÓCIO, somente serão disponibilizadas à empresa CONTRATADA após celebração do contrato, mediante o preenchimento do Termo de Confidencialidade e Responsabilidade. No entanto estarão disponíveis para consulta quando da vistoria para licitação, sendo vedado ao LICITANTE copiar, por meio digital ou analógico, fazer registro fotográfico de qualquer propriedade intelectual referente a projetos e das instalações da Administração Pública no âmbito da Polícia Federal.



5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS

5.1 Levantamento Planialtimétrico

5.1.1 Levantamento planialtimétrico e cadastral com teodolito e nível de precisão - terreno até 2.000 m², incluindo levantamento cadastral das estruturas existentes na faixa considerada e identificação dos pontos de sondagem (incluindo equipamento e transporte)

1. Características Técnicas:

- a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Área horizontal projetada efetivamente levantada.
- b. Limitado ao quantitativo especificado em planilha. Somente em caso de necessidade e autorizado pela fiscalização, poderá ser levantada área superior a indicada.
- c. O levantamento deverá ser entregue conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

3. Fases de execução:

- a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

5.2 Sondagem SPT e Rotativa

5.2.1 Mobilização e desmobilização de equipes e equipamentos de sondagem a percussão, inclusive deslocamento até Guaíra/PR (compreendem todos os custos no transporte e alocação e posterior remoção de máquinas, equipamentos e materiais, bem como pessoal técnico e de apoio, necessários à execução dos serviços de sondagem)

1. Características Técnicas:

- a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Por sondagem SPT executada em um mesmo local (endereço).
- b. Condicionada a realização das sondagens SPT previstas em planilha.
- c. Trata-se de um serviço acessório da execução das sondagens. A simples mobilização e desmobilização de pessoal e equipamentos, não gera direito a medição, mas fica condicionada a efetiva execução dos serviços de sondagens previstos.

3. Fases de execução:

- a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.



5.2.2 Sondagem a percussão (SPT) Ø 2 1/2", inclusive peças gráficas e relatório pertinentes e deslocamento entre furos

1. Características Técnicas:

a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

a. Por metro de sondagem executada em um mesmo local (endereço).

b. Inclui todos os custos com deslocamentos entre furos e outros necessários ou resultantes da execução do serviço.

b. O relatório deverá ser entregue conforme especificado no Apêndice IV deste documento. Relatório com informações distintas poderá ser aceito desde que este contenha todas as informações necessárias para a elaboração dos projetos previstos.

3. Fases de execução:

a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

5.2.3 mobilização e desmobilização de equipes e equipamentos de sondagem rotativa, inclusive deslocamento até Guaíra/PR (compreendem todos os custos no transporte e alocação e posterior remoção de máquinas, equipamentos e materiais, bem como pessoal técnico e de apoio, necessários à execução dos serviços de sondagem

1. Características Técnicas:

a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

a. Por sondagem rotativa executada em um mesmo local (endereço).

b. Condicionada a realização das sondagens rotativas previstas em planilha.

c. Trata-se de um serviço acessório da execução das sondagens. A simples mobilização e desmobilização de pessoal e equipamentos, não gera direito a medição, mas fica condicionada a efetiva execução dos serviços de sondagens previstos.

3. Fases de execução:

a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

5.2.4 Execução de sondagem rotativa em solo, inclusive as peças gráficas e relatório pertinentes e deslocamento entre furos

1. Características Técnicas:

a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

a. Por metro de sondagem rotativa executada em solo um mesmo local (endereço).



- b. Inclui todos os custos com deslocamentos entre furos e outros necessários ou resultantes da execução do serviço.
- c. O relatório deverá ser entregue conforme especificado no Apêndice IV deste documento.
- 3. Fases de execução:
 - a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

5.2.5 Execução de sondagem rotativa NW em rocha, inclusive as peças gráficas e relatório pertinentes

- 1. Características Técnicas:
 - a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.
- 2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:
 - a. Por metro de sondagem rotativa executada em rocha um mesmo local (endereço).
 - b. Inclui todos os custos com deslocamentos entre furos e outros necessários ou resultantes da execução do serviço.
 - d. O relatório deverá ser entregue conforme especificado no Apêndice IV deste documento. Relatório com informações distintas poderá ser aceito desde que este contenha todas as informações necessárias para a elaboração dos projetos previstos.
- 3. Fases de execução:
 - a. Conforme especificado no Apêndice IV deste documento.

5.3 Análise do Solo

5.3.1 Poço de inspeção em solo, seção transversal mín. 100cm ou circular 120cm (NBR 9604:2016), profundidade estimada de 2m, incluindo reaterro

- 1. Características Técnicas:
 - a. Conforme especificado no item 5.6 do Apêndice IV deste documento.
- 2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:
 - a. Por poço de inspeção executado um mesmo local (endereço).
 - b. Inclui todos os custos com deslocamentos e outros necessários ou resultantes da execução do serviço.
- 3. Fases de execução:
 - a. Conforme especificado no item 5.6 do Apêndice IV deste documento.

5.3.2 Preparação e coleta de amostras para ensaios de caracterização, talhagem bloco 30x30x30cm - NBR 9604/16 - solos



1. Características Técnicas:

- a. Conforme especificado no item 5.6 do Apêndice IV deste documento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Por amostra coletada conforme dimensões e recomendações estabelecidas na NBR 9604.
b. Inclui todos os custos com deslocamentos e outros necessários ou resultantes da execução do serviço.

3. Fases de execução:

- a. Conforme especificado no item 5.6 do Apêndice IV deste documento.

5.3.3 Ensaio de teor de umidade - processo speedy - solos e agregados miúdos

1. Características Técnicas:

- a. Aparelhagem necessária:
- Conjunto “Speedy”
 - Ampolas com cerca de 6,5g de carbureto de cálcio (CaC_2)

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Por ensaio corretamente realizado conforme DNER-ME 052/94 e relatório elaborado.

3. Fases de execução:

- a. Pesa-se a amostra e coloca-se na câmara do aparelho “Speedy”;
b. Introduz-se na câmara duas esferas de aço, seguidas da ampola de carbureto de cálcio, deixando-a deslizar com cuidado pelas paredes da câmara, a fim de evitar que se quebre;
c. Fecha-se o aparelho, agita-se-o repetidas vezes para quebrar a ampola, o que se verifica ter ocorrido pelo surgimento da pressão assinalada no manômetro;
d. Lê-se a pressão manométrica após esta se apresentar constante, o que indica que toda a água existente na amostra reagiu com o carbureto.
i. Se a leitura manométrica for menor do que 20 KPa (0,2 kg/cm²), o ensaio deve ser repetido com peso de amostra imediatamente superior ao empregado, conforme Capítulo 4. Se a leitura for maior que 150 KPa (1,5 kg/cm²), repete-se o ensaio com um peso imediatamente inferior.
e. Entra-se na tabela de aferição própria do aparelho com a leitura manométrica e o peso da amostra utilizada no ensaio; obtém-se a percentagem de umidade em relação à amostra total úmida.

5.3.4 Ensaio de limite de liquidez – solos – NBR 6459

1. Características Técnicas:



- a. É o valor de umidade no qual o solo passa do estado líquido para o estado plástico. Esse limite é determinado com auxílio do aparelho de Casagrande no qual se determina o teor de umidade que, com 25 golpes, une os bordos inferiores de uma canelura (um centímetro de comprimento) aberta, na massa de solo, por um cinzel de dimensões padronizadas.
- b. Equipamentos e materiais necessários:
 - Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C;
 - Balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01 g;
 - Aparelho de Casagrande;
 - Cápsula de porcelana com 12 cm de diâmetro;
 - Funil de 5 cm diâmetro;
 - Espátula de aço.
2. Crítérios de medição em obra e condições de pagamento:
 - a. Por ensaio realizado conforme NBR 6459 e relatório elaborado.
3. Fases de execução:

Utiliza-se 70g do material passado na peneira 40 (0,425 mm);

 - a. Coloca-se o material numa cápsula. Acrescenta-se de 15 a 20 cm³ de água destilada. Mistura-se até resultar em uma massa plástica;
 - b. Transfere-se a massa plástica para a concha do aparelho. A massa é moldada de tal forma que, a parte central da concha, apresente uma espessura de aproximadamente 1 cm;
 - c. Com o emprego do cinzel, divide-se a massa do solo em duas partes, abrindo-se uma ranhura no centro, perpendicularmente à articulação da concha;
 - d. Gira-se a manivela, procede-se ao golpeamento da concha contra a base do aparelho, à razão de duas voltas por segundo até que as bordas inferiores da ranhura se unam em 1,3 cm de comprimento, sendo registrado então o número de golpes;
 - e. Retira-se um pedaço de massa plástica do trecho em que ela se uniu. Coloca-se em uma cápsula para a determinação da umidade utilizando a estufa;
 - f. Repetem-se as operações, acima mencionadas, colocando-se agora de 1 a 3 cm³ de água, até se obter 5 pontos.

5.3.5 Ensaio de limite de plasticidade – solos (NBR 7180)

1. Características Técnicas:
 - a. É o valor de umidade na qual o solo passa do estado plástico para o estado semi-sólido. É o limite no qual o solo começa a se quebrar em pequenas peças, quando enrolado em



bastões de 3 mm de diâmetro. Ou seja, é o menor teor de umidade em que o solo se comporta plasticamente.

b. Equipamentos e materiais necessários:

- Peneira de 0,425 mm (Nº 40);
- Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C;
- Balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01 g;
- Placa de vidro esmerilhado;
- Cápsula de porcelana com 12 cm de comprimento e 5 cm de altura;
- Cilindro de comparação (gabarito);
- Espátula de aço;
- Pinça metálica.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Por ensaio realizado conforme NBR 7180 e relatório elaborado.

3. Fases de execução:

Utiliza-se 50g do material passado na peneira 40 (0,425 mm).

- a. Coloca-se a amostra na cápsula de porcelana, mistura-se água destilada até obter-se uma massa plástica e uniforme;
- b. Com a massa obtida forma-se uma pequena bola, que deve ser rolada sobre a placa de vidro esmerilhado, com pressão suficiente da mão para que a massa tome a forma de um cilindro de 3 mm de diâmetro por 10 cm de comprimento (gabarito);
- c. Amassa-se o material e procede-se como anteriormente. Continua-se a operação até que, por perda da umidade, o cilindro se fragmente ao atingir as medidas desejadas;
- d. Logo que o cilindro se quebre transferem-se vários pedaços para um recipiente para a determinação da umidade em estufa;
- e. Repetem-se as operações anteriores até que se obtenha um mínimo de 3 valores para a umidade.

5.3.6 Ensaio de granulometria por peneiramento - solos (NBR 7181)

1. Características Técnicas:

- a. Método de análise granulométrica de solos, realizada por peneiramento ou por uma combinação de sedimentação e peneiramento.
- b. Equipamentos e materiais necessários:
 - Estufa capaz de manter a temperatura entre 60°C e 65°C e entre 105°C e 110°C;



- Balanças que permitam pesar nominalmente 200 g, 1,5 kg, 5 kg e 10 kg, com resoluções de 0,01 g, 0,1 g, 0,5 g e 1 g, respectivamente, e sensibilidades compatíveis;
- Recipientes adequados, tais como dessecadores, que permitam guardar amostras sem variação de umidade;
- Aparelho de dispersão, com hélices substituíveis e copo munido de chicanas; a rotação da hélice do aparelho não deve ser inferior a 9.000 rpm;
- Proveta de vidro, com cerca de 450 mm de altura e 65 mm de diâmetro, com traço de referência indicando 1.000 cm³ a 20°C;
- Densímetro de bulbo simétrico, calibrado a 20°C e com resolução de 0,001, graduado de 0,995 a 1,050;
- Termômetro graduado em 0,1°C, de 0°C a 50°C;
- Relógio com indicação de segundos;
- Béquer de vidro, com capacidade de 250 cm³;
- Proveta de vidro, com capacidade de 250 cm³ e resolução de 2 cm³;
- Tanque para banho, com dimensões adequadas à imersão das provetas até o traço de referência, capaz de manter a temperatura da suspensão aproximadamente constante durante a fase de sedimentação;
- Peneiras de 50, 38, 25, 19, 9,5, 4,8, 2,0, 1,2, 0,6, 0,42, 0,25, 0,15 e 0,075 mm, de acordo com a NBR 5734;
- Escova com cerdas metálicas;
- Agitador mecânico de peneiras, com dispositivo para fixação de até seis peneiras, inclusive tampa e fundo.

2. CrITÉRIOS de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Por ensaio realizado conforme NBR 7181 e relatório gerado.

3. Fases de execução:

- a. Conforme descrito na NBR 7181.

5.3.7 Ensaio de cisalhamento rápido NBR ISSO 12957-1:2013 – por corpo de prova

1. Características Técnicas:

- a. Método de ensaio para determinar um índice das características de atrito de geotêxteis e produtos correlatos em contato com uma areia-padrão, de densidade e teor de umidade especificados, e sob tensão normal e velocidade de deslocamento constantes, utilizando aparelhagem de cisalhamento direto.
- b. Aparelhagem:



- Caixa de cisalhamento com área constante;
- Caixa de cisalhamento com área de contato que reduz durante ao ensaio;
- Suporte do corpo de prova;
- Sistema de deslizamento;
- Sistema de carregamento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Por ensaio realizado e relatório elaborado conforme NBR ISSO 12957-1.
- b. Envoltória de, no mínimo, 3 amostras coletadas.

3. Fases de execução:

- a. O corpo de prova deve estar plano e livre de dobras e rugas;
- b. Fixar o corpo de prova ao sistema de suporte. Na aparelhagem com área de contato que reduz durante o ensaio, a superfície superior do corpo de prova deve ser nivelada com a parte inferior da caixa de cisalhamento;
- c. Montar a parte superior da caixa;
- d. Preencher a parte superior da caixa de cisalhamento com o solo-padrão com uma espessura compactada de 50 mm. A areia deve ser compactada a uma massa específica de 1.750 kg/m^3 ;
- e. Preencher a parte superior da caixa de cisalhamento com uma massa de areia pré-pesada, de modo que, quando compactado, o material tenha a densidade requerida e ocupe o volume estabelecido;
- f. Montar os dispositivos de medida de carregamento e de deslocamento (transdutores ou medidores de marcas – dial gauges). Aplicar a força normal para obter uma das seguintes pressões: 50 KPa, 100 KPa ou 150 KPa;
- g. Medidas de força cisalhante devem ser feitas continuamente ou a intervalos que correspondam a deslocamentos de 0,2mm ou 12 segundos de intervalo de tempo. O deslocamento relativo real deve ser registrado ao mesmo tempo e a subida ou rotação da placa (usada para aplicar a carga vertical) deve ser medida no fim do ensaio;
- h. O ensaio termina quando o deslocamento relativo alcança 50 mm, para um comprimento de superfície cisalhante de 300 mm (ou 16,5% do comprimento da superfície cisalhante, em outros casos);
- i. Desmontar a aparelhagem e remover cuidadosamente a areia. Inspeccionar o corpo de prova, registrando qualquer alongamento, ruga ou dano;
- j. Realizar duas vezes o ensaio para tensão normal de 100 KPa e repetir o ensaio, se requerido, para os diferentes lados ou direções da amostra. Um novo corpo de prova deve ser usado para cada ensaio.



5.4 Projetos executivos - elaboração e apresentação dos estudos com alternativas e custos para estabilização do solo

5.4.1 Elaboração de projeto básico e executivo de muro de contenção/arrimo, com utilização de metodologia BIM, incluindo drenagens necessárias, lista de materiais e todos os detalhes necessários a correta execução e licitação dos serviços

1. Características Técnicas:

- a. Conforme especificado no Apêndice II deste documento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Por conjunto de documentos entregues (Estudos Preliminares, Projeto Básico e Projeto Executivo);
- b. Seguir as diretrizes contidas no Apêndice II deste documento.

3. Fases de execução:

- a. Conforme diretrizes contidas no Apêndice II deste documento e cronograma Gantt estimativo.

5.4.2 Elaboração de projeto básico e executivo de muro de fechamento, com utilização de metodologia BIM, lista de materiais e todos os detalhes necessários a correta execução e licitação dos serviços

1. Características Técnicas:

- a. Conforme especificado no Apêndice III deste documento.

2. Critérios de medição em obra e condições de pagamento:

- a. Por conjunto de documentos entregues (Estudos Preliminares, Projeto Básico e Projeto Executivo);
- b. Seguir as diretrizes contidas no Apêndice III deste documento.

3. Fases de execução:

- a. Conforme diretrizes contidas no Apêndice III deste documento e cronograma Gantt estimativo.

5.5 Elaboração de planilha orçamentária e cronograma físico-financeiro

5.5.1 Elaboração de orçamento de obras e toda documentação correlata: cronograma físico-financeiro, composições de custos unitários, mapa de cotações de mercado, comprovação das pesquisas, curvas abc de serviços e insumos, demonstrativo e justificativas para composição dos BDIs, adoção do regime de desoneração tributária, memória de cálculo das quantidades



do orçamento, caderno de encargos e especificações técnicas com especificação de materiais e serviços.

1. A fase de orçamento deverá contemplar:

- a. Descrição Orçamentária de todos os serviços propostos com suas respectivas unidades de medida em Planilha Orçamentária, que deverão abranger todos os projetos executivos, não sendo aceitos unidades de medida genéricas tais como “verba - vb” ou “ponto - pt”;
- b. Levantamento de Quantidades de todos os serviços propostos, comprovados analiticamente através de memórias de cálculo, devendo os projetos trazer a identificação dos elementos;
- c. Elaboração de Composição de Preço Unitário para todos os serviços descritos em Planilha Orçamentária, inclusive instalações elétricas, hidrossanitárias etc., conforme as tabelas e composições do SINAPI;
- d. Elaboração da Composição da Taxa de Encargos Sociais ou Leis Sociais pertinentes a localidade, e que deverá ser aberta, demonstrando todos os seus cálculos grupo a grupo;
- e. Elaboração da Composição da Taxa de Benefícios e Despesas Indiretas, a qual deverá explicar cada item da composição que culminou no resultado (composição aberta e com memorial justificativo);
- f. Os preços apresentados em Planilha Orçamentária, deverão tomar como parâmetro os custos unitários de materiais e serviços iguais aos constantes do SINAPI/CEF – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil da Caixa Econômica Federal, e, subsidiariamente, do DNIT/SICRO – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes / Sistema de Custos Rodoviários. Nos casos em que as referências não oferecerem esses custos poderão ser adotados aqueles disponíveis em tabelas de referência formalmente aprovada por órgão ou entidade da administração pública federal, estadual ou municipal, incorporando-se às composições de custos dessas tabelas, sempre que possível, os custos de insumos constantes do SINAPI. Na ausência de materiais e serviços com esses parâmetros, poderão extraordinariamente ser aceitos parâmetros provenientes de outros sistemas técnicos ou publicações de coleta de preços (ex.: TCPO/PINI – Tabela de Composição de Preços para Orçamento / Editora Pini), ou mesmo pesquisas de mercado com no mínimo três orçamentos por material ou serviço, apresentado em papel, fax ou mensagem eletrônica com a identificação do fornecedor, sempre na região de execução dos serviços;
- g. A Planilha Orçamentária deverá ser apresentada tanto de forma sintética como analítica, devendo possuir indicação da referência de cotação de preços e a época da coleta de preços, e deverá separar as parcelas de materiais e de mão-de-obra;
- h. Deve ser apresentada listagem (curva ABC) dos insumos e serviços orçados;



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

- i. Caderno de Cotações Único devendo ser organizado conforme a ordem dos itens da planilha orçamentária. As cotações devem ser juntadas em ordem e conter folha resumo com a descrição de todas as cotações, com destaque em negrito para o preço mais vantajoso.

A relação de itens para orçamento deverá ser única para todos os projetos e deverão conter a Etapa, a Atividade, e o Serviço com unidade e quantidade.

2. Definições para a Planilha Orçamentária:

A Planilha Orçamentária deverá conter os mesmos itens da Descrição Orçamentária, podendo possuir a aparência diferente do modelo abaixo, devendo, porém, preservar os campos e a estrutura.

No cabeçalho deverá constar o Cliente, Obra, Local, Data, Mês de referência e o valor total orçado em Reais.

Todas as folhas da Planilha Orçamentária deverão ser rubricadas pelo(s) responsável(eis) técnico(s) pela sua execução com exceção da última folha que deverá receber ser assinada e receber carimbo com nome, formação profissional, especialidade e número do CREA.

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit			Valor Unit com BDI			Total			Peso (%)
						M. O.	MAT.	Total	M. O.	MAT.	Total	M. O.	MAT.	Total	
1			ADMINISTRAÇÃO DA OBRA												0,00%
1.1			ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA												0,00%
1.1.1															0,00%
2			SERVIÇOS PRELIMINARES												0,00%
2.1			DEMOLIÇÕES E RETIRADAS												0,00%
2.1.1															0,00%
2.2.2															0,00%
2.2			LIMPEZA DO TERRENO												0,00%
2.2.1															0,00%
2.3			LIGAÇÕES PROVISÓRIAS												0,00%
2.3.1															0,00%
2.3.2															0,00%
2.4			TAPUMES E INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS												0,00%
2.4.1															0,00%
2			PÉDIO A												0,00%
2.1			SERVIÇOS PRELIMINARES												0,00%
2.1.1															0,00%
2.2			INFRAESTRUTURA												0,00%
2.2.1															0,00%
2.3			SUPERESTRUTURA												0,00%
2.3.1															0,00%
			SUB-TOTAL									R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
			BDI									R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
			TOTAL GLOBAL DO ORÇAMENTO									R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%



3. Curva ABC de Serviços e Insumo:

Deverá ser elaborada com a mesma formatação da planilha orçamentária, constando as porcentagens de peso por serviço ou insumo assim como um resumo, no final da planilha, contendo as porcentagens de cada faixa.

A Contratada deverá seguir o modelo fornecido pela Contratante.

4. Cronogramas:

O cronograma físico deve ser apresentado em duas formas: uma em PERT/CPM e outra em um Diagrama de GANTT devendo ser detalhado ao nível de atividades, não se restringindo às etapas.

Deve ser apresentado quantitativo de mão-de-obra (por especialidade) e de equipamentos para execução dos serviços, mês a mês, com base nas composições de preços e no cronograma físico.

O cronograma físico-financeiro deverá ser elaborado com base no cronograma físico e considerando o nível e valores das atividades, e os períodos previstos para medição dos serviços, definido como mensal, devendo ser apresentado por meio de programas com metodologia de gerenciamento de obras (Ex: MS-Project e outros) com interface com o programa Office Excel.

A Contratada deverá seguir o modelo fornecido pela Contratante.

5. Especificações Técnicas:

As especificações técnicas dos projetos deverão obedecer à estrutura listada abaixo composta de Local da Obra, Etapa, Atividade e Serviço.

Mesmo que uma determinada etapa tenha apenas um serviço, deverá haver uma Etapa e uma Atividade correspondente.

Deverão ser extraídos dessa estrutura apenas os itens que couberem ao projeto que está sendo elaborado, sendo possível o acréscimo de atividades ou serviços que não tenham sido contemplados (não deverão ser criadas outras etapas a não ser com autorização da Fiscalização).

Poderão ser utilizados, quando necessário, subitens do Serviço de forma a melhor explicá-lo. Como são meramente explicativos, estes subitens não farão parte da descrição de itens do orçamento ou da planilha orçamentária.

1	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS
1.1	Demolições e retiradas
1.2	Limpeza do terreno
1.3	Ligações provisórias



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

1.4	Tapumes e áreas de vivência
1.5	Locação da obra
2	MOVIMENTO DE TERRA
2.1	Drenagem do terreno
2.2	Escavações
2.3	Aterros e compactações
2.4	Carga manual e transporte de material escavado
2.5	Muro de arrimo e contenções
3	SERVIÇOS GERAIS INTERNOS
3.1	Carga e transporte manual
3.2	Carga e transporte mecanizado
3.3	Transporte com elevador
3.4	Transporte com guindaste
3.5	Instalação de guincho
3.6	Instalação de proteções
3.7	Andaimes
4	INFRAESTRUTURA
4.1	Fundações profundas
4.2	Serviços gerais de fundação
4.3	Fôrmas: infraestrutura
4.4	Armaduras: infraestrutura
4.5	Concreto: Infraestrutura
5	SUPERESTRUTURA
5.1	Fôrmas: superestrutura
5.2	Armaduras: superestrutura
5.3	Concreto: superestrutura
5.4	Elementos estruturais completos
5.5	Lajes e painéis pré-fabricados
6	PAREDES E PAINÉIS
6.1	Alvenaria de vedação
6.2	Alvenaria estrutural
6.3	Elementos vazados
6.4	Vergas
6.5	Placas divisórias pré-fabricadas
6.6	Divisórias leves
7	ESQUADRIAS DE MADEIRA



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

7.1	Portas
7.2	Janelas
8	ESQUADRIAS METÁLICAS
8.1	Portas
8.2	Janelas
8.3	Outros elementos
9	VIDROS
9.1	Vidro cristal comum
9.2	Vidro cristal laminado
9.3	Vidro cristal temperado
10	COBERTURA
10.1	Estrutura de madeira
10.2	Estrutura metálica
10.3	Telhas
10.4	Domus
11	IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAÇÃO TÉRMICA
11.1	Impermeabilização de baldrame
11.2	Impermeabilização de pisos
11.3	Impermeabilização de coberturas, lajes, marquises e terraços
11.4	Impermeabilização de calhas vigas-calhas e jardineiras
11.5	Impermeabilização de reservatórios
11.6	Impermeabilização de cortinas
11.7	Isolação térmica
12	ARGAMASSAS
12.1	Preparo de argamassa à base de cal hidratada
12.2	Argamassas mistas
12.3	Argamassas pré-fabricadas
13	REVESTIMENTOS DE FORROS
13.1	Chapisco
13.2	Emboço
13.3	Reboco
13.4	Acabamentos
14	REVESTIMENTOS DE PAREDES INTERNAS
14.1	Chapisco
14.2	Emboço



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

14.3	Reboco
14.4	Acabamentos
15	REVESTIMENTOS DE PAREDES EXTERNAS
15.1	Chapisco e entelamento
15.2	Emboco
15.3	Reboco
15.4	Acabamentos
16	PISOS INTERNOS
16.1	Lastro de contrapiso
16.2	Regularização de base
16.3	Acabamentos
16.4	Degraus, rodapés, soleiras e peitoris
16.5	Outros pisos
17	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
17.1	Abrigo de entrada
17.2	Rede de água fria: rasgos e enchimentos de alvenaria
17.3	Rede de água fria: tubos metálicos
17.4	Rede de água fria: conexões metálicas
17.5	Rede de água fria: tubos soldáveis de PVC
17.6	Rede de água fria: conexões soldáveis de PVC
17.7	Rede de água fria: conexões soldáveis/rosca de PVC
17.8	Rede de água fria: conexões soldáveis de PVC com rosca metálica
17.9	Rede de água fria: tubos roscáveis de PVC
17.10	Rede de água fria: conexões roscáveis de PVC
17.11	Rede de água fria: registros e válvulas
17.12	Rede de água fria: equipamentos
17.13	Rede de água fria: "envelope" de concreto
17.14	Rede de água quente: rasgos e enchimentos de alvenaria
17.15	Rede de água quente: tubos
17.16	Rede de água quente: conexões
17.17	Rede de água quente: registros e válvulas
17.18	Rede de água incêndio: rasgos e enchimentos de alvenaria
17.19	Rede de água incêndio: tubos
17.20	Rede de água incêndio: conexões
17.21	Rede de água incêndio: registros e válvulas
17.22	Rede de água incêndio: equipamentos
17.23	Rede de esgoto: rasgos e enchimentos de alvenaria
17.24	Rede de esgoto: tubos de ferro fundido
17.25	Rede de esgoto: conexões de ferro fundido



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

17.26	Rede de esgoto: tubos de PVC
17.27	Rede de esgoto: conexões de PVC
17.28	Rede de esgoto: tubos de cerâmica
17.29	Rede de esgoto: conexões de cerâmica
17.30	Rede de esgoto: serviços complementares
17.31	Rede de águas pluviais: rasgos e enchimentos
17.32	Rede de águas pluviais: tubos de ferro fundido
17.33	Rede de águas pluviais: conexões de ferro fundido
17.34	Rede de águas pluviais: tubos de PVC
17.35	Rede de águas pluviais: conexões de PVC
17.36	Rede de águas pluviais: tubos de cerâmica
17.37	Rede de águas pluviais: conexões de cerâmica
17.38	Rede de águas pluviais: tubos de concreto
17.39	Rede de águas pluviais: rufos, calhas e condutores
17.40	Rede de águas pluviais: serviços complementares
17.41	Aparelhos e metais
18	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
18.1	Ramal de serviço em média tensão
18.2	Subestação transformadora
18.3	Medição: alta tensão (AT) e baixa tensão (BT)
18.4	Ramal de serviço em baixa tensão
18.5	Quadro Geral de Baixa Tensão - QGBT
18.6	Centros de distribuição de energia para iluminação e tomadas
18.7	Quadros de força para ar-condicionado, bombas, informática etc.
18.8	Alimentadores parciais dos quadros a partir do QGBT
18.9	Circuitos terminais de iluminação e força
18.10	Tubulação telefônica até o distribuidor geral
18.11	Distribuidor geral
18.12	Tubulação primária a partir do distribuidor geral
18.13	Tubulação secundária a partir dos distribuidores internos
18.14	Distribuidor interno para Linha Privada de Comunicação de Dados (LPCD)
18.15	Cabeamento externo para voz e dados
18.16	Rede interna de dados: cabo dedicado
18.17	Blocos para conexão
18.18	Alarme contra roubo: central, tubulações, acionadores e rede
18.19	Alarme contra incêndio: central, tubulação, seletivos e rede
18.20	Som ambiental: central, tubulação e rede
19	PINTURA
19.1	Pintura em estruturas metálicas
19.2	Pintura em forros e paredes internas



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

19.3	Pintura em paredes externas
19.4	Pintura em concreto
19.5	Pintura em esquadrias de madeira
19.6	Pintura em esquadrias metálicas
19.7	Pintura externa em geral
19.8	Pintura em elementos de funilaria
20	SERVIÇOS COMPLEMENTARES
20.1	Muros e fechamentos
20.2	Pavimentação externa
20.3	Paisagismo
20.4	Quadras de esportes
20.5	Limpeza
20.6	Complementos internos
20.7	Complementos externos
20.8	Serviços de marcenaria
20.9	Serviços de serralheria
21	INSTALAÇÕES DE AR-CONDICIONADO
21.1	Aparelhos condicionadores
21.2	Torres
21.3	Tubulações
21.4	Dutos
21.5	Grelhas e difusores
21.6	Drenagem
21.7	Bombas
21.8	Interligações elétricas
22	INSTALAÇÕES ESPECIAIS
22.1	Instalações de transporte vertical
22.2	Instalações de gás
22.3	Instalações de coleta de lixo
22.4	Cofres
22.5	Portas de segurança
22.6	Salas de autosserviço
22.7	Outras instalações

O resumo dos documentos que devem ser entregues pela contratada para este item, está indicada abaixo:

1. Planilha orçamentaria sintética;
2. Planilha orçamentária analítica;



3. Planilha orçamentária resumida;
4. Planilha de composições unitárias;
5. Cronograma físico-financeiro;
6. Cronograma Gantt;
7. Planilha de cotações de mercado (mapa de cotações);
8. Documento comprobatório das cotações de mercado;
9. Curva ABC de Serviços;
10. Curva ABC de Insumos;
11. Demonstrativo de cálculo dos BDIs (para mão de obra e para itens de mero fornecimento de insumos e equipamentos – diferenciado);
12. Justificativas técnicas para os coeficientes adotados nos BDIs;
13. Memória de cálculo das quantidades do orçamento;
14. Planilha comparativa entre os regimes de tributação da folha de pagamento (mão de obra desonerada e não desonerada) para fins de escolha do regime mais vantajoso para a Administração Pública;
15. Demonstrativo de Encargos Sociais aplicados;
16. Caderno de Encargos e Especificações Técnicas conforme modelo fornecido pela Administração;
17. ART/RRT de responsabilidade pela elaboração da planilha orçamentária, cronogramas e demais documentação técnica.

5.6 Outros Serviços

5.6.1 Laudo de avaliação estrutural da edificação do canil, incluindo ART

1. Levantamento físico/cadastral

Compreende o levantamento de dados, dimensões e informações necessárias da área existente da edificação, apresentados de forma gráfica, para fundamentar os estudos, definições acerca do planejamento da obra de recuperação.

Os levantamentos de quantidades e características devem ser capazes de embasar todas as propostas técnicas de projeto, sendo de responsabilidade exclusiva da contratada.

Deverá conter:

- a) Planta Baixa;
- b) Cortes e fechadas;
- c) Levantamento Fotográfico.



2. Engenharia Diagnóstica

I. **Diagnóstico das Condições Gerais da Edificação**

A presente seção deste documento referencial objetiva a contratação dos serviços de engenharia diagnóstica, especificamente, inspeção estrutural.

A engenharia diagnóstica trabalha com cinco ferramentas básicas: vistoria, inspeção, auditoria, perícia e consultoria. Estas ferramentas são definidas e geram os respectivos documentos, como seguem abaixo:

- Vistoria: constatação técnica de determinado fato, mediante verificação “in loco”; documento gerado: relatório;
- Inspeção: é a análise técnica do fato com base na interpretação e experiência do profissional; documento gerado: laudo;
- Auditoria: é o atesto técnico, ou não, de conformidade de fato; documento gerado: laudo;
- Perícia: é a determinação da origem, causa e mecanismos de ação do fato; documento gerado: laudo;
- Consultoria: é a prescrição técnica a respeito de fato: documento gerado: laudo e projeto de recuperação estrutural.

II. **Diagnóstico das Condições Gerais da Edificação**

A formulação dos novos projetos deverá ser precedida de laudos técnicos com avaliação da situação existente, com ênfase na análise das patologias e das condições gerais da estrutura – Inspeção.

Os laudos técnicos destinam-se a fornecer os elementos necessários, de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em atendimento às legislações Municipal e Estadual, com diagnóstico geral de cada área ou setor para embasamento dos projetos de recuperação e restauração.

Devem-se basear-se na documentação levantada (vistoria, inspeção, projetos etc.), identificando falhas e anomalias, classificando essas deficiências quanto ao grau de risco oferecido ao patrimônio – perícia, bem como apresentar recomendações de medidas de reparos, recuperações, reforços estruturais, dentre outras orientações técnicas de projeto.

O responsável técnico pela perícia deve analisar as condições de desempenho estrutural ou perda de desempenho ao longo do tempo e, quando possível, descrever evolução provável dos sintomas e indicar possíveis consequências a curto e médio prazo, em caso de não intervenção ou substituição.

III. **Realização de Ensaios e Prospecções Auxiliares**

Análise das não conformidades observadas e recomendações gerais quanto à criticidade e outros aspectos, indicação das orientações técnicas e/ou lista de medidas preventivas e corretivas necessárias à



correção de falhas e anomalias; indicação da ordem de prioridade das falhas e anomalias, indicação de aspectos restritivos quanto ao uso e eventual limitação da capacidade de público, em função das anomalias e falhas constatadas, indicação de medidas complementares a análise conclusiva das falhas e anomalias, e eventual necessidade de realização de ensaios tecnológicos e outras avaliações especializadas; data e hora do laudo, assinatura do(s) responsável(eis) técnico(s), acompanhada do registro no CAU ou CREA. Dentre os possíveis ensaios de campo e de laboratório, e prospecções necessários, pontuam-se:

- No concreto:
 - Esclerometria: mede a dureza do concreto (não destrutivo) – 6 amostras;
 - Profundidade de carbonatação: verifica a carbonatação no concreto (destrutivo) – 0 amostras.
 - Extração de corpos de prova para a realização do ensaio de resistência à compressão do concreto – 0 amostras;
- Na armadura:
 - Localização e espessura do recobrimento (pacômetro): localização e profundidade da armadura – 6 amostras;
 - Medição de potenciais: verifica a existência ou não de corrosão (potencial corrosão) (não destrutivo) – 6 amostras.

IV. Realização de Ensaios e Prospecções Auxiliares

A formulação do Laudo Técnico deverá ter por ênfase a análise das patologias e condições gerais dos seguintes itens:

- a) Estruturas de concreto armado;
- b) Revestimentos;
- c) Instalações elétricas;
- d) Sistema de proteção contra descargas elétricas;
- e) Impermeabilizações.

O Laudo Técnico destina-se a fornecer todos os elementos necessários, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, atendimento às legislações Municipal e Estadual ao embasamento dos projetos.

O Laudo Técnico deve apresentar um diagnóstico geral das estruturas já citadas.

Deve basear-se na documentação levantada e sob responsabilidade da Contratada através de:

- Inspeções visuais;
- Ensaios e prospecções, caso necessário.



Deve identificar eventuais falhas e anomalias, classificando essas deficiências quanto ao grau de risco oferecido, bem como apresentar recomendações de medições de reparos, recuperações, reforços estruturais, dentre outras orientações técnicas.

V. Conteúdo do laudo técnico

- a) Identificação do responsável técnico pelo Laudo; identificação do objeto; identificação das Normas Técnicas Específicas; descrever a solicitação; e citar qualquer outra informação deste levantamento que possa subsidiar a análise.
- b) Descrição técnica do objeto (informações que relatam a tipologia construtiva, os sistemas construtivos, dentre outros dados relevantes à caracterização do objeto da vistoria, com base na documentação apresentada pelos demais levantamentos); capacidade, ocupação e idade da edificação; critério e metodologia adotados; lista de verificação dos elementos construtivos e equipamentos vistoriados com a descrição e localização das respectivas anomalias e falhas; classificação e análise das anomalias e falhas quanto ao grau de risco estrutural causado pela manifestação patológica; observações sobre a documentação analisada.
- c) Realização de ensaios e prospecções auxiliares, caso necessário.
- d) Análise das não conformidades observadas e recomendações gerais quanto à criticidade e outros aspectos; indicação das orientações técnicas e/ou lista de medidas preventivas e corretivas necessárias à correção de falhas e anomalias; indicação da ordem de prioridade das falhas e anomalias; indicação de aspectos restritivos quanto ao uso e eventual limitação da capacidade de público, em função das anomalias e falhas constatadas; indicação de medidas complementares à análise conclusiva das falhas e anomalias, e eventual necessidade de realização de ensaios tecnológicos e outras avaliações especializadas; data e hora do Laudo; assinatura do(s) responsável(eis) técnico(s), acompanhada do registro no CREA; a validade do presente laudo é de 2 (dois) anos.
- e) Anexos: registro fotográfico (fotos numeradas e suas legendas); cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica (RRT/ART); plantas ou outros documentos necessários à fundamentação das conclusões e elucidações de fatos descritos no corpo do Laudo.

Para padronização de forma de apresentação, fica definido que o relatório final do Laudo deverá seguir o padrão WORD ou equivalente, e caso tenha planilhas, seguir o padrão EXCEL ou equivalente.

A formatação do documento deverá ser da ABNT para entrega de documentos técnicos ou intelectuais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todas as etapas que serão formalmente analisadas e inscritas em registro de ocorrências, os serviços sofrerão inspeção minuciosa por equipe multidisciplinar do Contratante para constatar e relacionar os ajustes que se fizerem necessários. Em consequência desta verificação, deverão ser executados todos os



serviços de revisão levantados. Tais inspeções serão executadas, quando pertinentes, em conjunto com o(s) responsável(is) técnico(s) da Contratada.

Todo e qualquer serviço complementar, visando à entrega dos serviços em perfeitas condições de encaminhamento ao procedimento de licitação para construção, de acordo com a legislação municipal, estadual e federal e normas da ABNT necessárias à concepção dos projetos, deverão ser previstos e executados pela Contratada.

A entrega do serviço não exime a Contratada, em qualquer época, das garantias concedidas e das responsabilidades assumidas em contrato e por força das disposições legais em vigor (Lei 10.406 de 10/01/2002 – Código Civil).

A Contratada deverá providenciar toda e qualquer documentação necessária à execução dos serviços contratados.

Após o recebimento provisório dos serviços, e até o seu recebimento definitivo, a Contratada deverá fornecer toda a assistência técnica necessária à solução de eventuais dúvidas detectadas na vistoria final, bem como assurgidas nesse período, e solucionar as imperfeições detectadas, independentemente de sua responsabilidade civil.

Deverá ser providenciado, pela Contratada, baixas da ART de todos os envolvidos, junto ao CREA em cuja jurisdição for exercida a atividade, entregando à Fiscalização toda a documentação referente a essas providências.

Imprevistos diversos serão de ônus exclusivo da Contratada, até o limite estabelecido no edital de licitação dos serviços. Serviços extras com ônus para o Contratante somente poderão ser executados, se autorizados expressamente pela autoridade competente.

A Contratada assumirá integral responsabilidade pela boa realização e eficiência dos serviços e projetos que efetuar, de acordo com o presente Caderno de Encargos e Especificações Técnicas, Edital e demais documentos técnicos fornecidos, bem como por quaisquer danos decorrentes da realização de ditos trabalhos.

A Contratada também assumirá a integral responsabilidade e garantia pela execução de qualquer modificação ou projeto alternativo que forem por ela propostos e aceitos pelo Contratante, incluindo eventuais consequências advindas destas modificações nos serviços seguintes.

IMPORTANTE: Após a entrega e aprovação final dos projetos executivos, a propriedade destes pertencerá definitivamente ao Contratante.

6.1 Interpretação de divergências nos documentos técnicos

Os Projetos de Arquitetura e Engenharia são considerados parte integrante do projeto básico.



Os Projetos de Arquitetura e Engenharia possuem todos os elementos que caracterizam o Projeto Executivo, na forma da Lei.

Para efeito de interpretação de divergências entre os documentos contratuais, fica estabelecido que:

- Em caso de divergências entre a Planilha Orçamentária e o Caderno de Especificações Técnicas, prevalecerá este último;
- Em caso de divergência entre a Planilha orçamentaria e o Memorial de Projeto, prevalecerá este último;
- Em caso de divergências entre os projetos gráficos (engenharia e arquitetura) e o Caderno de Especificações Técnicas, prevalecerá este último;
- Em caso de divergências entre os Projetos Gráficos (engenharia e arquitetura); e o Memorial de Projeto, prevalecerá este último;
- Em caso de divergências entre os desenhos de detalhes e os projetos gráficos de engenharia e arquitetura, prevalecerão sempre os primeiros;
- Em caso de divergências entre as cotas dos desenhos e suas dimensões medidas em escala, a fiscalização, sob consulta prévia, definirá as dimensões corretas;
- Em caso de divergências entre os desenhos de escalas diferentes, prevalecerão sempre os de maior escala;
- Em caso de divergências entre os desenhos de datas diferentes, prevalecerão sempre os mais recentes.

Os projetos apresentados pelo Contratante, caso necessário, deverão sofrer correções e complementações para se adaptarem às normas atuais, sempre obedecendo aos procedimentos necessários para sua aprovação pela FISCALIZAÇÃO.

Não caberá à Contratada alegação de desconhecimento ou omissões em orçamento.

6.2 Livro de Registro de Atividades - Diário de Obras

No livro de registro das atividades deverão constar as anotações:

- Pela CONTRATADA:
 - As condições meteorológicas prejudiciais ao andamento dos trabalhos;
 - As consultas à FISCALIZAÇÃO;
 - As datas de conclusão de etapas, caracterizadas de acordo com o cronograma aprovado;
 - Os acidentes ocorridos;
 - As respostas às interpelações da FISCALIZAÇÃO;



- A eventual escassez de material que resulte em dificuldade para execução dos trabalhos
- Medições das etapas cumpridas e respectivos valores a serem faturados;
- Interrupções no fornecimento de energia elétrica e/ou água;
- Outros fatos que, a juízo da CONTRATADA, devem ser objeto de registro;
- Efetivo diário de operários presentes.
- Pela FISCALIZAÇÃO:
 - Preenchimento dos cabeçalhos;
 - Atestado da veracidade dos registros da CONTRATADA;
 - Juízo formado sobre o andamento dos trabalhos, tendo em vista o projeto básico e seus anexos, especificações, prazos e cronogramas;
 - Soluções às consultas lançadas ou formuladas pela CONTRATADA;
 - Restrições que lhe pareçam cabíveis a respeito do andamento dos trabalhos ou do desempenho da CONTRATADA, seus prepostos e sua equipe;
 - Determinação de providências para cumprimento dos termos do Contrato, do projeto básico e seus anexos e especificações;
 - Aprovação das medições para faturamento;
 - Outros fatos ou observações cujo registro se torne conveniente ao trabalho da FISCALIZAÇÃO.

O diário de obras é documento obrigatório para os serviços de campo e condicionante a realização de medições para pagamentos.



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

APÊNDICE I DO CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Procedimentos, critérios e padrões para a execução de sondagens em contratações da Polícia Federal



Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	5
3. DEFINIÇÃO	5
4. EQUIPAMENTOS	6
4.1. Sondagem a trado	6
4.2. Sondagem a Percussão	6
4.3. Sondagem Rotativa	7
4.4. Poços de Inspeção	11
4.5. Barra Mina	12
5. EXECUÇÃO	12
5.1. Condições Gerais de Execução	12
5.2. Sondagem a Trado	13
5.2.1. Amostragem	14
5.2.2. Apresentação dos Resultados	14
5.2.2.1. Boletim de Campo	14
5.2.2.2. Relatório	15
5.2.2.3. Anexos	15
5.3. Sondagem a Percussão	16
5.3.1. Ensaio de Penetração Dinâmica	18
5.3.1.1. Diretrizes	18
5.3.1.2. Execução	19
5.3.1.3. Amostragem	20
5.3.2. Paralisação da Sondagem	23
5.3.2.1. Impenetrável:	23
5.3.2.2. Critério para paralisação em cortes:	24
5.4. Sondagem Rotativa	30
5.4.1. Recuperação dos Testemunhos	32
5.4.2. Classificação Geológica dos Testemunhos da Sondagem	33
5.4.2.1. Grau de alteração	33
5.4.2.2. RQD - designação qualitativa da rocha	34
5.4.2.3. Grau de fraturamento	35
5.4.2.4. Grau de coerência	35
5.4.2.5. Grau de resistência à compressão simples	35
5.4.2.6. Classificação das descontinuidades principais	36
5.4.3. Ensaio de Perda D'Água	36
5.4.3.1. Equipamento	37
5.4.3.2. Disposição dos equipamentos	38



5.4.3.3.	Água	38
5.4.3.4.	Ensaio de perda de carga	38
5.4.3.5.	Trecho e pressões do ensaio de perda d'água.....	39
5.4.3.6.	Procedimento do ensaio.....	39
5.4.4.	Apresentação dos Resultados	41
5.4.4.1.	Boletim de campo.....	41
5.4.4.2.	Relatório	42
5.4.4.3.	Anexos.....	43
5.5.	Sondagem Mista	44
5.5.1.	Apresentação dos Resultados.....	44
5.6.	Poços de Inspeção	44
5.6.1.	Amostragem	46
5.6.1.1.	Amostra deformadas	47
5.6.1.2.	Amostras indeformadas.....	48
5.6.2.	Apresentação dos resultados	49
5.6.2.1.	Boletim de campo	49
5.6.2.2.	Relatório	50
5.6.2.3.	Anexos.....	50
5.7.	Barra Mina	51
5.7.1.	Apresentação dos Resultados.....	52
5.7.1.1.	Boletim de campo	52
5.7.1.2.	Relatório	53
5.7.1.3.	Anexos.....	53
6.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO	54
6.1.	Sondagem a Percussão	54
6.2.	Taxa Fixa de Instalação Sondagens a Percussão ou Rotativa.....	54
6.3.	Transporte de Equipamento de Sondagem.....	54
6.4.	Deslocamento de Equipamento de Sondagem	55
6.5.	Plataforma ou Banqueta para Sondagem a Percussão ou Rotativa.....	55
6.6.	Flutuante para Sondagem	55
6.7.	Instalação de Sondagem a Percussão ou Rotativa sobre Flutuante.....	55
6.8.	Rotativa em Solo, Rocha Alterada e Rocha Sã.....	56
6.9.	Sondagem a Trado	56
6.10.	Abertura de Poço de Inspeção.....	56
ANEXO A – CAIXA DE TESTEMUNHO		58
ANEXO B – CONVENÇÕES GRÁFICAS GEOLÓGICAS		59
ANEXO C – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM ROTATIVA OU MISTA		60
ANEXO D – BOLETIM PARA SONDAGEM ROTATIVA		61



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

ANEXO E – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO	62
--	-----------



1. INTRODUÇÃO

Esta Instrução de Projeto apresenta os procedimentos, critérios e padrões a serem adotados como os mínimos recomendáveis para a execução de sondagens em contratações da Polícia Federal.

2. OBJETIVO

Definir os critérios que orientam os métodos, procedimentos e equipamentos para a execução e pagamento dos serviços de exploração do subsolo, através de sondagens a trado, percussão, rotativa e barra mina em obras sob a jurisdição da Polícia Federal.

3. DEFINIÇÃO

As sondagens e poços de inspeção consistem em perfurações realizadas no terreno para determinação das espessuras, profundidades, características, estruturas e índices de resistência das camadas de solos e rochas de interesse, além da determinação do lençol freático. As sondagens são realizadas através de quatro métodos de perfuração distintos ou ainda pela combinação dos métodos: trado, percussão, rotativa ou barra mina.

A sondagem a trado (ST) tem o objetivo de determinar, espessuras, nível d'água e o tipo de solo encontrado. É realizado com a escavação através de trado cavadeira com coletas de amostra de solo a cada metro, horizonte, ou a critério pré-estabelecido para ensaios geotécnicos ou estudos geológicos.

A sondagem a percussão (SP) tem o objetivo de determinar os tipos de solos e suas profundidades de ocorrência e índices de resistência à penetração do solo, e obter a posição do nível d'água.

O índice de resistência à penetração, é realizado pela cravação de amostrador padrão no terreno, em golpes sucessivos de um peso determinado em queda livre, sobre a cabeça de cravação, conectada às hastes e ao barrilete corresponde ao número de golpes necessários à cravação do amostrador.

Quando à resistência do material impede a cravação do amostrador padrão, o ensaio deve ser interrompido, ou segundo critérios preestabelecidos em função da finalidade da sondagem a ser realizada.

A sondagem rotativa (SR) tem o objetivo de obter testemunhos para o reconhecimento, onde não é possível a avaliação do subsolo através das sondagens a trado ou percussão, pois se tornou impenetrável através destas sondagens. É realizado através de sondas rotativas, providas de hastes, coroa de corte e barrilete amostrador. A profundidade da sondagem deve ser interrompida segundo critérios preestabelecidos, em função da finalidade da sondagem a ser realizada.



A sondagem mista: SM, STP e SPR, reúne as possibilidades de cada sondagem considerando as condições do subsolo, custos operacionais e informações desejadas, indicando as vantagens para esta opção.

A sondagem por meio de poços de inspeção (P) tem o objetivo de permitir o acesso de um observador, visando a inspeção e mapeamento das paredes e fundo e, obter amostras representativas deformadas e indeformadas de solo.

A sondagem barra-mina (BM) tem por finalidade a determinação da espessura e a área de abrangência de solos moles.

4. EQUIPAMENTOS

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pela fiscalização.

Os equipamentos básicos para execução das sondagens e poços de inspeção são:

4.1. Sondagem a trado

- a) trados do tipo cavadeira e helicoidal;
- b) hastes metálicas;
- c) ponteira;
- d) medidor de nível de água;
- e) trena;
- f) recipientes para coletas de amostras, etiquetas.

4.2. Sondagem a Percussão

- a) tripé ou equivalente;
- b) hastes;
- c) tubos de revestimento;
- d) amostradores;
- e) peso para cravação do conjunto haste e amostrador;
- f) bomba d'água;
- g) baldinho;
- h) válvula de pé;
- i) trepano de lavagem;
- j) motor com guincho;



- k) macacos ou saca tubos;
- l) medidor de nível de água;
- m) trado do tipo cavadeira ou espiral;
- n) trena;
- o) recipientes para coletas de amostras, etiquetas, caixa d' água.

4.3. Sondagem Rotativa

- a) tripé ou equivalente;
- b) sonda rotativa;
- c) bomba d'água;
- d) guincho;
- e) tubos de revestimentos;
- f) coroas diamantadas;
- g) luvas alargadoras;
- h) barriletes;
- i) retentores de testemunhos;
- j) obturadores de borracha;
- k) hastes de perfuração:
 - a. As hastes de perfuração são necessárias para o avanço da sondagem e conduzem no seu interior o fluido para refrigeração das peças de corte. Os diâmetros usados constam da Tabela 1.

Tabela 1: Dimensões padronizadas de haste W (mm)

Denominação	Ø externo	Ø Interno	Ø Int. niple
EW	34,9	44,4	53,9
AW	66,7	88,9	23,0
BW	31,5	42,8	57,1
NW	77,7	11,1	15,9
HW	19,0	34,9	60,3

- b. Os comprimentos das hastes são: 6,096 m; 3,048 m; 1,524 m; 0,914 m; 0,610 m e 0,305 m.
 - l) Revestimentos:
 - a. Os revestimentos são geralmente usados nos solos, rochas porosas, alteradas ou fraturadas para impedir o fechamento do furo, assim como na prevenção da perda de água de circulação. Os diâmetros usuais dos revestimentos, dentro de cada grupo, constam na Tabela 2 e Tabela 3;



- b. Instrumento constituído por um ou dois tubos de aço, com adaptação de peças cortantes incrustadas de diamante ou metal duro para cortes de rocha, sendo que o núcleo, testemunho, é recolhido no tubo e seguro por meio de uma mola cônica.

Tabela 2: Revestimentos Grupo W junção lisa direta

Denominação	Ø externo	Ø Interno
EW	42,6	38,2
AW	57,3	48,5
BW	73,2	60,5
NW	89,1	76,4
HW	114,5	101,4

Tabela 3: Revestimentos Grupo X junção lisa com niple ou conector

Denominação	Ø externo	Ø Interno	Ø Int. niple
EX	42,6	41,2	38,2
AX	57,3	50,7	48,5
BX	73,2	65	60,5
NX	89,1	80,8	76,4
HX	114,5	104,6	101,4

m) barrilete amostrador

- a. instrumento constituído por um ou dois tubos de aço, com adaptação de peças cortantes incrustadas de diamantes ou metal duro para cortes de rocha, sendo que o núcleo, testemunho, é recolhido no tubo e seguro por meio de uma mola cônica. Utilizam-se barriletes simples, duplos rígidos e duplos giratórios;
- b. Os barriletes simples dos grupos WG e WT consistem em um único tubo em cuja extremidade inferior são conectados o alargador e a coroa. São muito usados para dar início à perfuração quando a rocha está aflorante. O uso normal dos mesmos é feito em formações rochosas muito compactas e coerentes, tornando-se inadequados em rochas friáveis, quebradiças ou facilmente erosíveis;
- c. os barriletes duplos rígidos dos grupos WG e WT são semelhantes aos simples, apresentando, porém, além do tubo externo, um tubo interno que armazena e impede o contato da água de perfuração com parte significativa do testemunho. São normalmente adequados para usos em formações rochosas compactas coerentes e pouco fraturadas. Podem ser usados, também, em formações rochosas pouco coerentes, desde que sejam relativamente compactas e pouco fraturadas;
- d. os barriletes duplos giratórios dos grupos WG e WT apresentam dois tubos, sendo um externo e outro interno e, na parte superior, um dispositivo que faz com que a camisa interna permaneça estacionária, não girando com o conjunto. É recomendado o



uso desses barriletes em formações rochosas friáveis e fraturadas;

- e. Os barriletes duplos giratórios, do grupo WM com caixa de mola, são utilizados para as sondagens em rochas inconsistentes ou friáveis, possibilitando melhor recuperação;
- f. Os tipos e diâmetros usados, dentro de cada grupo, constam na Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 4: Barrilete Simples Grupo WG

Denominação	Ø externo	Ø Interno
EWG	36,5	23,8
AWG	46,0	32,5
BWG	57,9	44,4
NWG	73,8	57,1
HWG	95,2	79,3

Tabela 5: Barrilete Duplos, Grupo WG e WM

Denominação	Ø externo	Ø Interno
EWG EWM	36,49	23,79
AWG AWM	46,02	31,75
BWG BWM	57,93	46,63
NWG NWM	73,81	57,15
HWG HWM	95,25	77,77

Tabela 6: Barrilete Simples e Duplos, Grupo WT

Barrilete	Simples		Simples	
	Ø externo	Ø Interno	Ø externo	Ø Interno
EWT	-	-	36,5	24,6
AWT	-	-	46,8	34,1
BWT	58,7	46,6	58,7	46,0
NWT	73,8	61,9	73,8	60,3
HWT	96,8	84,1	96,8	82,5

- g. A nomenclatura apresentada corresponde aos diversos tamanhos e seus diâmetros correlatos.
- h. As duas primeiras letras designam a haste a ser usada para a cabeça rosqueada do barrilete, terceira letra indica o tipo do barrilete;
- i. Os comprimentos das hastes para os barriletes Grupos WG e WT são: 6,096 m; 3,048 m;



1,524 m; 0,914 m; 0,610 m e 0,305 m.

n) Coroas, alargadores para barriletes:

- As coroas e alargadores ou calibradores são acoplados aos barriletes amostradores e têm a função de cortar a rocha ou formação dura. Podem ser de diamante, vídia ou outro material apropriado e, o tipo e qualidade a empregar dependem do material a ser perfurado;
- para destruir pedaços de testemunho ou rocha que tenham caído no interior do furo, ou simplesmente, fazer um furo sem recuperação, usam-se coroas de seção plana ou maciças;
- os diâmetros usados, dentro de cada grupo, constam na Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 7: Diâmetro de coroas e alargadores (mm)

Denominação	Coroa		Alargador Ø externo	Alargador Ø interno
	Ø externo	Ø Interno		
EWG EWM	37,33	21,46	37,7	20,6
AWG AWM	47,62	30,09	48,0	29,3
BWG BWM	59,56	42,03	59,9	41,2
NWG NWM	75,31	57,73	75,60	53,9
HWG HWM	98,8	76,2	99,2	75,4

Tabela 8: Grupo WT (mm)

Denominação	Coroa		Alargador Ø externo	Alargador Ø interno
	Ø externo	Ø Interno		
EWT	37,3	22,9	37,7	22,5
AWT	47,6	32,5	48,0	31,7
BWT	59,6	44,4	59,9	43,6
NWT	75,3	58,7	75,6	57,9
HWT	98,8	80,9	99,2	80,1

o) Coroas, alargadores e sapatas para revestimentos:

- As coroas e alargadores ou calibradores são acoplados aos barriletes amostradores e têm a função de cortar a rocha ou formação dura. Podem ser de diamante, vídia ou outro material apropriado e, o tipo e qualidade a empregar dependem do material a ser perfurado;
- As sapatas para revestimento são, também, acopladas ao revestimento e cortam a formação, permitindo o avanço do mesmo. Permitem passagem do barrilete de mesma



denominação através do seu interior. Os diâmetros usados constam da Tabela 9.

Tabela 9: Diâmetros de coroas, alargadores e sapatas de revestimentos, séries X e W (mm)

Denominação	Coroa		Alargador Ø externo	Sapatas	
	Ø externo	Ø Interno		Ø externo	Ø interno
EX EW	47,6	35,6	48	47,6	37,9
AX AW	59,5	45,2	59,9	59,5	48,2
BX BW	75,3	56,2	75,6	75,3	60,2
NX NW	91,8	72,1	92,2	91,8	75,9
HX HW	117,4	95,9	-	117,5	99,6

p) Sistema Wire-Line, série Q

- a. Nesse sistema a penetração do barrilete é executada por meio de rotação das hastes. Uma vez penetrado na rocha, o barrilete é destravado das hastes, içado por meio de um pescador automático e puxado, através de um cabo de aço, por dentro das hastes, até a superfície. Neste sistema as hastes de sondagem servem, também, como revestimento. Os diâmetros usados de hastes, barriletes, coroas e alargadores para barriletes constam da Tabela 10.

Denom.	Haste		Barrilete				Coroa		Alargador	Testemunho
			Tubo Externo		Tubo Interno					
	Ø ext.	Ø Int.	Ø ext.	Ø int.	Ø ext.	Ø int.	Ø ext.	Ø Int.	Ø Ext.	Ø Int.
AQ	44,5	34,9	46,0	36,5	32,5	28,6	47,6	27,0	48,0	26,8
BQ	55,6	46,0	57,2	46,0	42,9	38,1	59,5	36,5	60,0	36,2
NQ	69,9	60,3	73,0	60,3	55,6	50,0	74,6	47,6	75,8	47,4
HQ	88,9	77,8	92,1	77,8	73,0	66,7	95,6	63,5	96,0	63,0

4.4. Poços de Inspeção

- a) ferramentas manuais como: sarilho, corda, enxadão, picareta, pá, balde, escada, colher de pedreiro, desempenadeira de aço;
- b) caixa cúbica de madeira ou similar;
- c) talagarça, parafina, pincel, carrinho-de-mão;
- d) Saco plástico e de lona, recipientes de plástico, vidro ou alumínio, com tampa hermética,



etiquetas para identificação e trena.

A corda e o sarilho devem ser suficientemente resistentes para suportar com segurança o peso de um homem. Por razões de segurança, deve ser mantida uma corda de reserva, estendida junto à parede do poço, firmemente fixada na superfície do terreno durante a fase de execução e classificação.

4.5. Barra Mina

- a) Hastes metálicas de 3/4" e 4,0m de comprimento.

5. EXECUÇÃO

5.1. Condições Gerais de Execução

O serviço de sondagens deve ser feito sempre com acompanhamento geotécnico, por parte da Contratada. A executante deve apresentar um sondador habilitado responsável pela execução da perfuração e um geólogo responsável pela classificação das amostras de solo e testemunhos.

A locação do furo de sondagem deve ser marcado com a cravação de um piquete de madeira ou material apropriado.

Este piquete deve ter gravado a identificação, o tipo de sondagem: ST, SP, SR, P etc., número e, estar suficientemente cravado no solo, servindo de referência de nível para a execução da sondagem e posterior determinação de cota, através de nivelamento topográfico. O furo de sondagem deve ser nivelado e amarrado topograficamente a uma poligonal de apoio.

A executante deve estar com a programação de sondagem e ensaios a executar, informando as quantidades previstas e critérios executivos, fornecidos pela projetista. Qualquer alteração na programação deve ser aprovada pela fiscalização.

A executante deve entregar imediatamente, após a conclusão da sondagem, uma cópia do boletim de campo.

A cota do nível do lençol freático deve ser registrada diariamente em cada sondagem em andamento e as profundidades da sondagem.

Ao se iniciar um novo turno de trabalho, devem ser registrados a cota do nível do lençol freático em cada sondagem em andamento e as profundidades da sondagem e dos revestimentos correspondentes. Em caso de se encontrar lençol artesianos, devem ser registrados seus níveis estático e dinâmico, e medida a sua vazão, após estabilização.



A sondagem deve ser iniciada após a limpeza da área necessária para a instalação dos equipamentos. Após a limpeza devem-se acondicionar os equipamentos e abrir um sulco ao seu redor para impedir a entrada de enxurrada.

Os critérios de paralisação e relocação de um furo de sondagem devem ser informados na programação pelo projetista, ou a critério da fiscalização. A executante deve informar a fiscalização quando a paralisação ocorrer por motivos inesperados.

5.2. Sondagem a Trado

A executante deve fornecer equipamento para execução de sondagem até 15 m de profundidade. No caso da existência de outros equipamentos operando na mesma obra, os demais devem dispor de material para 10 m de profundidade.

O material escavado deve ser depositado sobre lonas, de modo a não sofrer contaminação, agrupados em montes dispostos segundo suas profundidades e tipos de solo. As profundidades de início e término de cada camada amostrada, devem ser identificadas.

A medida da profundidade deve ser determinada através da medição do comprimento das hastes do trado, em relação a boca do furo.

No caso da sondagem atingir o lençol freático, a sua profundidade deve ser anotada. Deve ser medido diariamente o nível d' água antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte, depois de concluído o furo.

Quando constatada a presença de artesianismo, formando lençol freático suspenso, este deve ser selado com a cravação de um tubo a fim de se detectar o nível d'água e, deve ser avaliada a vazão de escoamento d'água ao nível do solo.

A sondagem deve ser dada por terminada quando:

- a) atingir a profundidade especificada na programação dos serviços;
- b) atingir o limite de 15 m de profundidade;
- c) ocorrer desmoronamentos sucessivos da parede do furo;
- d) o avanço do trado for inferior a 5 cm, em 10 minutos de operação contínua de perfuração;
- e) o terreno for impenetrável ao trado, devido a ocorrência de cascalho, matacões ou rocha.

Quando a paralisação de um furo ocorrer antes do programado, e houver interesse de se investigar melhor o local, o furo deve ser deslocado de cerca de 3 m a 5 m, para qualquer direção e sentido. Todas as tentativas devem constar da apresentação final dos resultados e, devem ter a mesma numeração do furo, acrescida das letras A, B, C etc.



5.2.1. Amostragem

Quando o material perfurado for homogêneo, as amostras devem ser coletadas a cada metro perfurado, salvo orientação contrária da fiscalização.

Se houver mudança no transcorrer da perfuração, devem ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes horizontes.

As amostras para determinação da umidade natural devem ser acondicionadas imediatamente após o avanço de cada furo, coletando-se cerca de 100 g em recipiente de tampa hermética, parafinada ou selada com fita colante.

As amostras para ensaios de laboratório devem ser acondicionadas em sacos de lona ou plástico, devem ser devidamente fechados após sua coleta. A quantidade de amostra deve ser proporcional aos ensaios que se destinam.

As amostras devem ser identificadas por duas etiquetas, uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, onde constem:

- a) nome da obra;
- b) nome do local;
- c) número do furo;
- d) intervalo de profundidade da amostra;
- e) data da coleta;
- f) número da amostra.

5.2.2. Apresentação dos Resultados

5.2.2.1. Boletim de Campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço, devem ser anotados em impressos adequados.

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização, imediatamente após o termino da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome da obra e interessado;
- b) identificação e localização do furo;



- c) diâmetro de sondagem, início e término;
- d) data de execução;
- e) descrição e profundidade das amostras coletadas;
- f) medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medida;
- g) ferramenta utilizada na perfuração e profundidade respectiva.

5.2.2.2. Relatório

Os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no CREA - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

Devem constar do relatório:

- a) nome do interessado;
- b) local e natureza da obra;
- c) indicação do método e dos equipamentos empregados na realização das sondagens;
- d) total perfurado, em metros;
- e) relação das normas brasileiras relativas ao assunto e declaração de que suas normas
 - a) foram obedecidas;
 - f) outras observações e comentários, se julgados importantes;
 - g) referências aos desenhos constantes no relatório.
- b) Codificação de Documentos Técnicos.

5.2.2.3. Anexos

- a) Planta com localização da sondagem, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc. Nessa planta deve constar a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como a descrição sumária do elemento físico tomado como RN;
- b) perfil individual de cada sondagem ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:



- a. o nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
 - b. número da sondagem;
 - c. cota da boca do furo de sondagem, com precisão de 10 mm;
 - d. posição das amostras colhidas, devendo ser indicadas as amostras não recuperadas e os detritos colhidos por sedimentação;
 - e. as profundidades, em relação à boca do furo, das transições e do final das sondagens;
 - f. identificação dos solos amostrados, conforme NBR 13441(2) — Rochas e solo;
 - g. a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação; indicando se houve pressão ou perda d'água durante a perfuração;
 - h. datas de início e término de cada sondagem.
- c) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, deve constar, linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referencia de nível;
- d) as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100. Somente nos casos de sondagens profundas e, em subsolos muito homogêneos, pode ser empregada escala mais reduzida, com convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo, conforme NBR 13441(2) — Rochas e solo.

A execução de sondagens a trado deve estar em conformidade com a NBR 9603(3) — Sondagem a Trado, Procedimento.

5.3. Sondagem a Percussão

A executante deve fornecer equipamento para execução de sondagens de até 40 m de profundidade.

Quando a paralisação de um furo ocorrer antes do programado e, houver interesse de se investigar melhor o local, o furo deve ser deslocado de cerca de 3 m a 5 m, para qualquer direção e sentido. Todas as tentativas devem constar da apresentação final dos resultados e, deve ter a mesma numeração do furo, acrescida das letras A, B, C etc.

No caso de prosseguimento da sondagem pelo método rotativo, esta deve ser denominada com a sigla SPR.



A forma e distribuição d'água do trepano, bem como as características das hastes do ensaio penetrométrico, devem ser idênticos para todos os equipamentos, durante todo o serviço de sondagem de uma mesma executante, numa mesma obra.

As pegas de avanço da sondagem devem permitir a abertura de um furo com diâmetro mínimo de 2 1/2".

A fiscalização pode solicitar a substituição de qualquer equipamento que julgar inadequado.

A sondagem deve ser iniciada com emprego do trado-concha ou cavadeira manual até a profundidade de 1 m, seguindo-se a instalação até essa profundidade, do primeiro segmento do tubo de revestimento dotado de sapata cortante.

Nas operações de perfuração, intercaladas as de ensaio e amostragem, deve ser utilizado trado cavadeira até onde for possível e até se atingir o nível d'água freático.

Em terreno alagadiço ou coberto por lamina d'água a sondagem deve ser feita a partir de plataforma fixa ou flutuante, firmemente ancorada e assoalhada, que cubra a área delimitada pelos pontos de apoio do tripé.

Tornando-se impossível a perfuração a trado cavadeira, o avanço deve ser feito utilizando-se trado espiral.

No caso de ser atingido o nível d'água, ou quando avanço do trado espiral for inferior a 5 cm e 10 minutos de operação continua de perfuração, deve-se passar para o método de percussão com circulação de água, ou seja, lavagem. Para tanto é obrigatória a cravação do revestimento.

Quando o avanço do furo se faz por lavagem, a operação em si consiste na elevação da composição de perfuração em cerca de 30 cm do fundo do furo e na sua queda, que deve ser acompanhada de movimentos de rotação alternados, vai-e-vem, aplicados manualmente pelo operador.

Quando se atingir a cota de ensaio e amostragem, a composição de perfuração deve ser suspensa a uma altura de 0,20 m do fundo do furo, mantendo-se a circulação de água por tempo suficiente, até que todos os detritos da perfuração tenham sido removidos do interior do furo.

O controle das profundidades do furo, com precisão de 10 mm, deve ser feito pela diferença entre o comprimento total das hastes, com a peça de perfuração e a sobra das mesmas, em relação a um nível de referência, fixado junto à boca do furo.

Durante a operação de perfuração, devem ser anotadas as profundidades das transições de camadas detectadas por exame tátil-visual e, da mudança de coloração de materiais trazidos à boca do furo pelo trado helicoidal ou pela água de circulação.

No caso da sondagem atingir o lençol d'água, a sua profundidade deve ser anotada.



Quando ocorrer artesianismo, deve ser anotada a altura máxima de elevação d'água no revestimento ou a medida da vazão, com o respectivo nível dinâmico.

O nível d'água, ou as características do artesianismo devem ser medidos todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte, após a conclusão das sondagens.

Salvo especificação em contrário, imediatamente após a última leitura do nível d'água, ou término de furo seco, o mesmo deve ser totalmente preenchido com solo, deixando-se cravada ao seu lado, uma estaca com a identificação da sondagem.

Quando constatada a presença de lençol freático suspenso, o mesmo deve ser selado com a cravação do revestimento da sondagem, a fim de se detectar outros níveis d'água inferiores.

A execução de sondagens a percussão deve estar em conformidade com a NBR 6484(4) – Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

5.3.1. Ensaio de Penetração Dinâmica

5.3.1.1. Diretrizes

O ensaio de penetração, de acordo como método SPT — Standard Penetration Test, amostrador Therzaghi & Peck, deve ser executado, a cada metro, a partir de 1,0 m de profundidade.

As dimensões e detalhes construtivos do penetrômetro, para o ensaio SPT, devem estar rigorosamente de acordo com o indicado na NBR 6484(4) – Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

Não deve ser admitido o ensaio de penetração sem a válvula de bola, especialmente em terrenos não coesivos ou abaixo do nível d'água.

O fundo do furo deve estar satisfatoriamente limpo.

Caso se observem desmoronamentos da parede, o furo do tubo de revestimento deve ser cravado de tal modo que sua boca inferior nunca fique abaixo da cota do ensaio de penetração.

Nos casos em que, mesmo com o revestimento cravado, ocorrer fluxo de material para o furo, o nível d'água no furo deve ser mantido acima do nível d'água do terreno por adição de água.

Nestes casos a operação de retirada do equipamento de perfuração deve ser feita lentamente.

O ensaio de penetração deve consistir na cravação do amostrador, através do impacto sobre a composição do hasteamento, de um martelo de 65 kg caindo livremente de uma altura de 75 cm, de



acordo com o indicado na NBR 6484(4) — Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT — Método de ensaio.

O martelo para cravação do amostrador deve ser erguido manualmente, com auxílio de uma corda e polia fixa no tripé. É vedado o emprego de cabo de aço para erguer o martelo.

A queda do martelo deve se dar verticalmente, sobre a composição, com a menor dissipação de energia possível.

O martelo deve possuir uma haste guia onde deve estar claramente assinalada a altura de 75 cm, de acordo com o indicado na NBR 6484(4) — Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT — Método de ensaio.

5.3.1.2. Execução

O amostrador deve ser apoiado suavemente no fundo do furo, assegurando-se que sua extremidade se encontre na cota desejada e que as conexões entre as hastes estejam firmes e retilíneas.

A ponteira do amostrador não deve estar fraturada ou amassada.

Colocado o barrilete no fundo, devem ser assinalados com giz, na porção de haste que permanece fora do revestimento, três trechos de 15 cm cada um, referenciados a um ponto fixo no terreno.

A seguir, o martelo deve ser suavemente apoiado sobre a composição de hastes, anotando-se a eventual penetração observada. Se ocorrer penetração nesta manobra, deve corresponder a zero golpe.

Se na aplicação do primeiro golpe do martelo a penetração for superior a 45 cm, o resultado da cravação do amostrador deve ser expresso pela relação deste golpe com a respectiva penetração.

Não tendo ocorrido penetração igual ou maior do que 45 cm no procedimento acima, deve-se iniciar a cravação do barrilete através da queda do martelo.

Cada queda do martelo corresponde a um golpe e devem ser aplicados tantos golpes quantos forem necessários à cravação de 45 cm do amostrador.

Deve ser anotados o número de golpes e, a penetração em centímetros, para a cravação de cada terço do amostrador.

O valor da resistência à penetração consiste no número de golpes necessários à cravação dos 30 cm finais do amostrador.

Qualquer mudança nas condições preconizadas nesta especificação, por exemplo: tipo de haste e



martelo, falta de coxim de madeira, uso de cabo de aço, sistema mecanizado de acionamento do martelo etc., que altere o nível de energia disponível para cravação do amostrador-padrão, só deve ser aceita se acompanhada da respectiva correlação, obtida pela medida desta energia através de sistema devidamente aferido, constituído de célula de carga, e acelerômetros, instalados na composição de cravação.

5.3.1.3. Amostragem

As amostras devem ser representativas dos materiais atravessados e livres de contaminação:

- a) as amostras do amostrador SPT, devem possuir cerca de 250 gramas, e devem ser obtidas na parte inferior do material obtido no amostrador. Devem ser acondicionadas em recipiente plástico provido de tampa, procurando-se manter intactos os cilindros de solo obtidos;
- b) as amostras do trado, com cerca de 500 gramas, quando solicitado, devem ser coletadas na parte inferior da broca do trado e acondicionadas em sacos plásticos;
- c) as amostras de lavagem, com cerca de 500 gramas, obtidas pela decantação da água de circulação, em recipiente com capacidade mínima de 10 litros, devem ser acondicionadas em sacos plásticos;
- d) as amostras de baldinho, com válvula de pé, devem possuir cerca de 500 gramas, constituídas. Neste processo de amostragem é vedada a prática de coleta do material acumulado durante o avanço da sondagem, em recipiente colocado junto à saída da água em circulação.

As amostras devem ser identificadas por duas etiquetas em papel cartão, uma interna e outra colocada na parte externa do recipiente, onde conste:

nome, número e local da obra;

- a) data da execução;
- b) número da sondagem;
- c) localização da sondagem, estaca ou afastamento;
- d) número da amostra;
- e) profundidade da amostra;
- f) número de golpes e a penetração.

Salvo o caso de amostras de amostrador, devem ser coletadas amostras para cada metro perfurado. Se ocorrer mudanças no transcorrer da perfuração, devem ser coletadas tantas



amostras quantas forem os diferentes tipos de materiais.

As amostras devidamente acondicionadas devem ser colocadas em caixas de madeira do tipo e dimensões usados em furos rotativos, conforme **anexo A**, obedecendo à sequência da perfuração.

As caixas devem ser providas de tampa com dobradiças.

Na tampa e em um dos lados menores da caixa, segundo o esquema do anexo A, devem ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- a) nome, número e local da obra;
- b) data da execução;
- c) número da sondagem;
- d) localização da sondagem, estaca ou afastamento;
- e) número da amostra;
- f) profundidade da amostra;
- g) número de golpes e a penetração.

Quando a sondagem a percussão for seguida por sondagem rotativa, deve ser utilizada a caixa de amostra apropriada para o diâmetro da sondagem rotativa programada.

As amostras devem ser coletadas desde o início do furo e acondicionadas na caixa, com separação de tacos de madeira, pregados na divisão longitudinal.

A sequência de colocação das amostras na caixa deve ser a indicada no anexo A.

A profundidade de cada trecho amostrado deve ser anotada com caneta esferográfica ou tinta indelével, em tacos de madeira, pregados transversalmente a canaleta.

Após a ultima amostra do furo, deve ser coloca do um taco com a palavra FIM.

Quando for o caso, deve ser colocado no local da amostra um taco com as palavras "recuperou pouco".

Na divisão longitudinal de madeira junto à amostra do lado da dobradiça, deve constar o tipo de amostragem, isto e: trado, lavagem, penetrômetro etc.

As caixas de amostras devem permanecer guardadas a sombra, em local ventilado, até o final da sondagem.

As amostras devem ser conservadas pela executante, a disposição dos interessados por um período mínimo de 60 dias, a contar da data da apresentação do relatório.



I. Identificação das amostras

As amostras devem ser examinadas e identificadas, no mínimo, por meio das seguintes características:

- a) granulometria, conforme a NBR 7181— Análise granulométrica;
- b) plasticidade;
- c) cor;
- d) origem, tais como: solos residuais; transportados, isto é, coluvionares, aluvionares, fluviais e marinhos etc;
- e) aterros.

Após sua ordenação pela profundidade, as amostras devem ser examinadas individualmente e agrupadas, consecutivamente, segundo suas características semelhantes.

Inicia-se o procedimento de identificação das amostras de solo pela sua granulometria, procurando-se separá-las em duas grandes divisões:

- a) solos grosseiros, tais como: areias e pedregulhos;
- b) solos finos, tais como: argilas e siltes.

O exame visual das amostras permite avaliar a predominância do tamanho de grãos, sendo possível individualizar grãos de tamanho superior à um décimo de milímetro, admitidos como visíveis a olho nu.

Solos com predominância de:

- a) grãos maiores que 2 mm, devem ser classificados como pedregulhos;
- b) grãos inferiores a 2 mm e superiores a 0,1 mm, devem ser classificados como areias.

Um exame mais acurado permite a subdivisão das areias em:

- a) grossas: grãos da ordem de 1,0 mm;
- b) medias: grãos da ordem de 0,5 mm;
- c) finas: grãos da ordem de 0,2 mm.

Solos com predominância de partículas ou grãos inferiores a 0,1 mm devem ser classificados como:

- a) argilas;
- b) siltes.

As argilas se distinguem dos siltes pela plasticidade, quando possuem umidade suficiente, pela



coesão, quando secas ao ar e pela mobilidade da água em estado saturado de agitação.

A classificação acima indicada deve ser seguida das frações de solo que puderem ser também identificadas pelos critérios já definidos, devendo-se, com alguma experiência, avaliar as proporções desta fração complementar.

Deve ser utilizada nomenclatura onde apareçam, no máximo, três frações de solos, por exemplo: argila silto-arenosa.

Todavia, admite-se a complementação da descrição quando houver presença de pedregulhos, cascalhos, detritos ou matéria orgânica, concreções etc.

A nomenclatura das amostras dos solos deve ser acompanhada pela indicação da cor, feita logo após a coleta destas, utilizando-se até, no máximo, de duas designações de cores.

Quando as amostras apresentarem mais do que duas cores, deve ser utilizado o termo variegado no lugar do relacionamento das cores.

Embora considerado o caráter subjetivo desta indicação da cor, devem ser utilizadas as designações: branco, cinza, preto, marrom, amarelo, vermelho, roxo, azul, verde e variegado, isto é, com mais de três 3 cores, admitindo-se, ainda, as designações complementares claro e escuro.

Quando, pelo exame tátil-visual, for constatada a presença acentuada de mica, a designação micácea deve ser acrescentada à nomenclatura do solo. Quando ocorrer grandes poros deve ser acrescentada a designação porosa.

A designação da origem dos solos, residual, coluvial, aluvial etc., e aterros deve ser acrescentada a sua nomenclatura.

No caso de solos residuais, recomenda-se a indicação da rocha mater.

5.3.2. Paralisação da Sondagem

A sondagem a percussão deve ser dada por terminada nos seguintes casos:

5.3.2.1. Impenetrável:

A cravação do amostrador deve ser interrompida quando o número de golpes ultrapassar a 30 e a penetração do amostrador-padrão for inferior a 15 cm; ou se durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo não se observar avanço do amostrador-padrão, ou se em mesmo ensaio o número máximo de golpes for de 50.

Atingidas as condições assim definidas, os ensaios de penetração devem ser suspensos, sendo



executado a seguir, ensaio de avanço da perfuração com lavagem por tempo, conforme descrito em 5.3.1.

O processo de perfuração por circulação de água, associado aos ensaios de penetração, deve ser utilizado até onde se obtiver, nesses ensaios, uma das seguintes condições:

- a) em 3 m sucessivos, se obtiver 30 golpes para penetração dos 15 cm iniciais o amostrador-padrão;
- b) em 4 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para penetração dos 30 cm iniciais do amostrador-padrão; em 5 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para a penetração dos 45 cm do amostrador-padrão.

Havendo necessidade técnica de continuar a investigação do subsolo em profundidades superiores, o processo de perfuração deve ser prosseguido pelo método rotativo, quando indicado pelo projeto ou solicitado pela fiscalização.

Voltando a ocorrer material susceptível de se efetuar ensaio de penetração dinâmica (SPT), o ensaio deve ser retomado, como descrito em 5.3.1.

5.3.2.2. Critério para paralisação em cortes:

Quando atingir a 2 m abaixo do greide previsto, ou conforme especificado na programação dos serviços.

Quando for atingido o impenetrável a percussão de acordo com o item anterior, sem prejuízo de continuação pelo processo rotativo, ou quando solicitado pela fiscalização.

5.3.2.3. Critério para paralisação para fundação de aterros:

Após atravessar a camada de solo aluvionar penetrando 3,0 m no substrato inferior.

Após 3 m consecutivos com índice SPT 20 golpes/30 cm, ou conforme especificado na programação dos serviços.

Em locais onde houver camada de solo mole espessa, a sondagem deve ser paralisada conforme especificado na programação dos serviços.

5.3.2.4. Critério para paralisação para fundação de obras de arte corrente

Após 3 m consecutivos com índice SPT 20 golpes/30 cm, abaixo da cota prevista para fundação da obra.

Quando for atingido o impenetrável com avanço de perfuração com lavagem por tempo,



conforme condições do item 5.3.2.1, continuando o furo pelo processo rotativo por mais de 3 m.

5.3.2.5. Critério para paralisação para fundação de obras de arte especiais

Quando for constatado 5 m consecutivos, com índice SPT ≥ 45 golpes/30 cm, abaixo da cota inferior da estrutura, ou conforme especificado na programação dos serviços.

Quando ultrapassar 10 m consecutivos com índice SPT ≥ 30 golpes/30 cm.

Quando ocorrer o impenetrável, com avanço de perfuração com lavagem por tempo, de acordo com condições do item 5.3.2.1, continuando o furo, pelo processo rotativo por mais 5,0 m.

5.3.3. Ensaios de Lavagem por Tempo

O ensaio de lavagem por tempo consiste na aplicação do processo de lavagem, conforme o item 4.3 por 30 minutos, anotando-se os avanços obtidos do trepano a cada período de 10 minutos.

Quando no ensaio de lavagem por tempo forem obtidos avanços da perfuração inferiores a 5 cm por período, em três períodos consecutivos de 10 minutos, o material, deve ser considerado impenetrável a lavagem.

5.3.4. Ensaios de Infiltração

O ensaio de permeabilidade feito em furo de sondagem, através de medidas de absorção d'água com a pressão proporcionada pela coluna d'água no revestimento do furo, é denominado ensaio de infiltração.

Quando o nível da coluna d'água é mantido constante durante todo o tempo da absorção d'água, o ensaio é denominado ensaio de infiltração com nível constante; quando a coluna d'água varia ao longo do tempo de medida, o ensaio é chamado de ensaio de infiltração com nível variável.

O equipamento necessário à execução do ensaio de infiltração deve constar de:

- a) bomba de água com capacidade mínima de 40 l/min;
- b) hidrômetro, em boas condições, com divisões de escala em litros, testado no início de cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento:
 - a. o hidrômetro não deve apresentar desvio superior a 10% do valor real, na faixa de vazão entre 10 e 40 l/min.
- c) tambor graduado em litros com capacidade de aproximadamente 200 litros;
- d) provetas ou latas graduadas a cada 50 centímetros cúbicos, com capacidade mínima de 1 litro;



- e) funil com rosca para acoplamento no revestimento, com redução mínima de 1 polegada e diâmetro maior de, no mínimo, 20 centímetros;
- f) escarificador constituído por uma haste decimétrica de madeira com numerosos pregos sem cabeça semicravados.
 - a. é vedado o uso de curvas de calibração.

5.3.4.1. Procedimento do ensaio

A execução de ensaios de infiltração e penetração num mesmo furo deve ser limitada ao trecho abaixo do nível d'água ou onde o avanço da sondagem é feito pelo método de lavagem.

Ensaio de infiltração acima destes limites devem ser feitos em um novo furo deslocado de 3 metros em relação ao primeiro.

A parede do furo no horizonte do solo a ser ensaiado, deve ser desobstruída por raspagem com o escarificador.

O revestimento deve ser estendido até no mínimo de 0,8 m, acima do nível do terreno enchido com água até a boca.

Deve ser feito ensaio de infiltração com nível variável, quando a carga hidráulica no trecho ensaiado for superior a 0,2 kg/cm² (2 metros) e, por avaliação visual, o rebaixamento da água no tubo de revestimento for inferior a 10 cm/min.

O ensaio com nível variável deve ser feito através da medida do nível d'água dentro do revestimento, a cada minuto, durante 10 minutos e após a manutenção do tubo de revestimento cheio de água, até a boca, durante 10 minutos, no mínimo.

Deve ser feito ensaio de infiltração com nível constante, quando não ocorrerem às condições do item acima descrito.

O ensaio com nível constante consiste na medida da absorção d'água estabilizada, a cada minuto, durante 10 minutos.

Entende-se que as leituras de absorção d' água estão estabilizadas, quando:

- a) não for observada uma variação progressiva nos valores lidos;
- b) a diferença entre leituras isoladas e seu valor médio não superar 20% do valor médio.

Nos casos de medidas, próximas ao limite de sensibilidade dos equipamentos, as diferenças admissíveis devem ser estabelecidas pela fiscalização, segundo um critério mais flexível.

As medidas de absorção d'água no ensaio com nível constante, devem ser feitas com



hidrômetro acoplado à canalização da bomba, quando forem superiores a aproximadamente 10 l/min; com proveta graduada quando forem inferiores a aproximadamente 1,0 l/min; e com tambor graduado nos casos intermediários.

5.3.5. Apresentação dos Resultados

5.3.5.1. Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço, devem ser anotados em impressos adequados.

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização imediatamente após o término da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome da obra e interessado;
- b) identificação e localização do furo;
- c) data e hora de início e de término da sondagem;
- d) métodos de perfuração empregados, tais como: TC - trado-concha; TH - trado helicoidal; CA - circulação de água; e profundidades respectivas;
- e) profundidades das mudanças das camadas de solo e do final da sondagem;
- f) avanços do tubo de revestimento;
- g) medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medida;
- h) numeração e profundidades das amostras coletadas no amostrador-padrão e/ou trado;
- i) anotação das amostras colhidas por circulação de água, quando não houver recuperação pelo amostrador-padrão;
- j) descrição tátil-visual das amostras, na sequência:
 - a. granulometria principal e secundária;
 - b. origem;
 - c. cor.
- k) número de golpes necessários à cravação de cada trecho nominal de 15 cm do amostrador em função da penetração correspondente;
- l) resultados dos ensaios de avanço de perfuração por circulação de água;



- m) anotação sobre a posição do nível d'água, com data, hora, profundidade aberta do furo e respectiva posição do revestimento, quando houver;
- n) nome do operador e vistos do fiscal;
- o) outras informações colhidas durante a execução da sondagem, se julgadas de interesse;
- p) procedimentos especiais utilizados.

Os boletins de campo devem ser conservados a disposição dos interessados por um período mínimo de um ano, a contar da data da apresentação do relatório definitivo.

5.3.5.2. Relatório

Os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA.

Devem constar do relatório:

- a) nome do interessado/contratante;
- b) local e natureza da obra;
- c) descrição sumaria do método e dos equipamentos empregados na realização das sondagens;
- d) total perfurado, em metros;
- e) declaração de que foram obedecidas as normas brasileiras relativas ao assunto;
- f) outras observações e comentários, se julgados importantes;
- g) referências aos desenhos constantes do relatório.

5.3.5.3. Anexos

- a) planta com localização da sondagem, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc.;
- b) nessa planta deve constar a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como a descrição sumaria do elemento físico tomado como RN;
- c) perfil individual de cada sondagem ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:



- a. o nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
- b. diâmetro do tubo de revestimento e do amostrador empregados na execução das sondagens;
- c. número da sondagem;
- d. cota da boca do furo de sondagem, com precisão de 10 mm;
- e. posição das amostras colhidas, devendo ser indicadas as amostras não recuperadas e os detritos colhidos por sedimentação;
- f. as profundidades, em relação a boca do furo, das transições e do final das sondagens;
- g. índice de resistência à penetração N ou relações do número de golpes pela penetração do amostrador, expressa em centímetros e, a designação dos estados de compactidade e de consistência, conforme a Tabela 11;
- h. identificação dos solos amostrados, conforme a NBR 13441 — Rochas e solo;
- i. a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação e, indicar se houve pressão ou perda d'água durante a perfuração;
- j. indicação da não ocorrência de nível de água, quando não encontrado;
- k. datas de início e término de cada sondagem;
- l. indicação dos processos de perfuração empregados, tais como: TC - trado-concha; TH trado helicoidal, CA - circulação de água, e respectivos trechos, bem como as posições sucessivas do tubo de revestimento e uso de lama de estabilização quando utilizada;
- m. procedimentos especiais utilizados;
- n. resultado dos ensaios de avanço de perfuração por circulação d'água.

Tabela 10: Estados de Compactidade e de Consistência

Solo	índice de resistência a Penetração - SPT	Designação*
Areias e siltes Arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	≥ 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes	≤ 2	Muito mole



Argilosos	3 a 5	Mole
	6 a 10	Media(o)
	11 a 19	Rija(o)
	≥ 19	Dura (o)
*As expressões empregadas para a classificação da compacidade das areias, fofa, compacta etc., referem-se a deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compacidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na Mecânica dos Solos.		

- d) o caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, devem constar, ainda, os seguintes itens:
- linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referência de nível;
 - convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo conforme a NBR 13441— Rochas e solo;
 - as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100. Somente nos casos de sondagens profundas, e em subsolos muito homogêneos, deve ser empregada escala reduzida.

5.4. Sondagem Rotativa

A executante deve fornecer equipamento para a execução das sondagens de até 100 m de profundidade e, que atenda o programado pela projetista ou fiscalização. Para furos de maior profundidade, a fiscalização deve comunicar a executante, quando do contrato de serviços.

A sonda deve ser instalada em banquetta ou plataforma plana escavada ou elevada firmemente ancorada, de modo a minimizar a transmissão de suas vibrações para a composição dos tubos de sondagem.

Na água, a sonda deve ser instalada sobre plataforma flutuante ancorada, para evitar desvios e deslocamentos durante a execução da sondagem.

O diâmetro da sondagem deve ser indicado pela projetista ou pela fiscalização, devendo ser levada em conta a necessidade da obra. Regra geral, com diâmetros maiores obtém-se melhor recuperação dos testemunhos e melhores informações do estado *"in situ"* da rocha. Os diâmetros utilizados em ordem decrescente são: HW ou HX, NW ou NX, BW ou BX, AW ou AX e EW ou EX. A recuperação mínima para qualquer diâmetro deve ser estabelecida, de comum acordo, entre as partes interessadas, levando-se em conta as necessidades técnicas da obra.



Na sondagem em solo, rocha porosa, alterada ou fraturada geralmente é usado revestimentos para impedir o fechamento do furo, assim como na prevenção da perda de água de circulação. Os diâmetros usuais dos revestimentos, dentro de cada grupo, constam na Tabela 1 e Tabela 2.

O perfil obtido por uma sondagem deve ser completo, caracterizando toda a extensão do terreno atravessado. Para tanto, numa mesma sondagem, os trechos de solo devem ser perfurados através do processo de percussão, e os trechos de rocha, alterada ou não, pelo processo rotativo.

Quando ocorrer horizonte de solo, superior a 0,5 m deve ser utilizado método a percussão, com medidas de SPT a cada metro, até serem atingidas as condições definidas nesta especificação no item 5.3.2 – Paralisação de Sondagem.

Para o avanço da sondagem neste trecho, que para efeitos de custos deve ser considerada como sondagem a percussão, é facultado, desde que solicitado ou aprovado pela fiscalização, a utilização do processo rotativo em substituição aos processos normais de avanço da sondagem a percussão.

Neste caso, o barrilete e a coroa de sonda rotativa devem avançar a seco, até o nível d'água e com circulação de água abaixo dele.

À executante cabe empregar todos os recursos da sondagem rotativa, tais como perfuração cuidadosa, manobras curtas, coroas e barriletes especiais, lama bentonítica etc., de maneira a assegurar a boa recuperação de todos os materiais atravessados.

A sequência de diâmetros a ser utilizada, deve ser aprovada pela fiscalização e somente pode ser alterada, mediante sua autorização, por comprovada necessidade técnica.

O controle de profundidade do furo, com precisão de 10 mm deve ser feito pela diferença entre o comprimento total das hastes com a peça de perfuração e a sobra delas em relação a um nível de referência fixado junto à boca do furo. O furo durante a paralisação do trabalho, deve ficar protegido contra entrada d'água de chuva.

A fiscalização pode solicitar medidas de inclinação ao longo do furo, instalação de piezômetros e medidores de nível d'água, bem como utilizar o furo, a qualquer tempo, para a realização de outras medidas ou ensaios.

Toda e qualquer anomalia observada no furo, tais como mudança na cor da água de circulação, perdas de água de circulação, fendas, passagens moles, desmoronamento das paredes etc., devem ser anotadas na profundidade em que ocorrerem no boletim do furo.

Salvo orientação em contrário, imediatamente após a última leitura de nível da água, ou término de furo seco, o mesmo deve ser totalmente preenchido com solo, deixando-se ao lado do furo, placas com identificação da sondagem.



5.4.1. Recuperação dos Testemunhos

A sondagem rotativa tem em vista à recuperação dos testemunhos para obter informações do estado in situ da rocha. Assim, devem ser exigidos cuidados, tais como:

- a) emprego de brocas e barriletes especiais;
- b) emprego de coroas com diâmetros compatíveis com a complexidade do problema;
- c) emprego de métodos especiais para recuperação;
- d) emprego de manobras curtas, inferiores a 1 m, quando em presença de rochas alteradas ou friáveis.

A amostragem deve ser contínua e total, mesmo em materiais moles, incoerente ou muito fraturados.

Os testemunhos não devem apresentar-se excessivamente fraturados ou roletados pela ação mecânica do equipamento de sondagem, exceto quando se tratar de rochas estratificadas ou xistosas.

A fim de melhorar e assegurar uma adequada recuperação, a fiscalização se reserva o direito de solicitar o uso do barrilete duplo-livre do tipo serie M.

As operações de retiradas das amostras do barrilete e de seu acondicionamento em caixas de madeira aplainada devem ser feitas criteriosamente de maneira a serem mantidas as posições relativas dos testemunhos coletados.

As caixas devem ser providas de tampa com dobradiças.

Na tampa e num dos lados menores da caixa, segundo o esquema do anexo A, devem ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- a) número do furo;
- b) nome da obra;
- c) localização;
- d) número da caixa e número de caixas do furo.

As amostras devem ser acondicionadas obedecendo a uma sequência indicada conforme o anexo A.

No caso de serem acondicionadas amostras com diversos diâmetros numa mesma caixa, devem ser colocados calços no fundo e laterais das divisões das caixas, de maneira a garantir a sua imobilidade durante o manuseio.

As amostras das manobras subsequentes devem ser colocadas na caixa sempre guardando, na sequência de profundidade das amostras, o andamento da esquerda para a direita e da dobradiça



para fora.

A amostra de cada manobra deve ser isolada, por um taco de madeira, pregado transversalmente a canaleta.

Neste taco deve ser escrita sua profundidade com caneta esferográfica ou pincel com tinta indelével.

Nenhum pedaço de testemunho deve ser retirado das caixas. Somente a fiscalização pode fazê-lo e neste caso deve o testemunho ser substituído por um toco de madeira com a metragem e classificação geológica expedita.

No taco que isola a última manobra do furo deve constar além da profundidade final do furo, a palavra FIM.

No caso de ser empregado, no início do furo ou num determinado intervalo, avanço da sondagem pelo processo a percussão, as amostras assim coletadas devem ser acondicionadas nas mesmas caixas das amostras de rotação, segundo a sequência de sua obtenção.

Durante a realização das sondagens as caixas com testemunhos devem ser armazenadas junto às sondas, em local protegido contra intempéries.

Caso seja explicitamente pedido ou necessário, devem ser feitas fotografias coloridas das caixas de testemunhos, em que estas se apresentem inteiramente visíveis e sem distorções.

As caixas de testemunho devem ser guardadas pelo período de 30 (trinta) dias após a entrega do relatório, a não ser que haja prévio acordo para conservá-las por um prazo maior.

Ao término da sondagem as tampas das caixas de amostras devem ser fixadas com parafusos e levadas até o local indicado pela fiscalização, pela executante da sondagem.

5.4.2. Classificação Geológica dos Testemunhos da Sondagem

A classificação dos testemunhos de rocha deve ser feita por geólogo. Além da simples classificação litológica macroscópica, deve ser feita, quando solicitada, uma classificação microscópica, em lâmina fina, ao microscópio polarizante, e definida a natureza do material de preenchimento das fendas.

5.4.2.1. Grau de alteração

Alteração é o fenômeno que leva sempre ao enfraquecimento da rocha, sendo produto da ação de qualquer processo físico-químico sobre maciços rochosos.



Os graus de alteração são definidos para cada tipo litológico ou grupo de rochas de comportamento semelhante e fixados a partir do conhecimento das propriedades mecânicas e de sua correlação com a variação de propriedades petrográficas, como: cor e brilho dos minerais; formação de minerais de alteração: argilas, limonitas, caolins etc.; estruturas neoformadas; fissuras, crostas, bordas de reação e aumento da porosidade. Podem-se dividir em cinco classes, conforme **Tabela 11: Grau de alteração** Tabela 11.

Tabela 11: Grau de alteração

Símbolo	Grau de alteração	Características
A.0	Rocha sã ou praticamente sã	Aspecto sadio ou leve alteração hidrotermal. As fraturas podem apresentar sinais de oxidação.
A.1	Rocha pouco alterada	Perda do brilho dos minerais constituintes, juntas oxidadas ou levemente alteradas.
A.2	Rocha medianamente alterada	Significantes porções de rocha mostram-se descoloridas ou oxidadas e apresentam sinais de intemperismo (mudanças químicas e microfissuração)
A.3	Rocha muito alterada	Toda a rocha apresenta-se descolorida ou oxidada, cristais alterados e fissurados.
A.4	Rocha extremamente Alterada	Rocha decomposta, friável, textura e estruturas preservadas

5.4.2.2. RQD - designação qualitativa da rocha

O RQD baseado numa recuperação modificada de testemunhos, através de um procedimento que leva em consideração o número de fraturas e a quantidade de material mole ou a alteração da massa rochosa que possa ser vista nos testemunhos de sondagem. O RQD corresponde ao quociente da soma dos comprimentos superiores a 10 cm de testemunhos sãos e compactos, pelo comprimento do trecho perfurado, expresso em percentagem. Para melhor representação da relação entre os valores numéricos RQD e a qualidade geral da rocha para fins de engenharia, recomenda-se o uso de barriletes duplos giratórios e coroas de diâmetros iguais ou maiores que AX. A Tabela 12 expressa, em percentagem, os valores de RQD.

$$RQD = \frac{\sum \text{comprimentos} > 10\text{cm}}{\text{comprimento do trecho perfurado}} \times 100\%$$

Tabela 12: RQD

Qualidade da rocha	RQD (%)
Muito pobre	0 a 25
Pobre	25 a 50
Regular	50 a 75
Boa	75 a 90
Excelente	90 a 100



5.4.2.3. Grau de fraturamento

É determinado através da quantidade de fraturas com que se apresenta a rocha numa determinada direção. Não se consideram as fraturas provocadas pelo processo de perfuração ou soldadas por materiais altamente coesivos. Os diversos graus de fraturamento são dados na Tabela 13.

Tabela 13: Grau de fraturamento

Rocha	Símbolo	Número de fraturas por manobra
Pouco fraturada	F1	1 - 5
Medianamente fraturada	F2	6 - 10
Muito fraturada	F3	11 - 20
Extremamente fraturada	F4	≥ 20
Fragmentada	F5	Torrões em pedaços de diversos tamanhos

5.4.2.4. Grau de coerência

Baseia-se em características físicas, tais como resistência ao impacto, ao risco, friabilidade – ver Tabela 14.

Tabela 14: Grau de coerência

Rocha	Símbolo	Características
Muito coerente	C1	a) Quebra com dificuldade ao golpe do martelo. b) O fragmento possui bordas cortantes que resistem ao corte por lâmina de aço. c) Superfície dificilmente riscada por lâmina de aço.
Coerente	C2	a) Quebra com relativa facilidade ao golpe do martelo. b) O fragmento possui bordas cortantes que podem ser abatidas pelo corte com lâmina de aço. c) Superfície riscável por lâmina de aço.
Pouco coerente	C3	a) Quebra facilmente ao golpe do martelo. b) As bordas do fragmento podem ser quebradas pela pressão dos dedos. c) A lâmina de aço provoca um sulco acentuado na superfície do fragmento
Friável	C4	a) Esfarela ao golpe do martelo. b) Desagrega pela pressão dos dedos.

5.4.2.5. Grau de resistência à compressão simples

Depende de teste realizado através de equipamento específico. Só é apresentado quando explicitamente pedido. As diversas faixas de resistência são apresentadas na Tabela 15.



Tabela 15: Grau de resistência

Rocha	Símbolo	Resistência (kg/cm²)	MPa
Muito resistente	R1	> 1200	> 120
Resistente	R2	1200 - 600	120 - 60
Pouco resistente	R3	600 - 300	60 - 30
Branda	R4	300 - 100	30 - 10
Muito branda	R5	< 100	< 10

5.4.2.6. Classificação das descontinuidades principais

Baseia-se em exame microscópico dos testemunhos e fornece indicações do plano das descontinuidades. Só é apresentada quando explicitamente pedida. As classificações e grau de inclinação constam na Tabela 16 e Tabela 17.

Tabela 16: Classificação das descontinuidades

Denominação	Características		
Aberta	Sem preenchimento	Regularidade	Plana Curva Irregular
		Aspereza	Espelhada Lisa Rugosa
	Com preenchimento		
Fechada	Superfície em decomposição		Plana Curva Irregular
Cimentada			

Tabela 17: Inclinação das descontinuidades

Denominação	Inclinação
Horizontal	0° a 10°
Sub-horizontal	10° a 20°
Inclinada	20° a 70°
Sub-vertical	70° a 80°
Vertical	80° a 90°

5.4.3. Ensaios de Perda D'Água

Os ensaios de absorção de água executados em furos de sondagem, com água sob pressão, são denominados ensaios de perda d'água.



5.4.3.1. Equipamento

No equipamento deve constar dos seguintes elementos:

- a) bomba d'água com capacidade mínima de 60 litros por minuto a uma pressão de 10 kg/cm²;
 - a. a bomba deve ser testada no início de cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento.
- b) hidrômetro com divisões de escala em litros:
 - a. deve ser suficientemente sensível para detectar uma vazão mínima de 3 l/min;
 - b. no início de cada sondagem e sempre que suspeita de mau funcionamento, o hidrômetro deve ser submetido à calibração, devendo ser rejeitado aquele que apresentar um desvio de leitura superior a 10 %.
- c) manômetros com capacidade e divisões de conforme Tabela 18, devem ser comparados com um manômetro aferido de uso exclusivo para calibração, a cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento:

Tabela 18: Manômetros

Pressão máxima na escala do monômetro (kg/cm ²)	Divisões da escala (kg/cm ²)	Intervalo de posição do obturador com critério de pressão de 0,25 kg/cm ² /m (m)
1,0	0,1	1,0 – 3,5
3,0	0,1	2,5 – 11,0
6,0	0,2	8,0 – 22,0
10,0	0,5	20,0 – 36,0
20,0	1,0	36,0 – 72,0
30,0	1,0	36,0 – 108,0

- a. os manômetros não devem apresentar um desvio de leitura superior a 10 % do valor real;
 - b. é vedado o uso de curvas de calibração.
- d) estabilizador de pressão cuja atuação empeça que o campo de variação das oscilações de pressão seja superior a 10 % do valor a ser lido:
- a. obturador, em boas condições de borracha, tipo pneumático ou mecânico de cruzeta, simples e duplo;
 - b. o comprimento mínimo do obturador deve ser de 20,0 cm;
 - c. o seu diâmetro externo deve ser cerca de 5mm menor do que o furo;
 - d. o diâmetro interno da sua tubulação deve ser igual ou maior ao indicado ao item e) abaixo;
 - e. é vedada à utilização de obturadores cuja expansão seja obtida através de com pressão



das hastes no fundo do furo mediante o emprego de haste perfurada abaixo do obturador.

- e) canalização, luvas, cotovelos etc., em boas condições, com juntas estanques sem obstrução excessiva de ferrugem e com diâmetro mínimo de 3/4 de polegada:
 - a. é vedado o uso de niples ou reduções que diminuam a seção da tubulação;
- f) o diâmetro da canalização deve ser único e uniforme para todos os equipamentos de sondagem e durante toda a campanha programada.

5.4.3.2. Disposição dos equipamentos

Os equipamentos devem ser dispostos na seguinte ordem: bomba, estabilizador de pressão, hidrômetro, tubulação com manômetro e obturador.

O manômetro deve ficar fixado em um "tê" do trecho retilíneo da tubulação, sem curva ou cotovelo entre seu ponto de fixação e o obturador.

5.4.3.3. Água

A água utilizada nos ensaios não deve apresentar partículas de material sólido em suspensão visíveis a olho nu.

5.4.3.4. Ensaio de perda de carga

O ensaio de perda de carga consiste numa simulação em superfície do ensaio de perda de água.

Este ensaio tem por objetivo a determinação da perda de pressão provocada pelo atrito da água com as paredes da tubulação.

Deve ser feito um ensaio a cada campanha de sondagem.

O ensaio é iniciado após a montagem do equipamento segundo a ordem indicada no item anterior, numa superfície plana onde o ponto de saída da água e o manômetro fiquem situados numa mesma cota.

O comprimento total da tubulação (L) deve ser cerca de 20 % superior a profundidade máxima prevista para as sondagens da campanha programada.

Devem ser feitas medidas de pressão e vazão em estágios de aproximadamente 10, 20, 40 e



60 l/min, para comprimentos de tubulações de L, 3/4 L. e 1/2 L.

Com os resultados obtidos deve ser construído um ábaco relacionando vazão, comprimento da tubulação e perda de carga, que deve ser utilizado na correção da pressão efetivamente aplicada no trecho do furo ensaiado por perda d'água.

5.4.3.5. Trecho e pressões do ensaio de perda d'água

Os ensaios devem ser executados a medida do avanço da sondagem, em trechos de aproximadamente 3 metros de comprimento, a contar do início da efetiva utilização do processo rotativo.

A fiscalização pode solicitar a execução de ensaios adicionais em trechos de diferentes comprimentos, tanto na porção final da sondagem como acima dela.

Neste caso deve ser empregado obturador duplo.

As pressões do ensaio devem ser aplicadas num ciclo de 5 estágios: pressão mínima, pressão intermediária, pressão máxima, pressão intermediária e pressão mínima.

As pressões em cada estágio devem obedecer aos seguintes critérios:

- a) pressão máxima: 0,25 kg/cm² por metro de profundidade, na vertical, a contar da boca do furo até a posição do obturador;
 - a. no caso de rocha friável ou muito alterada, deve ser usado 0,15 kg/cm²/m.
- b) pressão intermediária: igual à metade da pressão máxima;
- c) pressão mínima: igual à pressão exercida por uma coluna d'água interna a tubulação do obturador, de aproximadamente 1 metro de altura acima da boca do furo:
 - a. as pressões máxima e intermediária devem ter seu valor arredondado até a divisão mais próxima do manômetro.

5.4.3.6. Procedimento do ensaio

Inicialmente deve ser efetuada cuidadosamente, lavagem do furo, até que a água da circulação se apresente limpa e isenta de detritos.

Terminada a lavagem, deve ser instalado o obturador. com a extremidade inferior da porção vedante no limite superior do trecho a ser ensaiado.

A técnica de ensaio com obturadores duplos não deve ser empregada como alternativa do ensaio com obturador simples.



O seu emprego deve ser restrito as situações em que forem necessários ensaios complementares em trechos acima da posição do fundo do furo.

Ao ser aplicada a pressão mínima do primeiro estágio deve ser avaliada a eficiência de vedação do obturador, através da medida do nível d'água no furo, que geralmente sobe quando o obturador não está vedando.

Se exequível, para facilitar esta observação, recomenda-se o enchimento do furo com água até a boca do revestimento, após a instalação do obturador.

Caso não for possível a vedação devido ao fraturamento da rocha ao redor do trecho de aplicação do obturador, o mesmo deve ser deslocado para cima, até nova posição onde a vedação for eficiente.

Não deve ser aplicada pressão no furo, antes do início do ensaio.

Assegurada a vedação do trecho, deve ser iniciada a aplicação dos estágios de pressão.

A pressão mínima do 1º e 5º estágios devem ser obtida pela manutenção da coluna d'água na tubulação do obturador, nos moldes dos ensaios e infiltrações a nível e, as demais pressões devem ser pela bomba d'água.

Em cada estágio, após a estabilização dos valores de pressão e vazão, devem ser feitas 10 medidas de seus valores em intervalos de 1 minuto.

Entende-se que os valores de absorção d'água e pressão estão estabilizados quando:

- a) não for observada uma variação progressiva nos valores medidos;
- b) a diferença entre as leituras isoladas e o seu valor médio for superior a 20 %.

Nos casos de pressão e vazão pequenas, próximas aos limites inferiores de sensibilidade dos equipamentos de medida, as diferenças de leitura admissíveis, devem ser estabelecidas, segundo um critério mais flexível, pela fiscalização.

Na fase decrescente do ciclo de pressões, se ocorrer retomo da água injetada a tubulação deve ser aberta e anotados os seguintes valores:

- a) volume total de água retomada até o total alívio de pressão de água no trecho ensaiado;
- b) pressão que estava aplicada no trecho.

Para a medida do volume de água retomada, deve ser utilizado o próprio hidrômetro, com conexão invertida para garantir seu perfeito funcionamento, ou tambor de volume conhecido.

Após as medidas do volume retomado, o ensaio deve ser retomado a partir do estágio subsequente àquele que deu origem ao retomo da água.



Quando, com a vazão máxima da bomba não foi atingido o valor da pressão de qualquer dos estágios do ensaio, devem ser feitas leituras dos valores de pressão e vazão atingidos, durante 10 minutos, a cada minuto.

Além do registro deste caso de absorção total da vazão da bomba, devem ser executados e registrados os demais estágios com pressão inferior ao daquela cuja pressão não foi atingida.

5.4.4. Apresentação dos Resultados

5.4.4.1. Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço, devem ser anotados em impressos próprio, designado "Boletim para Sondagem Rotativa".

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização imediatamente após o término da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome e local da obra;
- b) nome da firma;
- c) número, inclinação e rumo da sondagem;
- d) data do início e do término da sondagem;
- e) nome do responsável pela execução;
- f) cota da boca do furo;
- g) equipamento utilizado: tipo de avanço da sonda, tipos de coroas e barriletes;
- h) avanço diário, com diâmetro de perfuração, profundidades das manobras e dos revestimentos;
- i) descrição sumária do material atravessado;
- j) percentagem de recuperação dos testemunhos e número de peças de testemunho por
- k) manobra, conforme o item 5.4.4.2;
- l) leitura diária do nível d'água e indicação de artesianismo;
- m) fendas e avanços livres da manobra;
- n) perdas d'água da circulação;
- o) motivo do término da sondagem;



- p) outras observações de interesse.

5.4.4.2. Relatório

Os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA.

Devem constar do relatório:

- a) nome e local da obra;
- b) nome da firma;
- c) número, inclinação e rumo da sondagem;
- d) data do início e do término da sondagem;
- e) cota da boca do furo e do nível d'água subterrâneo, com data e se necessário a hora
- f) da leitura do nível d'água final;
- g) profundidade e cotas na vertical;
- h) diâmetros de sondagem e profundidade dos revestimentos;
- i) comprimento de cada manobra;
- j) recuperação dos testemunhos, efetiva e/ou RQD;
- k) graus de fraturamento, de alteração e de coerência da rocha;
- l) classificação geológica das rochas;
- m) perfil gráfico geológico, de acordo com as convenções apresentadas no anexo B;
- n) locação em planta da sondagem;
- o) assinatura do geólogo responsável.

No relatório também devem ser incluídos os boletins de sondagem de campo, para cada furo, mais os respectivos perfis individuais finais, com classificação dos testemunhos, conforme o item 5.4.2 - Classificação Geológica dos Testemunhos da Sondagem e, os anexos C e D.

Para a representação dos perfis individuais de sondagem a escala usual deve ser 1:100 ou, no caso de grandes profundidades, outra escala pode ser autorizada pelo declarante.



5.4.4.3. Anexos

- a) planta com localização da sondagem, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc.;
- b) nessa planta deve constar a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como a descrição sumária do elemento físico tomado como RN;
- c) perfil individual de cada sondagem ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:
 - a. o nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
 - b. diâmetro do tubo de revestimento e do amostrador empregados na execução das sondagens;
 - c. número da sondagem;
 - d. cota da boca do furo de sondagem, com precisão de 10 mm;
 - e. posição das amostras colhidas, devendo ser indicadas as amostras não recuperadas;
 - f. as profundidades, em relação à boca do furo, das transições e do final das sondagens;
 - g. identificação dos testemunhos amostrados, conforme a NBR 13441— Rochas e solo;
 - h. a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação; indicar se houve pressão ou perda d'água durante a perfuração;
 - i. indicação da não ocorrência de nível de água, quando não encontrado;
 - j. datas de início e término de cada sondagem;
 - k. indicação dos processos de perfuração empregados e respectivos trechos, bem como as posições sucessivas do tubo de revestimento e uso de lama de estabilização quando utilizada;
 - l. procedimentos especiais utilizados;
 - m. resultado dos ensaios de avanço de perfuração por circulação d'água.
- d) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, devem constar, ainda, os seguintes itens:
 - a. linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referência de nível;



- b. convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo conforme a NBR 13441 — Rochas e solo;
- c. as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100. Somente nos casos de sondagens profundas, e em subsolos muito homogêneos, pode ser empregada escala mais reduzida

5.5. Sondagem Mista

A sondagem mista reúne as finalidades de cada sondagem componente e deve ser executada, sob aprovação da fiscalização, quando as condições de solo ocorrente, lençol freático, custo operacional e informações desejadas indicarem reais vantagens para tal prática.

De maneira geral, as sondagens mistas podem ser dos seguintes tipos:

- a) trado/percussão/rotação (STP, SPR);
- b) pá-e-picareta/trado.

Cada sondagem componente deve ser executada de acordo com as instruções anteriormente descritas, para cada tipo de serviço e feitas da mesma maneira.

5.5.1. Apresentação dos Resultados

De acordo com o especificado nas respectivas as instruções anteriormente descritas para cada tipo de serviço e feitas da mesma maneira.

5.6. Poços de Inspeção

O poço e a escavação vertical de seção circular ou quadrada, de modo a obter a exposição do perfil do terreno e a permitir o acesso de um observador.

O poço deve ser iniciado após limpeza superficial do terreno em uma área de 4,0 x 4,0 m e construção de uma cerca de madeira pintada ou com 4 fios de arame farpado fixados a mourões no perímetro da área limpa.

No caso de escavação de poço próximo à edificação ou em áreas urbanas, deve ser mantido ao redor do poço um isolamento adequado, com dimensões de acordo com a área disponível e, sinalização de advertência.

Ao redor da área cercada, deve ser aberto um sulco de drenagem, que evite a entrada de enxurradas no poço.



A executante deve fornecer equipamento para execução de poços de inspeção de até 20 m de profundidade, em solos coesivos acima do nível d'água.

A dimensão mínima do poço a ser aberto, deve ser de 1,00 m, de cada lado no caso do poço quadrado e de 1,20 m de diâmetro no caso de poço circular.

A forma do poço deve ser de preferência circular, para maior segurança e rendimento. Nos casos de terrenos instáveis os poços devem ser escorados. Para facilitar a aplicação do escoramento a seção do poço pode ser quadrada.

O escoramento deve ter aberturas retangulares, verticais, com largura mínima de 10 cm, dispostas nas paredes do poço de maneira a permitirem o exame de toda a sequência vertical do terreno.

Cabe, única e exclusivamente, à executante a responsabilidade de verificar a estabilidade das paredes dos poços em execução, interrompendo os trabalhos de escavação tão logo sejam verificados indícios de desmoronamento, que coloque em risco a integridade dos trabalhadores.

A fiscalização opinará sobre a necessidade de dar continuidade ao poço, no caso de insegurança para o trabalho.

Se, em razão da profundidade, for necessário o escoramento, deve ser feito pela própria executante com base em sua experiência neste tipo de serviço e exigências de normas vigentes.

Todo o solo retirado do poço deve ser depositado em sequência ao seu redor, de maneira a formar um anel onde a distribuição vertical dos materiais atravessados fique reproduzida, em escala.

Ao se atingir o nível d'água interrompe-se a operação de escavação, anota-se sua profundidade e passa-se a observar a elevação do nível d'água durante um período de 30 minutos. No caso de artesianismo, deve-se anotar a altura do nível estático, medindo-se, caso ocorra, a vazão de água ao nível do terreno.

O nível d'água deve ser medido todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte após a conclusão do poço.

Nos poços feitos em terrenos sedimentares, ricos em matéria orgânica, deve ser providenciada ventilação forçada no fundo do poço, de maneira a expulsar eventuais emanações de gases.

Quando solicitado, a boca do poço, deve ser coberta por uma tampa de madeira apoiada sobre um cordão de solo, que impeça a entrada de águas pluviais e animais no poço.

O poço deve ser considerado concluído nos seguintes casos:

- a) quando atingir a profundidade prevista pela programação dos trabalhos;
- b) quando houver insegurança para o trabalho;



- c) quando houver infiltração d'água acentuada que torne pouco produtiva as operações de escavações e, não for imprescindível sua continuidade;
- d) quando ocorrer no fundo do poço material não escavável por processos manuais.

Caso haja necessidade de prosseguimento da escavação abaixo do nível da água, devem ser utilizados um ou mais dos métodos abaixo relacionados:

- a) uso de bombas, para esgotamento da água do fundo do poço;
- b) encamisamento do poço, com uso de ar comprimido, com diâmetro compatível com a perfuração e retirada de amostras;
- c) poços auxiliares de rebaixamento do lençol freático.

No final de cada jornada de trabalho a boca do poço deve ser coberta por uma tampa, apoiada sobre um cordão de solo, que impere a entrada de animais e águas pluviais. Tal procedimento deve também ser aplicado na conclusão do poço, caso haja interesse em mantê-lo aberto.

Não havendo interesse na manutenção do poço aberto, após a conclusão dos serviços, o mesmo deve ser totalmente preenchido com solo.

Por solicitação da fiscalização esta operação pode ser adiada até o término do último poço a ser executado na obra pela executante. No local do poço deve ser cravada uma tabuleta com os seguintes dados:

- a) número do poço;
- b) profundidade;
- c) cota e amarração;
- d) data de término.

5.6.1. Amostragem

As amostras deformadas devem ser coletadas a cada metro escavado, quando em material homogêneo. Se ocorrer mudanças do tipo de material escavado, no transcurso de 1 m, devem ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

As amostras devem ser coletadas em quantidade variável, em função da necessidade e, acondicionadas em sacos de lona ou plástico resistente. A identificação dessas amostras deve ser feita por duas etiquetas de papel cartão, sendo uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, esta última deve ser protegida por um saco ou envelope plástico, onde devem constar:

- a) nome da obra;



- b) trecho;
- c) localização do furo, estaca ou afastamento;
- d) número do poço;
- e) intervalo de profundidade da amostra;
- f) data da coleta;
- g) nome do responsável pela coleta.

As anotações devem ser feitas em papel, com caneta esferográfica ou tinta indelével.

As amostras devem ser coletadas do material retirado à medida que o poço avança, não sendo permitida a amostragem por raspagem da parede do poço, após sua conclusão.

As amostras devem ser colocadas sem demora em dois recipientes: um de tampa hermética parafinada ou selada com fita colante, com aproximadamente 100 g de material e outro de lona, com amarrilho em quantidade suficiente para realização dos ensaios previstos.

As amostras devem permanecer guardadas a sombra e em local ventilado, até o final da jornada diária, quando devem ser transportadas para o local indicado pela fiscalização.

5.6.1.1. Amostra deformadas

As amostras deformadas devem ser coletadas a cada metro escavado, quando em material homogêneo. Se ocorrer mudanças do tipo de material escavado, no transcurso de 1 m, devem ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

As amostras devem ser coletadas em quantidade variável, em função da necessidade e, acondicionadas em sacos de lona ou plástico resistente. A identificação dessas amostras deve ser feita por duas etiquetas de papel cartão, sendo uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, esta última deve ser protegida por um saco ou envelope plástico, onde devem constar:

- a) nome da obra;
- b) trecho;
- c) localização do furo, estaca ou afastamento;
- d) número do poço;
- e) intervalo de profundidade da amostra;
- f) data da coleta;
- g) nome do responsável pela coleta.



As anotações devem ser feitas em papel, com caneta esferográfica ou tinta indelével.

As amostras devem ser coletadas do material retirado à medida que o poço avança, não sendo permitida a amostragem por raspagem da parede do poço, após sua conclusão.

As amostras devem ser colocadas sem demora em dois recipientes: um de tampa hermética parafinada ou selada com fita colante, com aproximadamente 100 g de material e outro de lona, com amarrilho em quantidade suficiente para realização dos ensaios previstos.

As amostras devem permanecer guardadas a sombra e em local ventilado, até o final da jornada diária, quando devem ser transportadas para o local indicado pela fiscalização.

5.6.1.2. Amostras indeformadas

As profundidades para coleta das amostras indeformadas devem ser determinadas pelo geólogo que acompanha a obra.

As amostras indeformadas devem ser constituídas de cubos de solo não deformado, com arestas de 0,30 m de dimensão, coletados da seguinte maneira:

- a) quando o fundo do poço se encontrar a cerca de 5 cm da profundidade a ser amostrada, deve ser iniciada a talhagem do cubo a ser coletado através da remoção do solo que o envolve;
- b) identificar o topo do bloco, com a marcação da letra "T";
- c) talhado o bloco até 0,10 m abaixo de sua base, as suas faces devem receber uma delgada camada de parafina, aplicada com pincel;
- d) seccionar cuidadosamente a base do bloco, tombá-lo sobre um colchão fofo de solo e regularizar a face da base até as dimensões previstas, cobrindo-a, em seguida, com talagarça ou similar e parafina;
- e) quando necessário o bloco deve ser envolvido ou reforçado ao longo dessas arestas, com talagarça;
- f) após operação do item anterior, envolve-se a amostra com uma forma quadrada de madeira aparafusada de 0,34 m de dimensão interna. Colocada a forma e, bem vedada seu contacto com o solo que ladeia a amostra, despeja-se a parafina líquida nos vazios da forma e na face superior do bloco;
- g) após o endurecimento da parafina, secciona-se cuidadosamente o bloco pela sua base, regularizando e parafinando-a;
- h) o bloco deve ser retirado do poço com a forma e após a remoção desta, coloca-se numa das faces do bloco uma etiqueta com os seguintes dizeres:



- a. nome da obra;
 - b. trecho;
 - c. localização da sondagem, estaca ou afastamento;
 - d. número do poço;
 - e. número da amostra;
 - f. profundidade do topo e base da amostra;
 - g. data;
 - h. cota da boca do poço;
 - i. operador;
 - j. orientação espacial do bloco.
- i) completada a identificação, o bloco deve ser colocado em uma caixa cúbica de 0,40 m de dimensão interna, com tampa aparafusada;
- a. o espaço remanescente entre o bloco e a caixa deve ser preenchido com serragem fina pouco umedecida.
- j) toda a operação até aqui descrita deve ser efetuada no menor tempo possível, ao abrigo de luz solar direta, não sendo permitida nenhuma paralisação durante o processo;
- k) em um dos lados da caixa e no topo do bloco, devem constar os mesmos dizeres da etiqueta colado no bloco;
- l) as amostras coletadas devem permanecer guardadas a sombra, em local ventilado, até o final da jornada diária, quando devem ser transportados com o máximo cuidado, sem choques ou vibrações, até o local indicado pela fiscalização.

5.6.2. Apresentação dos resultados

5.6.2.1. Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço devem ser anotados em impressos adequados.

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização imediatamente após o término da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:



- a) nome da obra e interessado;
- b) identificação e localização do poço;
- c) dimensões do poço;
- d) data do início e término da execução;
- e) descrição e profundidade das amostras coletadas;
- f) medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medida;
- g) equipamentos utilizados na escavação do poço;
- h) motivo da paralisação.

5.6.2.2. Relatório

Os resultados das escavações devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA.

Devem constar do relatório:

- a) nome do interessado;
- b) local e natureza da obra;
- c) descrição sumária do método e dos equipamentos empregados na realização da escavação;
- d) total perfurado, em metros;
- e) declaração de que foram obedecidas as normas brasileiras relativas ao assunto;
- f) outras observações e comentários, se julgados importantes;
- g) referências aos desenhos constantes do relatório.

5.6.2.3. Anexos

- a) planta com localização da obra e a localização da escavação, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc.;
- b) a planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das escavações, bem como a descrição sumária do elemento físico tomado como RN;
- c) perfil individual ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:



- a. o nome da firma executora das escavações, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
 - b. número do poço;
 - c. cota da boca do poço, com precisão de 10 mm;
 - d. as profundidades, em relação à boca do poço, das transições e do final das escavações;
 - e. identificação dos solos amostrados, conforme a NBR 13441 — Rochas e solo;
 - f. a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação;
 - g. datas de início e término de cada escavação.
- d) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, devem constar, ainda, os seguintes itens:
- a. linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referência de nível;
 - b. convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo, conforme a NBR 13441 — Rochas e solo;
 - c. as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100; somente nos casos de sondagens profundas e, em subsolos muito homogêneos, deve ser em pregada escala mais reduzida.

5.7. Barra Mina

As sondagens do tipo barra mina consistem em sondagens que tem por finalidade a determinação de espessura de solos moles.

O plano de sondagem barra mina deve ser executado de forma a determinar a espessura e área de abrangência do solo mole.

As sondagens são executadas através de cravação de haste metálicas rígidas de diâmetro de 3/4" e 4,0m de comprimento. As hastes devem possuir escala graduada em a cada 5,0 cm.

Antes do início da sondagem toda a vegetação de brejo existente no local deve ser removida, e quando houver camadas de aterro devem-se executar primeiramente sondagens a trado até a superfície da camada de solo mole.

Após a remoção da vegetação ou execução da sondagem a trado a sondagem pode ser iniciada. A sondagem barra mina deve ser executada no próprio orifício da sondagem a trado, após esta ter sido executada.



A cravação da haste metálica deve ser executada na vertical, por processo estritamente manual, quando não for possível mais executar a cravação a sondagem é dada com terminada.

Realizar a descrição tátil-visual do material aluvionar, quando possível, isto é, após a retirada da haste metálica verificar há material aluvionar aderido na extremidade inferior que tenha impedido o prosseguimento da cravação.

Quando a cravação atingir cerca de 3,50 m de profundidade e não se atingir o final da espessura de solo mole, deve registrar no boletim de sondagem que não foi possível detectar a espessura total da camada.

5.7.1. Apresentação dos Resultados

- a) nome da obra;
- b) nome do local;
- c) número do furo;
- d) intervalo de profundidade;
- e) ata da sondagem.

5.7.1.1. Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço, devem ser anotados em impressos adequados.

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização, imediatamente após o término da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome da obra e interessado;
- b) identificação e localização do furo;
- c) cota de início e término;
- d) data de execução;
- e) descrição e profundidade;
- f) medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medida;
- g) ferramenta utilizada na perfuração e profundidade respectiva.



5.7.1.2. Relatório

Os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA.

Devem constar do relatório:

- a) nome do interessado;
- b) local e natureza da obra;
- c) descrição sumaria do método e dos equipamentos empregados na realização das sondagens;
- d) total perfurado, em metros;
- e) relação das normas brasileiras relativas ao assunto e declaração de que suas normas foram obedecidas;
- f) outras observações e comentários, se julgados importantes;
- g) referências aos desenhos constantes no relatório.

5.7.1.3. Anexos

- a) planta com localização da sondagem, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc. Nessa planta deve constar a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como a descrição sumaria do elemento físico tomado como RN;
- b) perfil individual de cada sondagem ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:
 - a. o nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra,
 - b. indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
 - c. número da sondagem;
 - d. cota da boca do furo de sondagem, com precisão de 10 mm;
 - e. as profundidades, em relação à boca do furo, das transições e do final das sondagens;
 - f. a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação;
 - g. datas de início e término de cada sondagem.



- c) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, deve constar, ainda, linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referência de nível;
- d) as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100, com convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo, conforme NBR 13441 - Rochas e solo.

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

6.1. Sondagem a Percussão

A sondagem a percussão é medida por metro linear executado.

No preço unitário estão inclusos: visita prévia ao local, marcação dos furos (sendo que a distância entre os furos não superior a 30 m), execução das sondagens, confirmação da locação e do nivelamento, descrição das amostras de solo de cada termo de sondagem, elaboração do perfil de sondagem de laboratório (em termos de resistência, permeabilidade e deformabilidade); revisão da classificação e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas e acessórios necessários para perfeita execução do ensaio.

6.2. Taxa Fixa de Instalação Sondagens a Percussão ou Rotativa

A taxa de instalação de sondagens a percussão ou rotativa é medido e pago por unidade (un) de instalação.

No preço unitário estão inclusos: a locação das sondagens em campo e nivelamento, chegada à obra e instalação do canteiro de obra. Também está incluso custos com mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas e acessórios necessários para instalação da sondagem além de despesas como hospedagens, alimentação e outros necessários para a correta execução dos serviços.

6.3. Transporte de Equipamento de Sondagem

O transporte de equipamento de sondagem é medido e pago por (km x equip.) de distância percorrida (ida e volta).

No preço unitário estão inclusos: o transporte de equipamentos da empresa até o local de execução dos furos.

Na presente licitação, os custos com transporte dos equipamentos de sondagem estão inclusos no item de mobilização e desmobilização de equipamento e pessoal para execução das sondagens.



6.4. Deslocamento de Equipamento de Sondagem

O deslocamento de equipamento de sondagem é medido e pago por metro (m) deslocado.

No preço unitário estão inclusos: o deslocamento de equipamentos dentro da obra entre os furos, sendo que a distância entre os furos deve ser superior a 30 m.

Na presente licitação, os custos com deslocamentos dos equipamentos entre furos já estão incluídos nos custos unitários de execução dos furos de sondagens.

6.5. Plataforma ou Banqueta para Sondagem a Percussão ou Rotativa

A plataforma ou banquetta para sondagem a percussão ou rotativa é medida e paga por equipamento.

No preço unitário estão inclusos: o fornecimento de equipamentos para permitir a realização de sondagem em locais íngremes.

Na presente licitação, os custos já estão incluídos nos custos de execução dos serviços.

6.6. Flutuante para Sondagem

A flutuante de instalação é medida e paga por obra, atestada pela fiscalização.

No preço unitário estão inclusos: despesa com o transporte do flutuante até o local da obra, o posicionamento e ancoragem sempre que necessário. Assim como, as despesas com a locação do flutuante, calibragem do mesmo e as despesas de desmobilização do flutuante após o término de execução do serviço.

Não está previsto para esta contratação os custos com Flutuantes, caso necessário, deverá ser tecnicamente justificado a sua utilização e seus custos aditivados na contratação dentro dos limites legais.

6.7. Instalação de Sondagem a Percussão ou Rotativa sobre Flutuante

A instalação de sondagem a percussão ou rotativa sobre flutuante é medida e pago por unidade de sondagem de instalação.

No preço unitário estão inclusos: a locação das sondagens em campo e nivelamento, chegada à obra e instalação do canteiro de obra. Também está incluso, mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas e equipamentos necessários para instalação da sondagem.



Para a presente licitação não estão previstos custos com flutuante.

6.8. Rotativa em Solo, Rocha Alterada e Rocha Sã

A sondagem a rotativa em solo, rocha alterada e sã é medida e paga por metro linear (m) executado.

No preço unitário estão inclusos inclusive a visita prévia ao local, marcação dos furos (a distância entre os furos não deve ser superior a 30 m), confirmação da locação e do nivelamento, descrição das amostras de cada termo de sondagem, elaboração do perfil de sondagem de laboratório (petreografia geral, granulação, textura, estrutura, cor dominante, etc), bem como parâmetros geotécnicos (grau de alteração, coerência e fraturamento), revisão da classificação e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas, acessórios e equipamentos (cobrindo todos os gastos com os equipamentos) necessários para perfeita execução do ensaio.

6.9. Sondagem a Trado

A sondagem a trado é medida e paga por metro linear (m), pode atingir até 15 m, dependendo da compacidade e consistência dos solos.

No preço unitário estão inclusos: a visita prévia ao local, marcação dos furos (a distância entre os furos não deve ser superior a 30m), a perfeita execução da sondagem nas camadas mais superficiais dos solos, obtenção de amostras deformadas ao longo da profundidade, de metro em metro, elaboração do perfil de sondagem de laboratório (em termos de permeabilidade, limites de consistência e ensaio de compactação); revisão da classificação e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem de laboratório, em termos de permeabilidade, limites de consistência e ensaio de compactação; revisão da classificação e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas e acessórios necessários para perfeita execução do ensaio.

6.10. Abertura de Poço de Inspeção

A abertura de poço de inspeção é medido e paga por metro linear (m) executado.

No preço unitário estão inclusos: a visita prévia ao local, marcação dos poços, proteção a área do poço e a integridade, e segurança dos trabalhadores, obtenção de amostras ao longo da profundidade, a cada horizonte de solo, coleta das amostras indeformadas (conforme determinado pelo



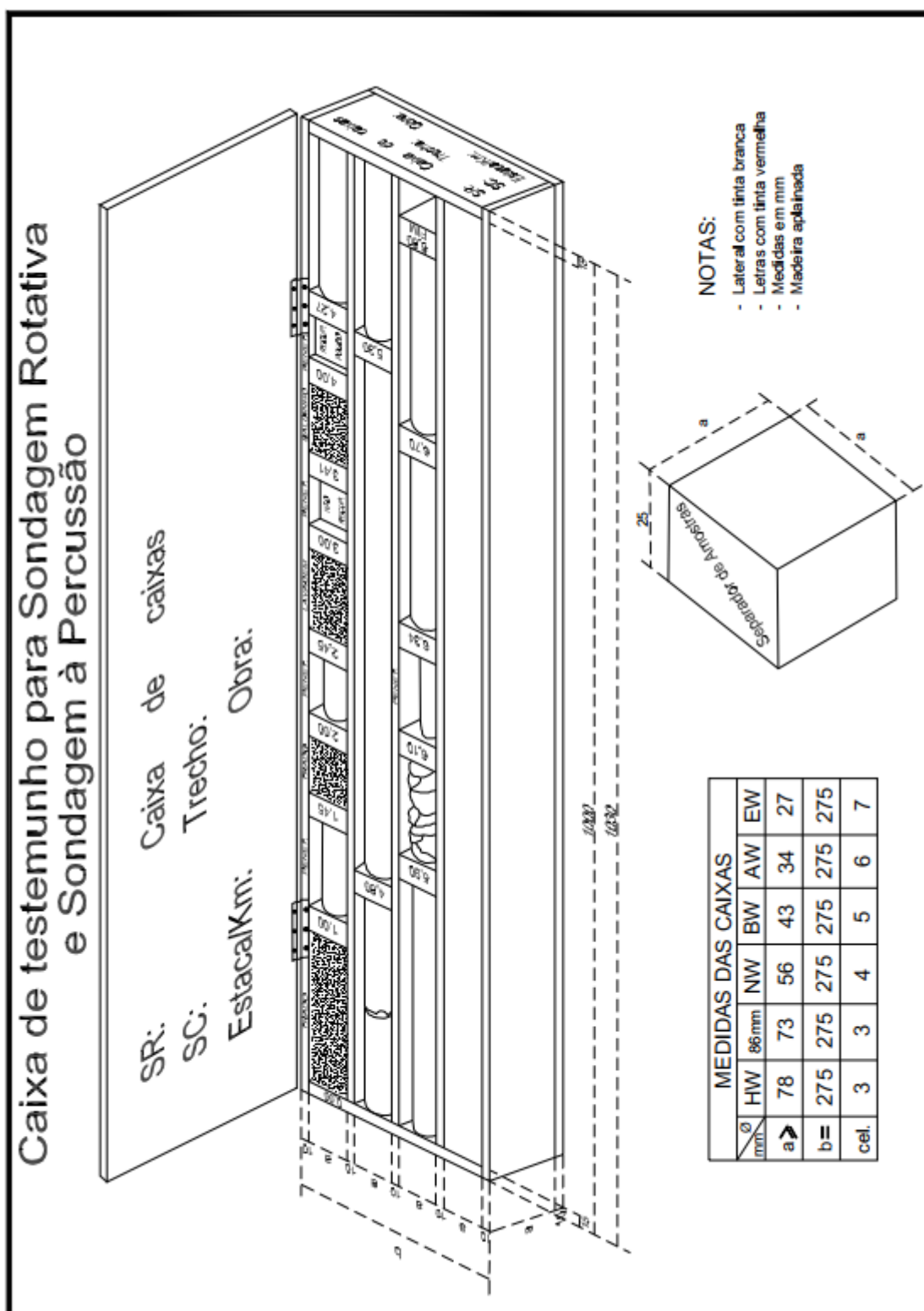
Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

geólogo responsável), a sua completa identificação, proteção e armazenamento, a perfeita elaboração do perfil do terreno identificando e classificando as camadas de solo e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem do poço. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas, equipamentos de segurança e acessórios necessários para perfeita execução do poço de inspeção.



ANEXO A – CAIXA DE TESTEMUNHO



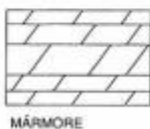


ANEXO B – CONVENÇÕES GRÁFICAS GEOLÓGICAS

ROCHAS ÍGNEAS



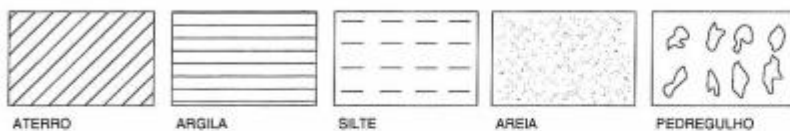
ROCHAS METAMÓRFICAS



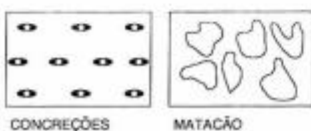
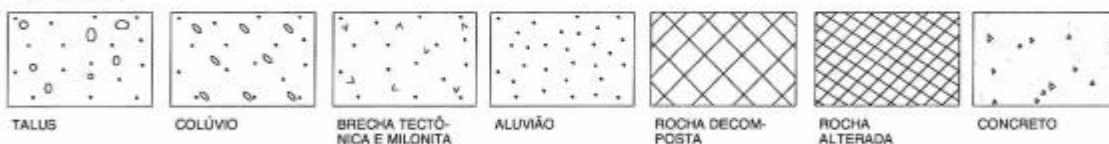
ROCHAS SEDIMENTARES

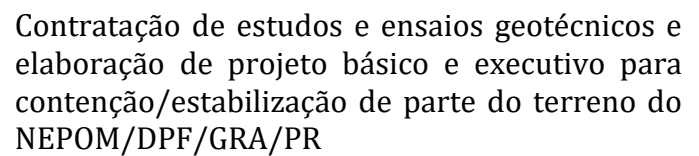


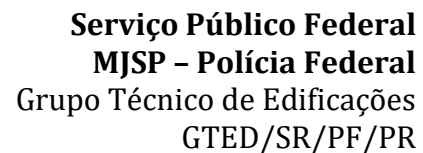
SOLOS



GERAIS







Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

BOLETIM Nº:

$$\text{NA} \left\{ \begin{array}{ll} / & / \\ / & / \end{array} \right. \begin{array}{l} (\text{INICIAL}) \\ (\text{FINAL}) \end{array}$$

FURO:

OBRA:

 $\emptyset:$

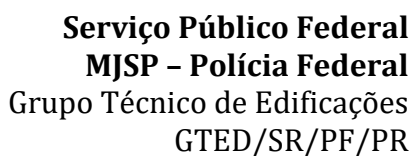
ESTACA:

INCLINAÇÃO:

COTA:

AFASTAMENTO:

PROFUND. (m)	METRAGEM (m)	RECUPERAÇÃO		FENDILHAMENTO (f/m)	FRACIONAMENTO (nº/M)			COROA (nº)	ALARGADOR (nº)	CLASSIFICAÇÃO	
		Metros	%		1	2	3				
OBS:										DATAS INÍCIO: FIM:	REVESTIMENTO (m)
SONDADOR:				M (manobra):		NA (nível de água):					



Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

[illegible]



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

APÊNDICE II DO CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Procedimentos, critérios e padrões para elaboração de Projetos de Contenção de Encostas em contratações da Polícia Federal



Sumário

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVO	4
3. DEFINIÇÕES	4
3.1. Contenção de Encosta	4
3.2. Cortina Atirantada.....	4
3.3. Grelha Atirantada.....	4
3.4. Placas Ancoradas	5
3.5. Cortina Ancorada.....	5
3.6. Maciço de Solo Grampeado.....	5
3.7. Reticulado Estrutural de Estacas Tipo Raiz.....	5
3.8. Rede Metálica Ancorada.....	5
3.9. Muro de Concreto Ciclópico.....	5
4. ETAPAS DE PROJETO	5
4.1. Estudo Preliminar	6
4.2. Projeto Básico	6
4.3. Projeto Executivo.....	6
5. ELABORAÇÃO DO PROJETO	7
5.1. Normas Gerais Aplicáveis	7
5.2. Materiais e Disposições Construtivas	7
5.2.1. Concreto Armado	7
5.2.2. Concreto Ciclópico.....	7
5.2.3. Aço de Armadura Passiva	8
5.2.4. Tela Metálica.....	8
5.2.5. Aço dos Tirantes	8
5.2.6. Alvenaria Estrutural.....	8
5.2.7. Juntas.....	8
5.2.8. Materiais Utilizados em Estrutura de Contenção	9
5.3. Investigações Geológico-Geotécnicas	9
5.4. Critérios de Cálculo	11
5.4.1. Concepção Estrutural	11
5.4.2. Carregamento.....	11
5.4.3. Determinação dos Esforços Solicitantes.....	13
5.4.4. Dimensionamento das Estruturas	13



5.4.5. Verificação de Estabilidade da Retenção	15
6. FORMA DE APRESENTAÇÃO	18
6.1. Estudo Preliminar	18
6.2. Projeto Básico	18
6.2.1. Localização das Sondagens.....	18
6.2.2. Memorial Descritivo	18
6.2.3. Memorial de Cálculo	19
6.2.4. Desenhos	20
6.2.5. Detalhes Complementares	20
6.3. Projeto Executivo.....	20
6.3.1. Memorial Descritivo	21
6.3.2. Memorial de Cálculo	21
6.3.3. Desenho	22
6.3.4. Detalhes Complementares	23
6.3.5. Projetos com Materiais Diferentes	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25



1. INTRODUÇÃO

Esta Instrução de Projeto apresenta os procedimentos, critérios e padrões a serem adotados como os mínimos recomendáveis para a elaboração de projeto de contenção de encostas para contratações da Polícia Federal.

2. OBJETIVO

Fornecer diretrizes para a contratada na elaboração de projeto de contenção de encostas no âmbito da Polícia Federal.

3. DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta instrução de projeto, são adotadas as seguintes definições:

3.1. Contenção de Encosta

Sistema de estabilização de taludes naturais. A geometria e os elementos constituintes da contenção devem ser apropriados, capazes de suportar os esforços transmitidos pela massa instável com segurança aceitável.

O sistema estrutural pode constituir-se de paramento e elementos de reforço inseridos no maciço, como tirantes, chumbadores e estacas injetadas.

Os paramentos podem ser de placas e grelhas de concreto simples, concreto ciclópico, concreto projetado, armado ou com revestimento vegetal ou artificial.

Além dos elementos citados acima, normalmente compõem a contenção os elementos filtrantes e drenantes, como filtros de areia ou de material sintético, drenos profundos, barbacãs e drenos subhorizontais internos.

3.2. Cortina Atirantada

São contenções constituídas de paramento de concreto armado de parede contínua, como ilustrado ou em placas justapostas, fixadas por meio de tirantes ou ancoragens protendidas.

3.3. Grelha Atirantada

São contenções em que o paramento é constituído de vigas entrecruzadas de concreto armado fixado no terreno por meio de chumbadores, ancoragens passivas, ou tirantes.



3.4. Placas Ancoradas

São contenções em que a estabilização do maciço é promovida através de placas de concreto armado, moldado ou projetado, fixadas no terreno por meio de chumbadores ou tirantes.

3.5. Cortina Ancorada

São contenções constituídas de paramento, geralmente de concreto armado com parede contínua ou em placas, e chumbadores (ancoragens passivas). O paramento pode constituir-se de concreto projetado armado, com os chumbadores convenientemente solidarizados ao paramento.

3.6. Maciço de Solo Grampeado

São inclusões de chumbadores, ancoragens passivas subhorizontais, fixadas no maciço através de nata de cimento, constituindo em conjunto com o solo um maciço estável. O paramento pode constituir-se de tela metálica e concreto projetado ou tela metálica e revestimento vegetal ou sintético, com os chumbadores convenientemente solidarizados.

3.7. Reticulado Estrutural de Estacas Tipo Raiz

São inclusões subverticais de estacas tipo raiz em forma de reticulado tridimensional no terreno, constituindo em conjunto com o solo um maciço estável. As cabeças das estacas são solidarizadas a um sistema de vigas de concreto armado.

3.8. Rede Metálica Ancorada

A contenção é constituída de revestimento de rede metálica fixada no solo por meio de chumbadores, conformando-se com a superfície do terreno e aplicável à estabilização de blocos de rocha.

3.9. Muro de Concreto Ciclópico

São muros de concreto ciclópico ou armado, em forma de contraforte, que escoram blocos rochosos. Esta contenção pode ser mista, incorporando outros tipos de fixações como chumbadores ou tirantes.

4. ETAPAS DE PROJETO

O projeto de contenção deve ser elaborado em três etapas, descritas a seguir.



4.1. Estudo Preliminar

Esta etapa corresponde às atividades relacionadas a estudo geral de alternativas de diretrizes de traçado geométrico, baseado em dados de cadastros regionais e locais, observações de campo e experiência profissional, de maneira a permitir a previsão preliminar de custos das obras.

Deve-se procurar o contato direto com as condições físicas do local da obra através de reconhecimento preliminar, utilizando documentos de apoio disponíveis como aerofotos, restituições aerofotogramétricas, mapas geológicos e, eventualmente, dados de algum projeto existente na área de influência da obra. A análise dos dados permite a previsão das investigações necessárias para a etapa de projeto subsequente, o projeto básico.

O estudo preliminar deve constituir-se de memorial descritivo com apresentação das alternativas possíveis de implementação, dos condicionantes geotécnicos, e da solução eleita a partir de análise técnico-econômica simplificada.

4.2. Projeto Básico

Nesta etapa devem-se obter elementos como topografia, investigações geológico-geotécnicas, projeto geométrico etc. A partir desses elementos, deve-se estudar alternativas de solução com grande detalhamento suficiente para permitir comparações entre elas, para selecionar a melhor solução técnica e econômica para a obra.

Nesta etapa devem ser determinados os elementos que fixam e definem os diversos componentes da obra. Incluem-se o memorial de cálculo com os pré-dimensionamentos estruturais e geotécnicos, desenhos de implantação da obra, de corte longitudinal e transversal, o cronograma de obra, planilhas de quantidades e orçamento.

4.3. Projeto Executivo

Nesta etapa, a solução selecionada no projeto básico deve ser detalhada a partir dos dados atualizados de campo, da topografia, das investigações geológicas-geotécnicas complementares, do projeto geométrico etc.

O detalhamento da obra apresenta-se por desenhos de implantação, forma, armadura e detalhes construtivos, por memorial de cálculo, método construtivo, cronograma, planilhas de quantidades e orçamento.



5. ELABORAÇÃO DO PROJETO

Os projetos de contenção de encostas devem ser elaborados segundo os critérios apresentados a seguir.

5.1. Normas Gerais Aplicáveis

A elaboração do estudo preliminar e os projetos básico e executivo de contenção devem ser desenvolvidos de acordo com as condições estabelecidas nas normas brasileiras em vigor, citadas no item 7 – Referências Bibliográficas.

Caso alguma norma necessária ao desenvolvimento do projeto não conste no referido item, a projetista deve incluí-la nos estudos e projetos, previamente autorizada pela fiscalização.

5.2. Materiais e Disposições Construtivas

Os materiais a serem utilizados devem atender obrigatoriamente às prescrições e especificações das normas brasileiras vigentes, considerando também as prescrições relacionadas a seguir.

5.2.1. Concreto Armado

Para estruturas projetadas em concreto armado deve-se considerar as seguintes condições:

- concreto estrutural: classe C30 – $f_{ck} \geq 30$ MPa ou f_{ck} maior conforme classe de agressividade ambiental, atendendo ao item 7.4 da NBR 6118;
- concreto magro: classe C10 – $f_{ck} \geq 10$ MPa;
- cobrimento da armadura: conforme classe de agressividade ambiental e qualidade do concreto decobrimento. Ver itens 6.4 e 7.4 da NBR 6118;
- controle da fissuração e proteção da armadura: conforme item 13.4 da NBR 6118.

5.2.2. Concreto Ciclopico

Para as estruturas projetadas em concreto ciclopico deve-se considerar as seguintes condições:

- concreto: classe C18 – $f_{ck} \geq 18$ MPa;
- agregados: devem satisfazer ao disposto na NBR 7211 e apresentar diâmetro máximo compatível com as dimensões e características da peça a ser moldada;
- concreto magro: classe C10 – $f_{ck} \geq 10$ MPa.



5.2.3. Aço de Armadura Passiva

Podem ser utilizados aços do tipo CA-25, CA-50 ou CA-60, de acordo com as prescrições da norma NBR 7480. Em caso de necessidade de utilização de outro tipo de aço não especificado nesta instrução de projeto, deve ser consultada a fiscalização do contrato.

5.2.4. Tela Metálica

A tela metálica deve atender às prescrições da norma para telas de aço soldadas para armadura de concreto NBR 7481.

5.2.5. Aço dos Tirantes

Os tirantes podem constituir-se por uma ou mais barras, vários fios ou várias cordoalhas. As monobarras podem ser de aço CA-50, CA-60, ST50/55 e ST85/105. Os fios podem ser de aço 150 RB com tensão de escoamento σ_e igual a 1350 MPa e, as cordoalhas, 190 RB com tensão de escoamento σ_e igual a 1708 MPa.

O aço deve atender às prescrições da norma para tirantes NBR 5629. O aço pode ser substituído por outros materiais especiais, como por exemplo fibra de vidro, desde que previamente autorizado pela fiscalização.

5.2.6. Alvenaria Estrutural

Para as estruturas projetadas em alvenaria estrutural deve-se considerar as seguintes condições:

- blocos com larguras mínimas de 140 mm;
- espessura mínima das paredes longitudinais e transversais dos blocos de 32 mm e 25 mm, respectivamente;
- resistência característica a compressão de $f_{ck} \geq 4$ MPa;
- resistência mínima à compressão do graute de $f_{gk28} \geq 10$ MPa.

5.2.7. Juntas

As juntas verticais de expansão devem ser espaçadas em intervalos de no máximo 30 m. Para casos especiais que exijam módulos com extensão maior que a preconizada, devem ser considerados os efeitos



devido à dilatação e à retração térmica no dimensionamento das peças.

5.2.8. Materiais Utilizados em Estrutura de Contenção

Os materiais utilizados em estrutura de contenção podem ser:

- concreto armado: concreto e armadura;
- solo reforçado com chumbadores: armadura, tela metálica, calda de cimento e concreto armado projetado ou moldado, ou revestimento vegetal;
- contenções mistas: utilização de muro de arrimo. Neste caso, observar as recomendações descritas na Instrução de Projeto de Muro de Arrimo.

Todos os materiais citados devem atender às prescrições das normas brasileiras. As pedras devem ter as características de rocha sã. Os materiais fornecidos por fabricantes devem possuir atestados fornecidos por órgãos competentes justificando suas características do tipo resistência mecânica, deformabilidade, durabilidade etc.

5.3. Investigações Geológico-Geotécnicas

Devem ser realizadas em função das necessidades de detalhamento do projeto, relacionadas às etapas de estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo da rodovia.

O objetivo da investigação geológica é identificar a estratigrafia e litologia da área, a distribuição e o posicionamento das unidades geológicas e suas características geoestruturais. Deve-se coletar amostras para realização posterior de ensaios laboratoriais e obtenção de informações geohidrológicas conforme descrito na Instrução de Projeto de Estudos Geológicos. A obtenção dessas informações é realizada mediante mapeamento de campo, ensaios geofísicos e sensoriamento remoto, escavações e sondagens mecânicas.

O objetivo da investigação geotécnica é determinar as características físicas e mecânicas dos materiais de interesse detectados nas investigações geológicas, conforme descritos na Instrução de Projeto de Estudos Geotécnicos. Essa investigação deve ser realizada através de ensaios de campo e de laboratório.

As investigações geológico-geotécnicas abrangem as atividades tanto de geologia como de geotecnia e se correlacionam, na presente instrução, às obras de contenção.

Na etapa de estudo preliminar, eventualmente, podem ser necessárias algumas investigações geológico-geotécnicas como sondagens e ensaios geotécnicos. Devem ser analisados os documentos de apoio disponíveis como aerofotos, restituições aerofotogramétricas, mapas geológicos e,



eventualmente, dados de algum projeto existente na área de influência da obra, além de vistoria em campo.

Na etapa de projeto básico, em função das alternativas viáveis para a contenção, recomenda-se a execução de:

- sondagens de cunho geológico em cada formação geológica: pelo menos uma sondagem do tipo a percussão até a camada do impenetrável à lavagem por tempo, limitada, entretanto, a 40 m de profundidade, ou do tipo misto, por percussão e seguida de rotativa, penetrando pelo menos 3m em camada de rocha sã caso se evidenciem afloramentos rochosos, ou ainda sondagens geofísicas nesses locais de afloramento rochoso;
- sondagens de cunho geotécnico: pelo menos três sondagens, do tipo a percussão ou mista, necessárias para caracterizar o perfil geológico-geotécnico local e da massa potencialmente instável para cada contenção;
- poço de inspeção: pelo menos dois poços para cada formação geológica, para análise geológica e coleta de amostras indeformadas, atravessando os horizontes até o solo saprolítico;
- ensaios de laboratório: conforme indicado em planilha orçamentária;
- outros ensaios: podem ser executados em função das necessidades específicas de projeto.

Critério de paralisação das sondagens de cunho geológico-geotécnico:

- para as sondagens localizadas na crista do maciço a ser contido, recomenda-se que seu comprimento seja no mínimo igual à altura máxima da contenção mais 2 m abaixo do greide, visando obter informações de nível d'água, entre outras.
- para contenções com fundação profunda, as sondagens devem ser paralisadas quando a resistência à penetração atingir três valores consecutivos de índice de resistência à penetração SPT - *Standard Penetration Test* superiores a 20 golpes para penetrar 30 cm.

Na etapa de projeto executivo, as investigações citadas anteriormente devem ser complementadas para atender às necessidades de cada solução de contenção, em função de seu tipo, porte e importância.

As sondagens a percussão ou mista devem ser programadas com espaçamento máximo de 50 m na área de contenção e em número mínimo de três sondagens. Caso a posição da obra seja alterada, é obrigatória a realização de novas investigações conforme as condições estabelecidas desde a etapa de projeto básico.

Os parâmetros de projeto devem ser caracterizados mediante:

- parâmetros geométricos: traçado de seções transversais típicas da contenção;



- parâmetros geológicos: traçado de pelo menos uma seção geológica transversal e uma longitudinal;
- parâmetros geotécnicos: definição dos parâmetros geotécnicos de interesse para o projeto

A execução das investigações geológico-geotécnicas somente será liberada após a fiscalização aprovar o plano e a programação dos serviços, tais como quantidade e locação de sondagens, tipos de ensaios etc.

5.4. Critérios de Cálculo

5.4.1. Concepção Estrutural

A contenção de encostas deve ser concebida conforme o tipo de obra de contenção selecionada. A estrutura de concreto pode constituir-se por concreto armado moldado *in loco*, concreto projetado com tela metálica ou com fibras metálicas ou sintéticas, concreto pré-fabricado ou alvenaria armada.

No caso de utilização de peças pré-fabricadas, o projeto deve contemplar todas as diretrizes definidas nesta instrução de projeto além dos tópicos relativos à fabricação, estocagem, transporte e montagem das peças. O projeto executivo deve ser submetido à aprovação da fiscalização.

5.4.2. Carregamento

O carregamento a ser considerado é o definido pela norma brasileira vigente, salvo para casos especiais, que serão previamente definidos e autorizados pela fiscalização.

Os cálculos devem apresentar, no mínimo, as seguintes situações de carregamento:

5.4.2.1. Permanente

a) verticais

Devem ser consideradas as seguintes ações:

- peso próprio da estrutura: γ_{concreto} igual a 25 kN/m³;
- peso próprio do solo: γ_{solo} definido nos estudos geotécnicos. Para o solo abaixo do nível do lençol freático, deve-se considerar o efeito de submersão; o valor do peso específico saturado $\gamma_{\text{solo sat}}$ deve ser definido nos estudos geotécnicos.

O nível d'água – N.A., a ser considerado nos cálculos deve ser o nível determinado nas sondagens acrescido de 1 m.



A carga de reação do solo, atuante na base da estrutura de contenção, deve sempre ser determinada através do equilíbrio das cargas verticais atuantes. Excetuam-se contenções estacadas, que podem ser consideradas como uniformemente distribuídas.

b) horizontais

As cargas horizontais permanentes são compostas pelas ações de empuxo provenientes do solo e da água.

O cálculo do empuxo do solo deve ser realizado considerando-se o efeito de deformabilidade da estrutura. Os valores dos coeficientes de empuxo podem variar de estado ativo até o estado de repouso.

O valor de peso específico do solo deve ser obtido pelo estudo geotécnico. A adoção das envoltórias de empuxo deve contemplar a possibilidade de variação do nível d'água ao longo do tempo.

5.4.2.2. Acidentais

No caso de cargas acidentais, devem-se considerar as ações acidentais horizontais oriundas das sobrecargas laterais de edificações próximas, de equipamentos e do trem-tipo classe 45, definida pela NBR 7188. Deve-se aplicar o carregamento do trem-tipo a partir do topo do pavimento considerando-se o espraçamento das cargas a 45°, desde o ponto de aplicação até a face da estrutura.

Para a estrutura de contenção afastada da pista de rolamento, deve-se considerar o empuxo acidental oriundo de carga acidental de 10 kN/m, constante e aplicada em faixa de largura infinita ao nível do terreno. Também se deve considerar uma carga uniformemente distribuída devido aos equipamentos e veículos a serem definidos pela obra com valor mínimo de 30 kN/m², aplicada em faixa de largura de 1,5 m na crista da contenção. Em função da previsão dos equipamentos a serem utilizados na execução da obra, pode-se definir a sobrecarga adicional aplicada a esta última faixa, tomando-se por base as equivalências relacionadas no item 4.6 da NC 03.

Os carregamentos horizontais podem ser determinados, a critério da projetista, pela teoria da elasticidade e usados adequadamente de acordo com a rigidez ou flexibilidade da estrutura.

De acordo com a NBR 7187 em seu item 7.2.2, o impacto não deve ser considerado na determinação do empuxo de terra provocado pelas cargas móveis, no cálculo das fundações.

5.4.2.3. Cargas especiais

Na consideração de cargas devido a trem-tipo especial a definição deve ser realizada, quando necessário, em conjunto com a fiscalização.



5.4.3. Determinação dos Esforços Solicitantes

O calculista pode, a seu critério, realizar a análise da estrutura e a determinação dos esforços solicitantes pelas teorias da resistência dos materiais e da estática das estruturas, com o emprego de soluções analíticas por meio de fórmulas, ábacos e tabelas disponíveis ou soluções numéricas com a utilização de programas computacionais específicos desenvolvidos através de métodos de elementos finitos. Estes programas computacionais fornecem a distribuição de tensões e deformações tanto na estrutura da contenção como no maciço do terreno.

No caso de utilização de tais programas, deve-se fornecer informações detalhadas sobre o programa utilizado, os dados de entrada e resultados obtidos, conforme descrição no item 6 – Forma de Apresentação.

Para estruturas de concreto é fundamental o atendimento a todas as prescrições da norma NBR 6118 referentes aos Estados de Limites Últimos – ELU quanto à capacidade resistente da estrutura, bem como as verificações quanto à fissuração e deformações a serem executadas nos Estados Limites de Serviço – ELS.

Na utilização de estrutura metálica deve-se observar as prescrições da NBR 8800 no que se refere ao atendimento aos Estados Limites Últimos – ELU e ao Estados Limites de Serviços – ELS.

5.4.4. Dimensionamento das Estruturas

Para estruturas de concreto, o dimensionamento dos elementos estruturais deve ser realizado de acordo com a NBR 6118 de Projeto de Estruturas de Concreto. Devem ser contemplados todos os casos de carregamentos e a envoltória dos esforços solicitantes.

No caso de estacas tipo raiz deve-se observar também as prescrições da NBR 6122 de Projeto e Execução de Fundações.

Para o caso de cortinas atirantadas, o dimensionamento estrutural do paramento deve considerar a metodologia executiva, isto é, as solicitações nas diversas fases de escavação, ensaios dos tirantes e sua incorporação na contenção, oriundas das parciais construtivas.

Salienta-se que as fases de execução de cortina atirantada que envolve grandes reaterros no tardo são significativamente diferentes da metodologia construtiva de cortina para cortes, principalmente em situações de escorregamento de talude.

De acordo com a norma brasileira NBR 5629, 10% dos tirantes da obra, aleatoriamente escolhidos, devem ser testados até a carga máxima de 175% e 150% da carga de trabalho, conforme sejam, respectivamente, tirantes permanentes ou provisórios. Os restantes dos tirantes devem ser testados



140% para os permanentes e 120% para os provisórios.

Esses ensaios de protensão usualmente são realizados contra a estrutura, portanto, todos os elementos estruturais devem ser dimensionados para o estado limite último para as cargas máximas de 175% ou 150% da carga de trabalho, conforme sejam tirantes permanentes ou provisórios. Deve-se considerar um coeficiente de ponderação para ações de 1,1, de acordo com a tabela 4 de ações variáveis consideradas separadamente encontrada na NBR 8681.

No dimensionamento da face de contenção, para efeitos locais, sugere-se que na fase construtiva, no ensaio de protensão, as placas sejam desvinculadas do restante da estrutura, ou seja, que elas sejam consideradas como lajes cogumelo para efeitos de dimensionamento. Nesse caso, deve ser aplicado o coeficiente de ponderação de 1,1 sobre a carga máxima multiplicada por 1,75 para tirantes permanentes e 1,5 para tirantes provisórios.

No caso de consideração de estrutura contínua, conforme o método construtivo adotado, deve-se aplicar a carga descrita acima em posição mais desfavorável para o dimensionamento da estrutura. Neste caso, o modelo estrutural pode considerar a estrutura como viga ou grelha sobre apoio elástico.

Na etapa de incorporação dos tirantes a cortina deve ser dimensionada para os efeitos globais como grelha ou viga sobre apoio elástico, considerando os coeficientes de ponderação para combinações últimas indicadas na NBR 8681. Essas considerações também são válidas para as contenções de placa ancorada com tirantes.

Para as contenções de grelha atirantada as considerações estruturais citadas anteriormente devem ser ponderadas para vigas cruzadas.

Para solo grampeado revestido com concreto projetado, recomenda-se o uso de telas eletrosoldadas, que conferem ao concreto projetado armação prática e eficiente. Ressalta-se que são necessários a garantia de seu cobrimento e cuidados especiais durante a projeção para assegurar a boa ligação entre ambos.

As armações normalmente têm sua extremidade acabada por meio de um dispositivo de barras dobradas em ângulo de 90 formando uma garatêia, que também pode receber placa metálica com rosca e porca. Deve-se pretender que o concreto receba perfeita compactação, especialmente se a armação já estiver colocada, evitando que ela funcione como anteparo.

Uma alternativa de armação do concreto armado com aço é a aplicação do concreto com fibras. Para os dois casos, no dimensionamento do elemento estrutural especial deve ser conferida a verificação da punção da placa. Estas considerações também são válidas para outros tipos de contenções com chumbadores.

O dimensionamento dos elementos estruturais deve ser realizado considerando o estado de flexo-compressão para as lajes verticais e sapatas e blocos de coroamento ou flexo-tração para o caso de haver



alguma tração nas estacas dos blocos de coroamento.

Face aos cobrimentos das armaduras estabelecidos no item 5.2, para o caso geral de estruturas moldadas *in loco* ou pré-fabricadas a espessura mínima das peças estruturais deve ser de 20 cm.

Nos casos de estruturas que não sejam de flexão, os paramentos devem ser dimensionados em cada ponto de maneira a atender às condições de tensões e deformações admissíveis. Nesses casos, as solicitações devem ser determinadas utilizando-se métodos numéricos condizentes com cada tipo de estrutura. Para estruturas constituídas de inclusões que reforçam o maciço, também é necessária a verificação de estabilidade interna.

5.4.5. Verificação de Estabilidade da Contenção

Devem-se verificar cada seção-tipo da estrutura, em situação de pior representatividade geológico-geotécnica.

Os fatores de segurança – FS, globais ou parciais, devem ser compatíveis em cada etapa de desenvolvimento do projeto, considerando o grau de conhecimento das solicitações e materiais a serem utilizados, a caracterização do subsolo pelos dados disponíveis e sua dispersão, a complexidade da execução do projeto, a confiabilidade dos métodos adotados, cálculos e execução, a permanência das condições previstas durante o tempo da existência da obra, as conseqüências em caso de acidentes envolvendo danos materiais e humanos, e o caráter transitório ou permanenteda obra.

Salienta-se que a verificação de estabilidade deve ser realizada para cada fase de implantação da obra de contenção, principalmente na obra que exige parcializações construtivas, como cortina atirantada. As verificações devem incluir, no caso de cortina atirantada envolvendo reaterro, a influência do carregamento proveniente de compactação dos solos.

5.4.5.1. Ancoragens ativas

As verificações para essas estruturas de contenção são:

a) estabilidade local

No caso de cortina atirantada, deve-se verificar a estabilidade interna dos tirantes, segundo o método de Weisembach. A verificação consiste em admitir que a superfície da ruptura do maciço passe pelopé da parede.

Para cada tirante, dependendo do seu comprimento, existe valor limite de força de protensão, T_d , que corresponde ao deslizamento da cunha de solo que se desprenderá junto com o tirante. Esse valor



pode ser obtido pelo equilíbrio estático de forças, polígono de forças.

O fator de segurança – FS é definido pela relação entre a força máxima possível do tirante, $T_{máx}$, e a força solicitante existente, T_d . Esse valor é considerado satisfatório para tirantes definitivos quando o comprimento adotado do tirante implique que a força resistente seja pelo menos 50% superior ao esforço solicitante.

$$FS = T_{max}/T_d \geq 1,50$$

Para tirantes provisórios essa relação é de 1,3.

b) estabilidade global

A análise deve contemplar a estabilidade global da estrutura, em que se abrangem o paramento, o maciço contido e a fundação. As cargas consideradas são as especificadas no item 5.4.2. Os fatores de segurança são os mesmos especificados na alínea “a” do item de estabilidade local.

Os métodos de cálculo recomendados são os de equilíbrio limite, podendo ser utilizados aqueles cujas hipóteses se aproximem melhor do problema em estudo. Os programas computacionais utilizados devem ser justificados quanto à confiabilidade de seus resultados mediante comprovações. No caso de contenção estacada, a verificação de estabilidade também pode ser conduzida mediante a utilização de um programa de elementos finitos, que esteja devidamente aferido com os métodos anteriormente citados.

Os fatores de segurança a serem adotados são aqueles prescritos pela norma brasileira e com $FS_{mínimo}$ igual a 1,3 para obra provisória e 1,5 para obra definitiva.

5.4.5.2. Ancoragens passivas As verificações para essas estruturas de contenção são:

a) estabilidade local

O procedimento recomendado deve seguir as orientações do *Recommendation Clouterre*. Podem ser utilizados os modelos de Bishop, Fellenius, Janbu, Spencer, Sarma etc. Primeiramente determina-se a superfície crítica de escorregamento sem considerar o reforço. Em seguida, utilizando os momentos instabilizantes, ΣM_{est_i} , e os estabilizantes, ΣM_{est_j} , e efetuando acréscimos de momento estabilizante ΔM_{est_j} , determinam-se os reforços necessários de chumbadores tais que $FS_{mínimo}$ igual a 1,3 para obra provisória e 1,5 para obra permanente.

A distribuição e os comprimentos dos chumbadores devem ser determinados através da análise das superfícies potenciais de ruptura e as respectivas ancoragens necessárias.



Quanto à distribuição, é recomendável que os chumbadores tenham espaçamento vertical menor ou igual a 2 m. Mediante aproximações sucessivas calcula-se a carga de cada reforço T_i por metro de contenção, de modo que a somatória dos produtos dessas forças pelos respectivos braços seja igual ao incremento de momento resistente.

$$\sum T d x_i = \Delta M_{est}$$

As bitolas de cada chumbador, do furo e da barra, devem ser definidas em função da carga atuante, ajustando-se o espaçamento horizontal limitado a 2 m.

A capacidade de carga do chumbador deve ser estimada através de cálculos de ancoragem no maciço. O seu valor deve ser confirmado em campo antes do início da obra através do ensaio de arrancamento.

A determinação do comprimento de ancoragem do chumbador L_c , além da superfície crítica, considerando a carga máxima atuante $T_{máx}$, a adesão unitária ao longo do chumbador f_s e o diâmetro do furo \varnothing_f , é realizada conforme a seguinte expressão:

$$L_c = T_{máx} / (\pi \times \varnothing_f \times f_s)$$

O fator de ponderação para a definição de $T_{máx}$ é de 1,3 para obra provisória e 1,5 para permanente.

Para o espaçamento entre chumbadores menor ou igual a 1,2 m a estabilidade interna deve ser feita considerando o maciço reforçado como muro de arrimo de gravidade.

b) estabilidade global

A análise deve contemplar a estabilidade global do maciço em que são abrangidos o paramento, o maciço reforçado com chumbadores e a fundação. Os métodos de cálculo recomendados para o cálculo no estado limite último são os de equilíbrio limite. Podem ser utilizados os de estabilidade detalde de Bishop, Fellenius, Sarma, Spencer, Janbu etc., sendo escolhido aquele cujas hipóteses mais se aproximem do problema em estudo. Conforme já salientado, os programas computacionais utilizados devem ser justificados quanto à confiabilidade de seus resultados mediante comprovações.

Os fatores de segurança a serem adotados são aqueles prescritos pela norma brasileira e com $FS_{mínimo}$ igual 1,3 para obra provisória e 1,5 para obra definitiva. As superfícies potenciais de ruptura correspondentes, que passam no meio do trecho ancorado dos chumbadores, definem o comprimento final dos chumbadores.

5.4.5.3 Contenção de estacas tipo raiz

A fundação em estacas tipo raiz deve seguir as verificações de resistência lateral e resistência de



ponta utilizando-se métodos consagrados, tendo como resultados fatores de segurança global igualou superior a 2,0.

A análise também deve contemplar a estabilidade global do reticulado estrutural em que são abrangidos o paramento e o maciço reforçado com estacas. Os métodos de cálculo recomendados são os de equilíbrio limite, anteriormente citados ou similares, desde que seja escolhido aquele cujas hipóteses mais se aproximem do problema em estudo. Os fatores de segurança a serem adotados são os prescritos pela norma brasileira e com FS igual 1,3 para obra provisória e 1,5 para obra mínimo definitiva.

6. FORMA DE APRESENTAÇÃO

A apresentação dos documentos técnicos, memoriais, relatórios e outros elaborados no formato ABNT A-4 devem ser elaborados conforme diretrizes a serem fornecidas pela Contratante. Os desenhos técnicos devem ser apresentados e elaborados conforme NBRs vigentes

A codificação dos documentos técnicos e desenhos devem seguir a instrução de codificação especificadas nas diretrizes para elaboração de projetos em BIM.

6.1. Estudo Preliminar

Deve ser apresentado memorial descritivo indicando a solução escolhida. Para a contenção selecionada devem ser descritos, no mínimo, os seguintes elementos: características do tipo estrutural e geotécnico da solução proposta, método construtivo, materiais previstos, a estimativa de custo da obra, e desenho esquemático da contenção com cortes longitudinal e transversal.

6.2. Projeto Básico

6.2.1. Locação das Sondagens

O projeto básico deve constar previamente de programa de sondagens e ensaios laboratoriais aprovados pela fiscalização. O número de perfurações a ser executado e sua locação devem acatar as exigências técnicas da obra para estudos geotécnicos. As sondagens devem ser executadas mediante ordens de serviço emitidas pela fiscalização.

6.2.2. Memorial Descritivo



Deve conter a descrição dos serviços executados, das alternativas de soluções possíveis para a obra e a alternativa selecionada pela projetista, todas acompanhadas de justificativas técnicas e econômicas de sua escolha, resultados das sondagens, análise dos resultados e soluções geotécnicas recomendadas. Também deve conter cronograma estimado para implantação da obra, planilha de quantidades e de orçamento.

6.2.3. Memorial de Cálculo

Memorial de cálculo justificativo da solução desenvolvida no projeto, destacando a apresentação e descrição do tipo de obra, as verificações e os pré-dimensionamentos realizados. As análises devem ser em número reduzido de seções e devem ser apresentados sucintamente, porém suficientemente para se avaliar a suficiência do projeto estrutural e geotécnico.

Em casos excepcionais, a critério da fiscalização, os cálculos podem ser realizados sob a consideração de ação específica.

6.2.3.1. Fundações

- a) ação da carga permanente;
- b) ação da carga móvel;
- c) cálculos das reações;
- d) forças horizontais transversais: empuxo de terra e água;
- e) verificação do estaqueamento: carga máxima e mínima nas estacas;
- f) verificação de estabilidade das fundações: verificação à flexão composta por pré-dimensionamento e verificação das tensões no terreno;
- g) verificação de estabilidade dos taludes.

6.2.3.2. Estrutura

- a) concreto armado e alvenaria estrutural: pré-dimensionamento do paramento, reforços, estacas, vigas e lajes;
- b) concreto ciclópico: pré-dimensionamento do paramento e verificação das tensões normais e cisalhantes.



6.2.4. Desenhos

Devem ser adotadas as seguintes escalas:

- série normal – 1:250, 1:200, 1:100, 1:75, 1:50, 1:25, 1:20;
- série especial – 1:10, 1:5, 1:2, 1:1.

A série especial destina-se à representação de detalhes. Na série normal deve ser dada preferência às escalas 1:100 e 1:50, considerando a compatibilidade com as dimensões da folha dos desenhos.

O projeto básico deve compreender detalhes gerais da obra, contendo no mínimo:

- a) planta e perfil de locação da obra, com indicação das cotas referidas ao sistema topográfico adotado;
- b) vista longitudinal com indicação do perfil de sondagem, comprimento total, número e comprimentos dos módulos e cortes indicando a solução estrutural. Nesta vista devem constar o perfil longitudinal do terreno com as cotas da estrutura de contenção e informações geológicas básicas. Deve constar também o tipo de fundação prevista para a obra e os demais elementos constituintes da contenção, como os drenos;
- c) seção transversal, com as cotas de interesse, geometria da estrutura de contenção, drenos, elementos de fundação, canaletas e demais informações do terreno.

6.2.5. Detalhes Complementares

Devem ser elaboradas planilhas de quantidades e orçamentos de serviços e materiais previstos para a execução da obra. Deve ser respeitada, sempre que possível, a discriminação e as especificações que constam na Tabela de Preços Unitários – SINAPI. A SINAPI vigente é sempre a última publicada anteriormente à entrega do documento final à fiscalização.

Os serviços previstos que não se enquadrarem naqueles discriminados na SINAPI devem ser perfeitamente definidos e descritos. Caso necessário, deve ser elaborada especificação de serviço para acompanhar o projeto.

Também deve ser apresentado cronograma estimativo para execução da obra.

6.3. Projeto Executivo

É o conjunto de documentos, tais como: memorial descritivo, memorial de cálculo, desenhos, especificações e orçamentos perfeitamente definidos e completos, que tornam possível a perfeita execução da obra.



6.3.1. Memorial Descritivo

Devem ser apresentados relatórios dos estudos geológico-geotécnicos complementares de detalhamento da solução escolhida no projeto básico. Devem conter a descrição dos serviços executados e os resultados das sondagens e dos ensaios geotécnicos de campo e laboratório, as análises dos resultados e as soluções geotécnicas recomendadas.

6.3.2. Memorial de Cálculo

O memorial de cálculo justificativo da solução desenvolvida no projeto deve obrigatoriamente conter todas as indicações necessárias à boa e fácil compreensão e ao acompanhamento da seqüência e operações de cálculo. O memorial deve conter:

- a) apresentação e descrição do tipo de obra;
- b) cálculos de dimensionamento por fórmulas ou tabelas aplicadas, condições e valores numéricos admitidos, como por exemplo a resistência característica;
- c) fontes bibliográficas relativas a qualquer processo de cálculo de estabilidade ou dimensionamento adotado; hipóteses admitidas, incluindo as propriedades dos materiais;
- d) dedução de expressões ou fórmulas empregadas, se originais;
- e) elementos ou símbolos utilizados;
- f) seqüência dos cálculos numéricos na aplicação das fórmulas, sem omitir valores intermediários;
- g) *croquis* elucidativos, quando indispensáveis ou convenientes para maior clareza do significado dos símbolos ou da entrega de memoriais em rascunhos;
- h) esquema estrutural com definição das seções transversais, nós, barras, propriedades dos materiais etc.;
- i) verificações e dimensionamentos conforme o disposto nos itens 5.4.4 e 5.4.5;
- j) inserção das folhas de resultados do processamento realizado;
- k) quadros-resumo com indicação das combinações de esforços adotadas, características dos materiais utilizados, dados de entrada e resultados do processamento realizado, seções, esforços e tensões de dimensionamento, acompanhados dos diagramas de envoltórias pertinentes.

As tentativas de cálculo posteriormente abandonadas não devem figurar no memorial.



Os cálculos processados por computadores devem vir acompanhados dos documentos justificativos, discriminados a seguir:

- programa computacional comercializado no mercado nacional: o programa utilizado deve ser identificado com a sua descrição sucinta de indicação do modo de aplicação do programa computacional, definindo os módulos utilizados, hipóteses de cálculo e simplificações adotadas, dados de entrada de carregamento e os resultados obtidos;
- programa computacional de uso particular e exclusivo da projetista: a metodologia utilizada no programa computacional deve ser identificada e descrita, com indicação da formulação teórica, hipóteses de cálculo e simplificações adotadas, dados de entrada de carregamento e os resultados obtidos.

6.3.3. Desenho

Devem ser adotadas as seguintes escalas:

- série normal – 1:250, 1:200, 1:100, 1:75, 1:50, 1:25, 1:20;
- série especial – 1:10, 1:5, 1:2, 1:1.

A série especial destina-se a representação de detalhes. Na série normal deve ser dada preferência às escalas 1:100 e 1:50, considerando a compatibilidade com as dimensões da folha dos desenhos.

As folhas de desenhos devem conter, no lado direito, uma coluna com as seguintes descrições:

- f_{ck} do concreto, f_{yk} do aço, cobrimento da armadura e unidades de medida;
- tabela e resumo da armadura por bitola, extensão e peso, sem computar qualquer perda de peso ou de comprimento;
- a armadura do eventual guarda-corpo e barreiras de segurança não devem ser computadas, pois já estão incorporadas aos preços unitários correspondentes.

As folhas de desenho de formas devem conter os seguintes elementos:

- a) vista longitudinal, com indicação do comprimento total da obra, número de módulos e seus comprimentos, cotas da estrutura de contenção, perfil longitudinal do terreno, perfil geológico, cotas do greide da rodovia, cotas do nível d'água, declividade dos taludes, vista e corte da infra-estrutura com indicação do sistema de fundação e cota de apoio das sapatas e blocos em caso de fundação direta, por tubulões ou estacas bem como do bloco de amarração das estacas;
- b) projeção horizontal em planta com todas as dimensões dos elementos apresentados;
- c) seção transversal com o corte ou cota da estrutura, indicação de todos os elementos da



estruturade contenção, drenagem, geologia, dimensões dos elementos estruturais da estrutura e da fundação;

- d) locação da obra com indicação da estaca e quilômetro do eixo da obra, indicação do início e do fim da estrutura, locação dos pontos de investigações geológico-geotécnicas executadas por sondagens, ensaios geotécnicos *in situ* e locais de retirada de amostras;
- e) quadro-resumo que indique as resistências características f_{ck} e f_{yk} , adotadas respectivamente para o concreto e aço empregados, ou de qualquer outro material utilizado; comprimento e tipo de estacas previstas ou taxa no solo de fundação; unidades de medida;
- f) cada folha de desenho deve incluir a totalidade de seus detalhes e a respectiva tabela de armadura, por lista e resumo. No resumo não deve ser incluída qualquer perda de peso ou comprimento;
- g) todas as folhas de desenhos de armação que contenham aços especiais devem indicar as características geométricas do dobramento e dos ganchos das barras das diferentes bitolas.

6.3.4. Detalhes Complementares

O projeto executivo deve ser acompanhado de seqüência executiva da obra que descreva as fases de escavação, concretagem etc., particularizando as fases de execução da obra.

Na elaboração das planilhas de quantidades e orçamentos de serviços e materiais previstos para a execução da obra, deve-se respeitar, sempre que possível, a discriminação e as especificações que constam na Tabela de Preços Unitários – SINAPI. A SINAPI vigente é sempre a última publicada anteriormente à entrega do documento final a fiscalização.

Os serviços previstos que não se enquadrarem naqueles discriminados na SINAPI devem ser perfeitamente definidos e descritos. Caso necessário, deve ser elaborado uma especificação de serviço para acompanhar o projeto.

Também deve ser indicado o cronograma estimado para a execução da obra.

Deve ser apresentada planilha com o memorial de quantificação, de fácil entendimento, para posterior verificação das quantidades previstas para a obra. Recomenda-se que as quantidades sejam indicadas por tipo de intervenção, de acordo com as atividades de serviços previstos na SINAPI. Cada intervenção pode ser segmentada, por exemplo, por infra-estrutura, meso-estrutura e superestrutura, identificando-se os elementos geométricos principais, comprimento, largura, altura, área, volume, área de formas etc.

As áreas podem ser obtidas dos desenhos utilizando os recursos do programa computacional de



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

elaboração do desenho.

No detalhamento do projeto executivo e no memorial descritivo, deve constar indicação elementos de sinalização e segurança que serão utilizados na obra.

6.3.5. Projetos com Materiais Diferentes

A utilização no projeto de qualquer tipo de material não especificado pelas normas brasileiras somente será admitida mediante autorização prévia e expressa da fiscalização.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014;
- NBR 7211. Agregado para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2019;
- NBR 7480. Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado. Rio de Janeiro, 2007;
- NBR 7481. Telas de aço soldada Armadura para concreto. Rio de Janeiro, 1990;
- NBR 5629. Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2018;
- NBR 7188. Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013;
- NBR 7187. Projetos de pontes, viadutos e passarelas de concreto– Procedimento. Rio de Janeiro, 2021;
- NBR 8800. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008;
- NBR 6122. Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2019;
- NBR 8681. Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003;
- NBR 6136. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro, 2016;
- NBR 6459. Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016;
- NBR 6484. Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2020;
- NBR 6490. Rochas – Caracterização de ocorrência – Reconhecimento e amostragem. Rio de Janeiro, 2016;
- NBR 6491. Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulhos e areia. Rio de Janeiro, 1985;
- NBR 6502. Rochas e solos. Rio de Janeiro, 1995;
- NBR 6458. Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm – Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016;
- NBR 7180. Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016;
- NBR 7181. Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016;
- NBR 7182. Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016;



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

- NBR 8036. Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro, 1983;
- NBR 8044. Projeto geotécnico - Procedimento. Rio de Janeiro, 2018;
- NBR 9061. Segurança de escavação a céu aberto. Rio de Janeiro, 1985. 24____NBR 16868-1. Alvenaria estrutural. Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2020 25___. NBR 11682. Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro, 2009;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA AMBIENTAL. Manual de Sondagem. São Paulo, 1999. 4 ed. 73 p.



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

APÊNDICE III DO CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

**Procedimentos, critérios e padrões para elaboração de
Projetos Estruturais em contratações da Polícia Federal**



Sumário

1. RESUMO.....	4
2. OBJETIVO	4
3. DEFINIÇÕES	4
3.1. Estrutura de Edificação.....	4
3.2. Ações 4	
3.3. Carregamentos	5
3.4. Materiais	5
3.5. Estados Limites.....	6
4. ETAPAS DE PROJETO.....	7
4.1. Estudo Preliminar	7
4.2. Projeto Básico.....	7
4.3. Projeto Executivo.....	8
5. ELABORAÇÃO DE PROJETO.....	8
5.1. Normas Gerais Aplicáveis	8
5.2. Investigações Geológicas e Geotécnicas	8
5.3. Serviços Correlatos	9
5.4. Estudo Preliminar	10
5.5. Projeto Básico.....	10
5.6. Projeto Executivo.....	10
5.7. Critérios de Cálculo	10
5.7.1. Fundações e Infra-estrutura	11
5.7.2. Estrutura.....	12
5.7.3. Detalhes Especiais	16
5.7.4. Materiais de Construção	16
5.7.5. Relação entre Altura e Vão da Estrutura	16
5.7.6. Deflexão e Contra-Flecha	17
6. FORMA DE APRESENTAÇÃO	18
6.1. Estudo Preliminar	19
6.1.1. Desenhos.....	19
6.1.2. Memorial Descritivo	19
6.2. Projeto Básico.....	19
6.2.1. Relatório de Estudo Geotécnico de Fundações	19
6.2.2. Memorial de Cálculo	19



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

6.2.2.1.	Fundações	19
6.2.2.2.	Infra-estrutura	20
6.2.2.3.	Estrutura.....	20
6.2.3.	Desenhos.....	20
6.2.4.	Detalhes complementares	20
6.3.	Projeto Executivo.....	21
6.3.1.	Relatório de Estudo Geotécnico de Fundações	21
6.3.2.	Memória de Cálculo	21
6.3.3.	Desenho	22
6.3.4.	Detalhes Complementares	24
6.3.5.	Planilhas de Quantidade e Orçamento	24
6.3.6.	Projetos com Materiais Diferentes.....	25
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26



1. RESUMO

Esta Instrução de Projeto apresenta os procedimentos, critérios e padrões a serem adotados como os mínimos recomendáveis para a elaboração de projeto de estrutura de edificação para a Polícia Federal.

2. OBJETIVO

Padronizar os procedimentos a serem adotados para elaboração de projeto de estrutura de edificação no âmbito da PF, tais como: edifício administrativo, muros de fechamento, posto policial etc.

Os materiais constituintes abordados nesta instrução de projeto são do tipo: concreto, aço, bloco estrutural e madeira.

3. DEFINIÇÕES

Para efeitos desta instrução de projeto, são adotadas as seguintes definições:

3.1. Estrutura de Edificação

Estrutura construída destinada a abrigar e proteger pessoas, animais, equipamentos e materiais. São adotados os seguintes termos para classificação das etapas estruturais:

- fundação: direta como sapata corrida ou sapata isolada, radier e tubulão; profunda como broca, estaca tipo Strauss, estaca pré-fabricada, estaca hélice contínua, estaca tipo raiz, estaca metálica etc.;
- infra-estrutura: viga baldrame e bloco;
- estrutura: toda a estrutura acima do solo, como pilar, viga, laje, escada e caixa d'água.

3.2. Ações

- ações: causas que provocam esforços ou deformações nas estruturas;
- ações permanentes: ações que ocorrem em magnitude constante ou com pequena variabilidade, durante toda a vida da construção;
- ações variáveis: ações que ocorrem com magnitudes diferentes e apresentam variabilidade significativa em torno de sua média, durante a vida da construção;
- ações excepcionais: ações excepcionais são as que têm duração extremamente curta e muito baixa probabilidade de ocorrência durante a vida da construção, mas que devem ser consideradas



em determinado projetos estruturais;

- reação: resposta ou resistência a uma ação.

3.3. Carregamentos

- carregamento: força que atua na estrutura ou em um elemento estrutural;
- carregamento permanente: carregamento de magnitude e posição constantes que atua de forma permanente, incluindo o peso próprio;
- peso próprio: parte do carregamento permanente gerado pela massa do elemento estrutural considerado;

carga acidental: sistema de cargas representativas dos valores característicos dos carregamentos indicados na NBR 6120 a que a estrutura está sujeita em serviço;

- carregamento dinâmico: parte do carregamento variável resultado de movimento;
- carregamento de impacto: carregamento variável cujo efeito é acrescido devido a sua aplicação imediata;
- carregamento de vento: carregamento devido ao vento.

3.4. Materiais

- bloco estrutural: bloco de concreto, bloco cerâmico, bloco sílico-calcário, bloco de concreto celular autoclavado, tijolo de barro etc. O bloco estrutural pode ser vazado, perfurado ou maciço;
- armadura ativa: constituída por barras, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão, isto é, na qual se aplica um pré-alongamento inicial;
- armadura passiva: qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de protensão, isto é, que não seja previamente alongada;
- concreto estrutural: termo a que se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural;
- elementos de concreto simples estrutural: elementos estruturais elaborados com concreto que não possui qualquer tipo de armadura, ou que a possui em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado;
- elementos de concreto armado: elementos estruturais cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e aos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência;



- elementos de concreto protendido: elementos estruturais que possuem pelo menos uma parte da armadura com tensões previamente aplicadas, denominada armadura de protensão ou armadura ativa;
- elementos de aço: elementos estruturais que apresentam como estrutura principal perfis metálicos: pilares, vigas, chapas de piso etc. Esses compõem o esqueleto da obra e podem ser associados ao concreto, como as vigas mistas onde a laje pode trabalhar ou não em conjunto com os perfis metálicos;
- elementos de madeira: aqueles que apresentam como estrutura principal perfis de madeira: pilares, vigas, chapas compensadas ou maciças etc., que compõem o esqueleto da obra e que podem ser associados a outros materiais.

3.5. Estados Limites

- estado limite último – ELU: estado limite relacionado ao colapso ou a qualquer outra forma de ruína estrutural que determine a paralisação do uso da estrutura;
- estado limite de formação de fissuras – ELS-F: estado em que se inicia a formação de fissuras. Admite-se que esse estado limite é atingido quando a tensão de tração máxima na seção transversal for igual a $f_{ct,f}$. Ver itens 13.4.2 e 17.3.3 da NBR 6118;
- estado limite de abertura das fissuras – ELS-W: estado em que as fissuras se apresentam com aberturas iguais às máximas especificadas no item 13.4.2 da NBR 6118. Ver item 17.3.3 da NBR 6118;
- estado limite de deformações excessivas – ELS-DEF: estado em que as deformações atingem os limites estabelecidos para a utilização normal, dados no item 13.3 da NBR 6118. Ver item 17.3.2 da NBR 6118;
- estado limite de descompressão – ELS-D: estado no qual um ou mais pontos da seção transversal apresenta tensão normal nula, não havendo tração no restante da seção. Verificação usual no caso do concreto protendido. Ver item 13.4.2 da NBR 6118;
- estado limite de descompressão parcial – ELS-DP: estado no qual se garante a compressão na seção transversal, especificamente na região onde existem armaduras ativas. Essa região deve estender-se até uma distância a_p da face mais próxima da cordoalha ou da bainha de protensão. Ver Figura 1 a seguir e Tabela 13.3 da NBR 6118;

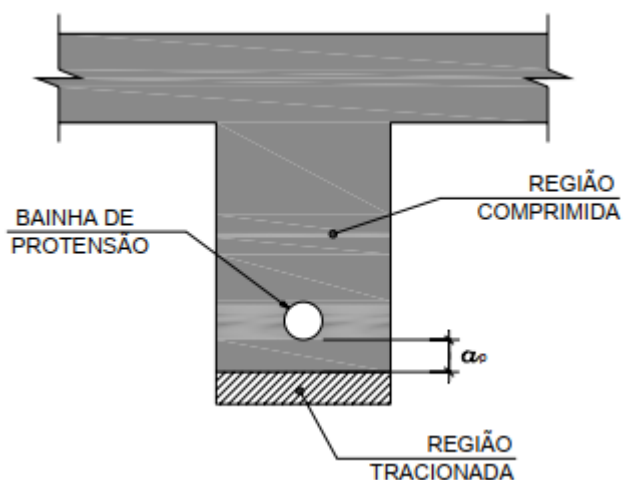


Figura 1: Seção Transversal

- estado limite de compressão excessiva – ELS-CE: estado em que as tensões de compressão atingem o limite convencional estabelecido. Usual no caso do concreto protendido na ocasião da aplicação da protensão. Ver item 17.2.4.3.2.a da NBR 6118;
- estado limite de vibrações excessivas – ELS-VE: estado em que as vibrações atingem os limites estabelecidos para a utilização normal da construção.

4. ETAPAS DE PROJETO

O projeto de estrutura de edificação deve ser elaborado em três etapas descritas a seguir.

4.1. Estudo Preliminar

Na etapa de estudo preliminar devem ser efetuadas coletas de dados básicos existentes visando a elaboração do estudo, a partir de elementos, tais como: levantamento planialtimétrico, sondagens em áreas próximas, projeto preliminar de arquitetura etc. A partir destes elementos, deve-se propor solução estrutural, para levantamento de custos. Os quantitativos devem ser obtidos por metro quadrado de construção.

4.2. Projeto Básico

Nesta etapa do projeto deve ser analisado o sistema estrutural definido no estudo preliminar, bem como proposta alternativa baseada em novos dados disponíveis, tais como: levantamento planialtimétrico, sondagens, projeto básico de arquitetura e projeto básico de instalações.

Assim, deve ser projetada estrutura esteticamente compatível com o projeto de arquitetura.

O projeto básico de estrutura de edificação deve ser constituído pela escolha da solução que



melhor atenda aos critérios técnicos e econômicos, e aos requisitos do usuário.

Deve ser realizado o pré-dimensionamento da alternativa proposta, definindo as seções e elementos de relevância da estrutura, contendo também as verificações de resistência e o quantitativo de materiais da obra e consequentemente seu orçamento.

Nesta etapa a quantificação deve ser realizada através da elaboração dos desenhos de forma de concreto ou de alvenaria estrutural ou dos desenhos básicos unifilares de aço ou madeira.

4.3. Projeto Executivo

Nesta etapa as atividades envolvidas incluem o detalhamento da solução apresentada no projeto básico considerando os novos dados disponíveis de topografia, de geotecnia, projetos de arquitetura e instalações.

O projeto executivo é constituído pelos desenhos contendo a implantação da obra, desenhos de formas, plantas e cortes, armações das peças estruturais de concreto ou alvenaria estrutural ou os desenhos executivos unifilares de aço ou madeira. Também deve ser apresentado o memorial de cálculo justificativo das fundações e estruturas, cronograma para implantação da obra, planilhas de quantitativos e orçamento para execução da obra.

5. ELABORAÇÃO DE PROJETO

O projeto de estrutura de edificação deve ser elaborado segundo os critérios apresentados a seguir.

5.1. Normas Gerais Aplicáveis

A elaboração do estudo preliminar e dos projetos básico e executivo de estrutura de edificação devem ser desenvolvidos de acordo com as normas brasileiras em vigor, citadas no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.** –REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caso alguma norma necessária ao desenvolvimento do projeto não conste no referido item, a projetista deve incluí-la nos estudos e projetos.

5.2. Investigações Geológicas e Geotécnicas

As investigações geológico-geotécnicas devem ser realizadas em função das necessidades de detalhamento de cada etapa do projeto, relacionadas às etapas de estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo.



Os estudos geológicos e geotécnicos devem ser executados de acordo com a Instrução de Projeto de Estudos Geológicos e com a Instrução de Projeto de Estudos Geotécnicos.

Na etapa de estudo preliminar pode eventualmente ser necessária alguma investigação geológico-geotécnica, como sondagens. Nesta etapa devem ser analisados os documentos disponíveis como sondagens existentes na área de influência da obra, além de vistoria de campo.

Na etapa de projeto básico, devem ser realizadas investigações geológico-geotécnicas através de sondagens do tipo a percussão ou mista, sendo no mínimo, a quantidade prevista pela norma NBR 8036 que está relacionada com a área da edificação.

Na etapa de projeto executivo, as investigações poderão ser complementadas atendendo a necessidade da obra a ser detalhada em função do tipo, do porte e da importância, ou em função da alteração da posição da implantação da obra. Em adição, poderão ser executados ensaios de compressão triaxial com ou sem medição de pressão neutra, com número mínimo de quatro corpos de prova em amostras representativas dos solos de fundação, avaliando o coeficiente de reação horizontal do solo e de seu diagrama de distribuição assim como o coeficiente de reação vertical da base de cada apoio.

As quantidades de sondagens devem ser, no mínimo, de uma para cada 200 m² de área da projeção em planta do edifício, até 1200 m² de área. Entre 1200 m² e 2400 m² deve-se fazer uma sondagem para cada 400 m² que excederem a 1200 m². Acima de 2400 m² o número de sondagens deve ser fixado de acordo com o plano particular da construção. Em quaisquer circunstâncias o número mínimo de sondagens deve ser de três para área da projeção em planta do edifício até 200 m².

Nos casos em que não houver ainda disposição em planta do edifício, como no estudo preliminar, o número de sondagens deve ser fixado de forma que a distância máxima entre elas seja de 100 m, com um mínimo de três sondagens.

O critério de paralisação da sondagem a percussão deve ser quando a resistência à penetração atingir cinco valores consecutivos de SPT – Standart Penetration Test superiores a 45 golpes, ou 10 valores consecutivos de SPT superiores a 30 golpes. Caso seja encontrado material impenetrável deve ser realizada sondagem rotativa com embutimento mínimo de pelo menos 3 m em camada de rocha sã.

A execução das investigações geológicas-geotécnicas, somente será liberada a sua execução após a aprovação da fiscalização do plano e da programação dos serviços, tais como: quantidade, locação de sondagens etc.

5.3. Serviços Correlatos

Para a elaboração do projeto de estruturas de edificação é necessário o inter-relacionamento com



os projetos de arquitetura e sistemas de instalações: elétrica, hidráulica, ar condicionado, lógica, comunicação etc.

5.4. Estudo Preliminar

O estudo preliminar é constituído dos estudos necessários à determinação do sistema construtivo da obra e sua suficiência quanto às características arquitetônicas, locais e de funcionalidade.

No esquema geral da solução proposta, devem constar as dimensões principais, indicando a locação sobre os dados disponíveis na etapa de Estudo Preliminar e o tipo provável de fundação e respectiva profundidade estimada.

Deve ser desenvolvido estudo contemplando os aspectos técnicos e econômicos, de modo a propor solução de menor custo e adequada para a edificação.

5.5. Projeto Básico

O projeto básico deve ser desenvolvido utilizando-se a solução adotada no Estudo Preliminar, bem como nova alternativa baseada em novos dados mais precisos, tais como: topografia, sondagens, projeto básico de arquitetura e projeto básico de instalações.

O projeto constará de desenho de formas, com os pré-dimensionamentos da estrutura proposta definindo as seções e elementos de relevância da estrutura, contendo as verificações de resistência e o quantitativo de materiais da obra. Desta forma será possível efetuar o orçamento da obra. Nesta etapa a quantificação deve ser realizada através da elaboração dos desenhos de forma.

5.6. Projeto Executivo

Nesta etapa as atividades envolvidas incluem o detalhamento da solução apresentada no projeto básico considerando, os novos dados disponíveis de topografia, de geotecnia, projetos de arquitetura e instalações.

O projeto executivo é constituído pelos desenhos contendo a implantação da obra, desenhos de formas plantas e cortes, armações das peças estruturais de concreto ou alvenaria estrutural ou os desenhos executivos unifilares de aço ou madeira. Também deve ser apresentado o memorial de cálculo justificativo das fundações e estruturas, cronograma para implantação da obra, planilhas de quantitativos e orçamento para execução da obra.

5.7. Critérios de Cálculo



O memorial de cálculo deve ser suficientemente desenvolvido, onde figurem as considerações, verificações, hipóteses e cálculos.

5.7.1. Fundações e Infra-estrutura

Considera-se neste item, para edificações, as fundações e as peças enterradas como blocos sobre estacas, vigas baldrame, sapatas isoladas, sapatas corridas, cortinas etc.

- a) ação da carga permanente: estrutura, infra-estrutura, esquema das cargas e reações de apoio;
- b) ação da carga accidental: reações de apoio máximas e mínimas;
- c) cálculo das combinações das reações verticais: reações máximas e reações mínimas;
- d) forças horizontais longitudinais: vento, temperatura, retração, empuxo de terra e protensão;
- e) fundação sobre estacas:
 - a. avaliar as cargas atuantes em cada estaca do conjunto sob o efeito das cargas normais máximas e mínimas e momentos concomitantes;
 - b. não deve-se considerar estacas como bi-articuladas;
 - c. considerar a influência do solo no cálculo dos esforços;
 - d. o esforço horizontal máximo na cabeça da estaca vertical deve ser limitado a 5% de sua capacidade máxima de compressão. Caso esses valores sejam excedidos, deve-se utilizar estacas inclinadas para aumento da capacidade de absorção desses esforços;
 - e. deve-se efetuar o cálculo dos comprimentos das estacas através de processos consagrados como Aoki-Veloso ou Decourt-Quaresma, sendo o comprimento mínimo igual a 7 m;
 - f. efetuar o dimensionamento dos blocos nas direções longitudinal e transversal;
 - g. analisar efeito de punção para a estaca mais solicitada e para o pilar, verificando as tensões de compressão nas bielas;
 - h. para o dimensionamento estrutural da estaca deve-se verificar o item 7.8 da NBR 6122, considerando as cargas admissíveis descritas;
 - i. considerar a excentricidade de aplicação de cargas conforme NBR 6118;
 - j. para estacas metálicas, além das recomendações descritas anteriormente, prever encamisamento do perfil com concreto no mínimo até 1,5 m abaixo da cota inferior do bloco e 1 m abaixo do nível d'água mínimo;
 - k. no dimensionamento do perfil, considerar apenas a área útil de aço, descontandose a área



de sacrifício para corrosão. Deve adotar perfis usuais no mercado, visando maior facilidade de obtenção.

f) fundação sobre tubulões:

- a. dimensionar a compressão;
- b. considerar seção plena no dimensionamento a flexo-compressão;
- c. considerar no dimensionamento base alargada, verificando as tensões no solo;
- d. dimensionar o bloco de transição, no caso de mais de um tubulão por apoio.

g) fundação direta:

- a. verificar as tensões no solo;
- b. a tensão de borda poderá ser até 30% maior que a tensão média, sendo esta obrigatoriamente menor que a tensão máxima admissível;
- c. considerar o dimensionamento das sapatas no sentido longitudinal e transversal e o efeito de punção.

h) considerar dimensionamento da cortina, por exemplo em construção de subsolos;

i) considerar dimensionamento das vigas baldrame, sapatas etc.;

j) os elementos estruturais pertencentes a esta categoria devem possuir $f_{ck} \geq 25$ MPa.

5.7.2. Estrutura

Como critério geral de agressividade ambiental deve ser adotado classe tipo II, moderada, ou outro mais adequado, levando ao emprego de elementos estruturais de concreto armado com $f_{ck} \geq 25$ MPa e a elementos estruturais de concreto protendido com $f_{ck} \geq 30$ MPa, com fator água e cimento, em massa, não inferiores a 0,60 e 0,55 respectivamente. Para o caso de obras executadas em zonas com maior agressividade, devem ser modificadas as considerações anteriores para atender a NBR 6118. Os aços estruturais devem atender prescrições contidas na NBR 8800.

As madeiras utilizadas devem atender prescrições contidas na NBR 7190(6) e sofrer os ensaios descritos na MB-26(18). As alvenarias estruturais que são compostas por blocos industrializados e argamassa de assentamento, podendo ainda conter armadura envolta em concreto ou argamassa no plano horizontal e vertical, devem apresentar blocos estruturais de concreto, cerâmico ou sílico-calcário com resistência mínima de $f_{bk} \geq 4$ MPa.

a) dimensionamento dos pilares isolados ou em pórtico de concreto ou aço ou madeira ou paredes de alvenaria estrutural:



- a. obra carregada com a reação máxima e esforços horizontais concomitantes;
 - b. obra carregada com a reação mínima e esforços horizontais e verificação da flambagem;
 - c. obra descarregada e verificação a força normal e esforços horizontais;
 - d. o dimensionamento dos pilares de concreto, que devem possuir índice de esbeltez necessariamente menor que 90, deve levar em conta a não linearidade física e os efeitos de segunda ordem de acordo com o item 15.3 da NBR 6118; em casos excepcionais, a critério da fiscalização, pode-se admitir pilares com índice de esbeltez maior que 90, porém, sempre inferior a 140;
 - e. o dimensionamento de pilares metálicos devem ser observadas as prescrições contidas na NBR 8800(5);
 - f. o dimensionamento de pilares de madeira devem ser previstos ensaios da madeira utilizada de acordo com MB-26 para verificação das tensões admissíveis de compressão paralelas e perpendiculares às fibras.
- b) concreto armado:
- a. cálculo dos esforços e dimensionamento de todas as vigas constando o cálculo dos valores de momentos fletores e forças cortantes, apresentados sob a forma de quadros-resumo, cálculo à flexão e cisalhamento, isto é, verificação das tensões de cisalhamento e determinação da armadura necessária, verificação da fissuração e verificação do efeito da torção de acordo com os itens 7.6, 9.4, 23, 18.3.4 da NBR 6118 respectivamente. Para combater as fissuras provenientes da retração do concreto e outras ações secundárias, as vigas principais devem ser providas de “armadura de pele” calculada de acordo com os itens 17.3.5.2.3 e 18.3.5 da NBR 6118. As almas das vigas devem possuir espessuras mínimas de 15 cm;
 - b. cálculo dos esforços e dimensionamento de todas as lajes, dimensionamento a flexão e verificação do cisalhamento. A espessura mínima da laje deve ser de 8 cm.
- c) concreto protendido:
- a. cálculo dos esforços e dimensionamento de todas as vigas constando o cálculo dos valores de momentos fletores e forças cortantes, apresentados sob a forma de quadros-resumo, cálculo à flexão e cisalhamento, isto é, verificação das tensões de cisalhamento e determinação da armadura necessária, verificação da fissuração e verificação do efeito da torção de acordo com os itens 7.6, 9.4, 23, 18.3.4 da NBR 6118 respectivamente. Para combater as fissuras provenientes da retração do concreto e outras ações secundárias, as vigas principais devem ser providas de “armadura de pele” calculada de acordo com os itens 17.3.5.2.3 e 18.3.5 da NBR 6118;



- b. efeito de protensão de um cabo para as diferentes etapas de protensão;
 - c. considerações gerais sobre as tensões admissíveis limites;
 - d. determinação do número de cabos, ou seja, determinação do desenvolvimento dos cabos, traçado dos diagramas de cobertura, perdas de protensão imediatas, perdas de protensão diferidas, verificação das tensões normais para os vários casos de carga, cálculo da armadura suplementar, verificação da fissuração e verificação à ruptura;
 - e. cálculo do cisalhamento, isto é, componentes verticais de protensão, traçado dos diagramas de cobertura, determinação das tensões de cisalhamento e cálculo da armadura de cisalhamento;
 - f. cálculo das fretagens e cintamentos;
 - g. seqüência de protensão;
 - h. cálculo dos alongamentos dos cabos;
 - i. no caso de viga contínua, cálculo do efeito dos hiperestáticos de protensão;
 - j. cálculo dos esforços e dimensionamento de todas as lajes, dimensionamento a flexão e verificação do cisalhamento. A espessura mínima da laje deve ser de 20 cm;
 - k. os elementos em concreto armado devem obedecer às indicações do item correspondente.
- d) concreto pré-moldado:
- a. aplicação, no que couber, das prescrições dos subitens “b” e “c” do item 5.7.2 da presente instrução de projeto;
 - b. localização e dimensionamento de grampos para transporte e posicionamento das vigas;
 - c. indicação do processo de lançamento das peças estruturais: pilares, vigas, lajes, escadas etc.
- e) concreto pré-fabricado:
- a. aplicação, no que couber, das prescrições dos subitens “b” e “c” do item 5.7.2 da presente instrução de projeto;
 - b. apresentação de cálculos de dimensionamento e verificação de capacidade de carga e estabilidade, no que couber, conforme prescrições dos itens anteriores;
 - c. apresentação de indicações e detalhes de lançamento e construção, no que couber,
 - d. conforme prescrições dos itens anteriores.
- f) vigas metálicas e mistas:
- a. aplicação, no que couber, das prescrições dos subitens “b” e “c” do item 5.7.2 da presente



instrução de projeto;

- b. adoção de coeficientes de majoração das ações para análise no ELU de 1,35 para cargas permanentes e 1,5 para cargas acidentais;
- c. verificação no estado limite último dos seguintes elementos estruturais: vigas compostas, vigas metálicas durante a construção, sistemas de contraventamento, enrijecedores das almas das vigas, emendas constituídas por solda ou por parafusos, conectores submetidos ao cisalhamento longitudinal e laje;
- d. verificação do estado limite de utilização dos seguintes elementos estruturais: vigas principais, emendas constituídas por solda ou parafusos, conectores submetidos ao cisalhamento longitudinal e lajes.
- e. Como critério geral para o cálculo e o dimensionamento de estruturas compostas por vigas metálicas e mistas, devem ser apresentados:
- f. projeto detalhado;
- g. verificação dos máximos esforços solicitantes através de análise global;
- h. adoção de modelos computacionais para maior análise das rigidezes dos elementos estruturais e conseqüente determinação dos esforços solicitantes;
- i. determinação dos parâmetros para a análise global;
- j. análise e determinação dos carregamentos adotados, incluindo: máximo momento, máxima força cortante no apoio, máximas e mínimas reações nos aparelhos de apoio e momentos transversais nas lajes;
- k. onde houver variação de seção ao longo dos vãos, determinar os momentos e cortantes máximos;
- l. projeto das vigas principais;
- m. verificações das tensões extremas das vigas;
- n. verificação das vigas metálicas sem a consideração das lajes, verificando a existência de adequada capacidade de suporte para o caso do concreto não endurecido;
- o. verificação do cisalhamento nas almas e da necessidade de reforços;
- p. cálculo e detalhamento dos conectores para transferência de cisalhamento entre vigas metálicas e lajes de concreto;
- q. verificação da necessidade e cálculo dos contraventamentos permanentes e temporários;
- r. verificação de enrijecedores de alma das vigas.



- g) alvenaria estrutural: cálculo dos esforços e dimensionamento de todas as paredes estruturais e de contraventamento constando o cálculo dos valores de forças normais, momentos fletores e forças cortantes, apresentados sob a forma de quadros-resumo; cálculo a flexo-compressão, flexão e cisalhamento, isto é, verificação das tensões de cisalhamento e determinação das armaduras necessárias;
- h) madeira:
 - a. os perfis devem sofrer ensaios da madeira utilizada de acordo com NBR 7190 da ABNT para verificação do peso específico, módulo de elasticidade e das tensões admissíveis de flexão, tração e cisalhamento;
 - b. cálculo dos esforços e dimensionamento de todas as vigas constando o cálculo dos valores de forças normais, momentos fletores e forças cortantes, apresentados sob a forma de quadros-resumo e verificação das tensões normais admissíveis de compressão e tração, de flexão e de cisalhamento.

O memorial de cálculo justificativo, referente as edificações com tipos estruturais especiais, como arcos, pórticos etc., deve conter os elementos que demonstrem claramente o dimensionamento de todas as peças estruturais de que são constituídas, inclusive as verificações necessárias, nas hipóteses de carregamento mais desfavoráveis.

Deve ser dada especial atenção para os efeitos da fluência na distribuição dos efeitos da retração, na distribuição das perdas de protensão e nas forças seccionais.

5.7.3. Detalhes Especiais

Detalhes especiais não previstos nas normas e que possam tornar-se necessários poderão obedecer a outras normas existentes, desde que autorizados pela fiscalização.

No caso de aplicação de normas estrangeiras, o memorial deve ser acompanhado da citação e tradução da disposição aplicada.

5.7.4. Materiais de Construção

Os materiais de construção previstos no projeto devem obedecer às disposições das Normas Brasileiras.

5.7.5. Relação entre Altura e Vão da Estrutura

Em razão das dificuldades de se estabelecer com precisão relações gerais para altura e vão, em



cada caso deve ser analisados os seguintes fatores:

- a natureza e a magnitude das cargas;
- as características de amortecimento das vibrações da seção adotada;
- a forma e as variações da seção;
- o módulo de elasticidade do concreto ou do aço;
- o comprimento do vão;
- o grau de continuidade;
- as diferenças de temperatura;
- o coeficiente de confiança que se pode atribuir aos controles de produção e construção.

Se consideradas como critério determinante à deflexão, as possíveis contra-flechas e a vibração para uma determinada estrutura, não há necessidade de estabelecer-se qualquer outra relação.

Entretanto, as relações que se seguem, aplicáveis às estruturas simplesmente apoiadas, com vigas de momento de inércia constante, poderão ser usadas como diretrizes orientadoras na construção da estrutura.

Para outros casos, na determinação da relação altura de estrutura e vão, devem ser considerados outros fatores, tais como: os efeitos da viga contínua, a variação da inércia, curvatura e o número de vigas utilizadas. Caberá à projetista, no entanto, determinar a altura real de cada uma delas.

- concreto protendido: vigas em concreto protendido nas edificações devem ter uma relação de 1:17 nos pisos e 1:20 nas vigas nas coberturas;
- concreto armado: relação deve ser da ordem de 1:10 do vão para vigas isostáticas e de 1:12 nas vigas contínuas;
- estruturas de aço: para as vigas de aço sem solidarização com a laje, a relação deve ser igual ou maior que 1:20. Nos casos de estruturas mistas de vigas de aço e laje de concreto trabalhando solidariamente, a relação ideal é igual ou maior que 1:22. No caso de treliças, a relação mínima deve ser de 1:20;
- estruturas de madeira: para as vigas e treliças de madeira a relação altura e vão da estrutura deve ser analisada pelo projetista em função dos tipos de madeira adotada.

5.7.6. Deflexão e Contra-Flecha

Contra-flecha é definida como sendo a curvatura na direção contrária à gravidade com a qual se constrói a estrutura para contrapor a deflexão produzida pelas cargas permanentes.



Nas vigas de aço, a contra-flecha poderá ser acrescida ao elemento na ocasião da fabricação.

Nas vigas protendidas, a contra-flecha é produzida pela força de protensão. Para o caso de vigas protendidas pré-fabricadas ou pré-moldadas, recomenda-se um limite de $L/250$ para a contra-flecha inicial, definindo-se L como o vão da viga.

A deflexão ou contra-flecha residual é a soma das deformações devidas à protensão e às cargas permanentes e móveis. A deflexão ou contra-flecha residual continuará sofrendo alterações devido à deformação lenta, perda de protensão e variação do módulo de elasticidade do concreto.

Se for necessária uma contra-flecha inicial, pode-se obtê-la com curvatura nas formas. Em geral, é recomendável uma pequena contra-flecha sob carga móvel, por razões estéticas. Considerando-se que deflexão e contra-flechas calculadas são aproximadas, dever-se-á dispensar atenção especial à aparência arquitetônica dos elementos visíveis da estrutura.

Os valores das flechas em estruturas de concreto não podem ser previstos com um alto grau de precisão, uma vez que há vários fatores não lineares envolvidos nesses cálculos. Entre outros fatores, sabe-se que o concreto não possui uma curva tensão-deformação linear e que as características da curva carregamento-deformação de vigas de concreto armado e protendido, em geral, também não são lineares devido à rápida mudança de rigidez das vigas assim que o concreto começa a fissurar. Desta forma, para o cálculo das deformações imediatas e diferidas no tempo em estruturas de concreto, deve-se considerar a rigidez equivalente, de acordo com o item 17.3.2 da NBR 6118.

6. FORMA DE APRESENTAÇÃO

A apresentação dos documentos técnicos do tipo memorial, relatórios e outros em formato ABNT A4.

Os desenhos técnicos devem ser apresentados e elaborados conforme ABNT. As escalas de desenho devem ser:

- série normal – 1:200, 1:100, 1:75, 1:50, 1:25, 1:20;
- série especial – 1:10, 1:5, 1:2, 1:1.

A série especial destina-se à representação de detalhes. Deve ser dada preferência, na série normal, às escalas 1:200, 1:100, 1:75 e 1:50, considerada a compatibilidade com as dimensões da folha dos desenhos.

A codificação dos documentos técnicos e desenhos devem seguir as instruções contidas no documento Diretrizes Básicas para Projetos em BIM.



6.1. Estudo Preliminar

6.1.1. Desenhos

Devem ser apresentados os desenhos unifilares dos pavimentos tipo, indicando as dimensões das peças estruturais que vierem a condicionar o projeto preliminar de arquitetura.

6.1.2. Memorial Descritivo

Devem constar claramente a justificativas técnicas e econômicas da solução proposta, com no mínimo os seguintes elementos: tipo estrutural proposto, métodos construtivos, materiais previstos e estimativa de custo por metro quadrado de construção.

6.2. Projeto Básico

6.2.1. Relatório de Estudo Geotécnico de Fundações

Deve ser apresentado relatório geotécnico para a definição de parâmetros geotécnicos e das fundações da edificação.

6.2.2. Memorial de Cálculo

Memorial de cálculo deve descrever as características gerais da obra assim como justificar as soluções desenvolvidas nesta etapa do projeto, destacando as seguintes verificações e pré-dimensionamentos efetuados em número reduzido de peças estruturais e apresentados sucintamente, porém suficientes para se avaliar a suficiência do projeto estrutural para cada uma das alternativas.

6.2.2.1. Fundações

- a) ação da carga permanente;
- b) ação da carga acidental: reações máximas e mínimas;
- c) forças horizontais: vento, temperatura, retração, empuxo de terra e protensão;
- d) fundação direta: verificação das tensões no terreno junto à base e pré-
- e) dimensionamento das sapatas corridas, sapatas isoladas e radier;
- f) verificação do estaqueamento: cargas máxima e mínima nas estacas;
- g) verificação do tubulão: verificação à flexão composta, pré-dimensionamento, verificação do pilar e



verificação das tensões no terreno junto à base.

6.2.2.2. Infra-estrutura

- a) pré-dimensionamento das vigas baldrame;
- b) pré-dimensionamento dos blocos sobre estacas.

6.2.2.3. Estrutura

- a) concreto armado: pré-dimensionamento dos pilares, das vigas principais, e das lajes nas seções mais solicitadas de cada pavimento diferenciado da obra;
- b) concreto protendido: determinação do número de cabos para as seções mais solicitadas das vigas ou lajes e verificação das tensões normais de bordo nas seções mais solicitadas das vigas ou lajes protendidas;
- c) aço: pré-dimensionamento de pilares e das vigas principais ou das treliças, sistemas de contraventamentos horizontais e verticais e lajes;
- d) alvenaria estrutural: pré-dimensionamento das paredes estruturais com determinação da resistência dos blocos e indicação dos preenchimentos com aço envolto em concreto nos furos verticais e nas canaletas horizontais;
- e) madeira: pré-dimensionamento de pilares e das vigas principais ou das treliças.

6.2.3. Desenhos

O projeto básico deve constar de detalhes gerais da obra, apresentando folha de desenho com todas as dimensões perfeitamente indicadas.

Devem ser apresentados os seguintes desenhos:

- implantação e formas de todos os pavimentos, incluindo dimensões principais, locações e níveis;
- formas da alvenaria estrutural demonstrada em planta e elevação típica das paredes;
- desenhos unifilares de estrutura metálica;
- desenhos unifilares de estrutura de madeira.

O projeto básico deve ser harmonizado com os projetos de arquitetura e instalações gerais.

6.2.4. Detalhes complementares



Devem ser elaboradas planilhas de quantidades e orçamentos de serviços e materiais previstos para a execução da obra, devendo ser respeitada, sempre que possível à discriminação e as especificações constantes da Tabela de Preços Unitários – SINAPI. SINAPI a ser utilizada deve ser a última publicada anterior à entrega do documento final à PF.

Os serviços previstos que não se enquadrarem naqueles discriminados na SINAPI devem ser perfeitamente definidos e descritos e, caso necessário, elaborado Especificação de Serviço que deve acompanhar o projeto.

Também deve ser apresentado cronograma estimativo para execução da obra.

6.3. Projeto Executivo

É o conjunto das folhas de desenho, memorial de cálculo, quantitativo e orçamento perfeitamente definido e completo, que tornam possível a perfeita execução da obra.

6.3.1. Relatório de Estudo Geotécnico de Fundações

Caso sejam realizadas sondagens complementares aos realizados no projeto básico, deve ser emitido novo relatório geotécnico para a definição de parâmetros geotécnicos das fundações.

6.3.2. Memória de Cálculo

A memória de cálculo deve ser organizada em infra-estrutura e estrutura.

a) devem, obrigatoriamente, conter todas as indicações necessárias à boa e fácil compreensão e acompanhamento da seqüência e operações de cálculo. Assim, devem possuir a seguinte orientação:

- referir-se, expressamente, às fórmulas ou tabelas aplicadas;
- referir-se as condições e valores numéricos admitidos como, por exemplo, a resistência característica;
- indicar as fontes bibliográficas relativas a qualquer processo de cálculo ou dimensionamento adotado;
- referir-se, explicitamente, a todas as hipóteses admitidas, incluindo as propriedades dos materiais;
- conter a dedução de expressões ou fórmulas empregadas, se originais;
- definir os elementos ou símbolos utilizados;



- indicar a seqüência dos cálculos numéricos na aplicação das fórmulas, sem omitir valores intermediários;
- apresentar croquis elucidativos, quando indispensáveis ou convenientes, para maior clareza do significado dos símbolos ou da entrega de memoriais em rascunhos.

As tentativas de cálculo, posteriormente abandonadas, não devem constar no memorial.

b) os cálculos processados por computadores devem vir acompanhados dos documentos justificativos, a seguir discriminados:

- no caso de programas computacionais usualmente comercializados no mercado nacional: identificação do programa computacional utilizado; descrição sucinta e indicação do modo de aplicação do programa computacional, definindo os módulos utilizados, as hipóteses de cálculo ou simplificações adotadas, dados de entrada, carregamento e resultados obtidos;
- no caso de programas computacionais de uso particular e exclusivo do projetista: identificação e descrição do programa computacional utilizado, com indicação da formulação teórica, hipóteses de cálculo ou simplificações adotadas, dados de entrada, carregamento e resultados obtidos.

c) apresentação de memorial, obrigatoriamente constituído dos seguintes elementos:

- esquema estrutural, com definição das seções transversais, nós, barras, propriedades dos materiais etc.;
- inserção das folhas de resultados do processamento realizado;
- quadros-resumo, com indicação das combinações de esforços adotadas, características dos materiais utilizados, dados de entrada e resultados do processamento realizado, seções, esforços e tensões de dimensionamento, acompanhados dos diagramas de envoltórias pertinentes.

6.3.3. Desenho

A folha de desenho de formas e armações de concreto e alvenaria estrutural, unifilar de metálica e de estrutura de madeira deve conter os seguintes elementos:

- a) plantas de formas de todos os níveis de pavimentos da edificação incluindo a dimensão final de todas as peças estruturais: pilares, vigas, lajes etc., cortes necessários ao entendimento completo das plantas de forma e detalhes dos pontos críticos da estrutura;
- b) quadro-resumo indicando as resistências características adotadas para o concreto (f_{ck}) e aço (f_{yk}) empregados ou de qualquer outro material utilizado, bem como o comprimento e o tipo de estacas



previstas, taxa no solo de fundação, unidades de medida e trem-tipo adotado;

c) c) desenhos de armações contendo:

- detalhamento, em escala apropriada, de todas as peças do esquema estrutural;
- especificação do tipo de aço;
- tabela e resumo de armação por folha de desenho.

d) as folhas de desenhos de armação que contenham aços especiais devem indicar as características geométricas do dobramento e dos ganchos das barras das diferentes bitolas;

e) os desenhos de armação protendida devem apresentar a elevação dos cabos; tabela e resumo da armadura e cabos e cordoalhas, por bitola, extensão e peso, sem computar qualquer perda de peso ou comprimento;

f) os desenhos de alvenaria estrutural devem contemplar:

- elevação de todas as paredes;
- plantas com apresentação em duas fiadas demonstrando a defasagem dos blocos, ou seja, as juntas travadas.

g) detalhes de escoamento das águas pluviais;

h) detalhes da colocação de postes de iluminação;

i) os desenhos de estrutura de madeira devem contemplar além da designação de todas as peças estruturais de madeira, planta de montagem com todos os detalhes de encaixes e ligações;

j) os desenhos unifilares de estrutura metálica devem apresentar o refinamento do projeto unifilar básico, assim como, demonstrar todos os detalhes críticos de ligações.

No caso da estrutura constituída por aço, os desenhos de fabricação da estrutura metálica devem ser preferencialmente elaborados pela fabricante da estrutura metálica e devem conter:

- a) todo o detalhamento necessário que permita uma completa e perfeita fabricação da estrutura, indicando todos os componentes, as dimensões, a disposição e o nervuramento, assim como a quantidade e diâmetro de parafusos;
- b) soldas e peças soltas a serem conectadas durante a montagem; as indicações de solda devem estar de acordo com a padronização da American Welding Society – AWS;
- c) detalhe das chapas de base com indicação da espessura de todas as chapas, soldas e chumbadores;
- d) detalhe das conexões não padronizadas com espessura de todas as chapas, soldas e parafusos;
- e) informações necessárias à perfeita e completa montagem das estruturas, tais como plantas,



elevações e cortes, indicando as posições relativas de todas as peças, a partir das linhas de centro da coluna e níveis de pisos;

- f) orientações das faces das colunas norte ou leste e também das vigas, soldas de obra etc.

Complementando os subitens “a” a “f”, devem ser preparadas as listas de material contendo número do item, quantidades de peças, designação, marca de montagem e posição, número de desenho onde detalhado, massa da peça e dimensões gerais. Também devem ser elaboradas listas de parafusos contendo: número do item, quantidade de parafusos, descrição e tipo da conexão, tipo e dimensões das arruelas, especificação dos parafusos, diâmetro, comprimento total e aperto dos parafusos.

6.3.4. Detalhes Complementares

O projeto do cimbramento, com todos os seus detalhes executivos e o correspondente memorial de cálculo, deve acompanhar o projeto executivo da obra, quando solicitado pela PF. A critério do fiscalização, deve ser apresentado o esquema do descimbramento.

No caso de utilização de vigas pré-moldadas, deve ser apresentado o processo de transporte, com os detalhes da movimentação horizontal, tanto longitudinal e transversal, e vertical. O dimensionamento da infra-estrutura levará em conta a seqüência de colocação dos elementos pré-moldados e as suas disposições, temporária e definitiva, sobre os pilares.

O plano ou programa de protensão deve acompanhar o memorial de cálculo, com as indicações relativas às operações de protensão das peças, incluindo as pressões previstas, alongamentos teóricos etc., com base nas características do aço utilizado na confecção dos cabos.

O projeto executivo deve vir acompanhado do método construtivo.

6.3.5. Planilhas de Quantidade e Orçamento

Na elaboração das planilhas de quantidades e orçamentos de serviços e materiais previstos para a execução da obra, dever-se-á respeitar, sempre que possível a discriminação e as especificações constantes na Tabela SINAPI e modelos fornecidos pela PF. A SINAPI a ser utilizada deve ser a última publicada anterior à entrega do documento final à PF.

Sempre que houver necessidade de complementação das especificações técnicas de determinado item do SINAPI, esta deve ser feita de modo a melhor compreensão do material ou equipamento que se pretende utilizar em determinado local.

Os serviços previstos que não se enquadrarem naqueles discriminados na SINAPI ou modelo fornecido pela PF, devem ser perfeitamente definidos e descritos e, caso necessário, elaborado Especificação de Serviço que deve acompanhar o projeto.



Também deve ser indicado o cronograma estimado para a execução da obra.

Deve ser apresentada planilha, com o memorial de quantificação, elaborada de forma de fácil entendimento para posterior verificação das quantidades previstas para a obra. As quantidades devem ser indicadas por tipo de intervenção e atividades de serviços previstos na SINAPI, segmentando por elementos de obra tais como: lajes, vigas, pilares, bloco, estaca, tubulão etc., indicando comprimento, largura, altura, área, volume etc.

Resumidamente, o conjunto de documentos a ser entregue, pela contratada, em pasta de trabalho única do excell e em pdfs são os seguintes documentos:

- Planilha orçamentária sintética;
- Planilha orçamentária resumida;
- Planilha orçamentária analítica;
- Cronograma físico-financeiro;
- Curva ABC de Serviços;
- Curva ABC de Insumos;
- Comparativo entre os regimes de desoneração tributária;
- Composição de custos unitários;
- Mapa de cotações de mercado e comprovações;
- Demonstrativo de calculo e justificativas para os BDIs;
- Memória de cálculo das quantidades do orçamento;
- Memória de calculos de eventuais mobilizações e desmobilizações e deslocamento considerados no orçamento, caso aplicável;
- Caderno de Encargos e especificações técnicas, conforme modelo a ser fornecido pela PF.

6.3.6. Projetos com Materiais Diferentes

A utilização no projeto de qualquer tipo de material não especificado pelas normas brasileiras somente será admitida mediante autorização prévia e expressa da fiscalização.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Projeto de Estrutura de Edificação, Departamento de Estradas e Rodagem.
2. NBR 6120. Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.
3. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto.
4. NBR 8036. Programação de sondagens de simples reconhecimento do solos para fundações.
5. NBR 6122. Projeto e execução de fundações.
6. NBR 8800. Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios (Método dos Estados Limites).
7. NBR 7190. Projeto de estruturas de madeira.
8. NBR 6123. Forças devidas ao vento em edificações.
9. NBR 7480. Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.
10. NBR 7481. Telas de aço soldadas para armadura de concreto.
11. NBR 7482. Fios de aço para concreto protendido.
12. NBR 7483. Cordoalhas de aço para concreto protendido – Procedimento.
13. NBR 8681. Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.
14. NBR 10837. Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.
15. NBR 14322. Paredes de alvenaria estrutural – Verificação da resistência a flexão simples ou a flexo-compressão.
16. NBR 8949. Paredes de alvenaria estrutural – ensaio a compressão simples.
17. NBR 14321. Paredes de alvenaria estrutural – Determinação da resistência ao cisalhamento.
18. NBR 8798. Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.
19. NBR 7190. Projeto de estruturas de madeira.



Serviço Público Federal
MJSP – Polícia Federal
Grupo Técnico de Edificações
GTED/SR/PF/PR

Contratação de estudos e ensaios geotécnicos e elaboração de projeto básico e executivo para contenção/estabilização de parte do terreno do NEPOM/DPF/GRA/PR

APÊNDICE IV DO CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Procedimentos, critérios e padrões para elaboração de Levantamentos Topográficos em contratações da Polícia Federal



Sumário

1	OBJETIVO	3
2	DEFINIÇÕES	3
2.1	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	3
2.2	APOIO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO	3
2.3	APOIO TOPOGRÁFICO ALTIMÉTRICO	3
2.4	APOIO GEODÉSICO PLANIMÉTRICO	4
2.5	APOIO GEODÉSICO ALTIMÉTRICO	4
2.6	SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO – SGB	4
3	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	4
4	EXECUÇÃO DO SERVIÇO	5
4.1	CONDIÇÕES GERAIS DE EXECUÇÃO.....	5
4.2	APOIO TOPOGRÁFICO	6
4.2.1	PLANIMETRIA	7
4.2.1.1	POLIGONAIS DE APOIO BÁSICAS	7
4.2.1.2	POLIGONAIS SECUNDÁRIAS	9
4.2.1.3	POLIGONAIS AUXILIARES	10
4.2.2	ALTIMETRIA	11
4.2.2.1	PERÍMETRO DOS CIRCUITOS OU COMPRIMENTO DESEJÁVEL DAS LINHAS	12
4.2.2.2	MEDIÇÃO DOS DESNÍVEIS	12
4.2.2.3	CONTROLE DE QUALIDADE	12
4.3	LEVANTAMENTO DE DETALHES.....	13
4.4	LEVANTAMENTOS COMPLEMENTARES	13
4.4.1	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO GEOMÉTRICO DE SONDAGENS	14
4.4.2	LEVANTAMENTO E NIVELAMENTO GEOMÉTRICO DE VIAS EXISTENTES NA FAIXA DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO, NOS LOCAIS INDICADOS PELO PROJETO FUNCIONAL	14
4.4.3	LEVANTAMENTO E AMARRAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS AÉREAS	14
4.4.4	CADASTRO DE REDES DE ÁGUAS PLUVIAIS E REDES DE ESGOTOS	15
4.4.5	LEVANTAMENTO DE SEÇÕES BATIMÉTRICAS	15
4.4.5.1	APOIO TOPOGRÁFICO E IMPLANTAÇÃO	15
4.4.5.2	TRABALHOS DE ESCRITÓRIO	17
4.4.6	LEVANTAMENTO DE ÁREA DE EMPRÉSTIMO E DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	17
4.5	ORIGINAL TOPOGRÁFICO	18
4.6	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA – DESENHO FINAL	18
4.7	CONTROLE DE QUALIDADE DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	20
4.8	PRODUTOS DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	23
5	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO	23



1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam os métodos, procedimentos e equipamentos para a execução e pagamento dos serviços de: topografia, levantamentos, transportes de coordenadas, locações, exploração, cadastros, levantamentos batimétricos; relacionados direta ou indiretamente com as atividades da Polícia Federal.

2 DEFINIÇÕES

Para efeitos desta Especificação Técnica são adotadas as seguintes definições:

2.1 Levantamento Topográfico

Conjunto de métodos e processos que relacionam os pontos previamente escolhidos, convenientemente distribuídos ao longo de um terreno de coordenadas topográficas conhecidas, aos pontos definidores de seus acidentes planialtimétricos, naturais e artificiais de seu relevo, visando sua exata representação em escala desejada; ou aos pontos definidores de um projeto de engenharia a ser implantado nesse terreno.

O levantamento topográfico utiliza medições de ângulos e distâncias horizontais e verticais, com instrumental adequado à exatidão pretendida.

2.2 Apoio Topográfico Planimétrico

Conjunto de pontos materializados no terreno, com coordenadas cartesianas x e y obtidas a partir de uma origem arbitrária no horizonte topográfico, ou seja, no plano horizontal que a contém, com a finalidade de servir de base planimétrica ao levantamento topográfico. Esses pontos formam uma figura complexa de lados orientados e estão hierarquizados em ordens de acordo com suas exatidões. Os de ordem superior são espaçados em até 10 km e os de ordem inferior em até 500 m ou menos, conforme o fim a que se destinam.

2.3 Apoio Topográfico Altimétrico

Conjunto de pontos materializados no terreno, com suas alturas referidas a uma



superfície de nível arbitrária ou ao nível médio do mar, isto é, altitudes, servindo de suporte altimétrico ao levantamento topográfico, como referência de nível.

2.4 Apoio Geodésico Planimétrico

Conjunto de pontos materializados no terreno que proporcionam aos levantamentos topográficos o controle de posição em relação à superfície terrestre determinada pelas fronteiras do país, referenciando-os ao seu *datum* planimétrico.

2.5 Apoio Geodésico Altimétrico

Conjunto de referências de nível materializadas no terreno que proporcionam o controle altimétrico dos levantamentos topográficos e o seu referenciamento ao *datum* altimétrico do país.

2.6 Sistema Geodésico Brasileiro – SGB

Sistema que engloba os apoios geodésicos planimétricos e altimétricos, implantados e materializados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país. Os apoios são determinados por procedimentos operacionais e por coordenadas geodésicas, calculadas segundo modelos geodésicos de precisões compatíveis com as finalidades a que se destinam, tendo o Elipsóide de Referência Internacional de 1967 como representação geométrica da Terra, IBGE, Resolução PR nº 22 de 21/07/1983.

O Sistema Geodésico Brasileiro integra o SAD-69, *South American Datum 1969*.

3 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

As especificações técnicas e normas gerais partem do pressuposto de que os levantamentos topográficos devem obedecer ao princípio da vizinhança, regra básica da Geodésia, segundo a qual cada novo ponto determinado deve ser amarrado ou relacionado a todos os pontos já determinados para otimização da distribuição dos erros. Daí a importância dada à hierarquização da exatidão dos pontos nos levantamentos topográficos, em que cada novo ponto determinado tem exatidão sempre inferior à dos que serviram de base à sua determinação, não importando seu grau de precisão.

Esta especificação é resultado de seleção de métodos, processos e instrumentos, capazes de assegurar propagações de erros que não excedam os limites de segurança,



compatíveis com as finalidades dos levantamentos topográficos, classificando a ordem de exatidão dos seus resultados, com base nas formas geométricas, nos instrumentos de medições e nos valores prováveis das grandezas medidas, independentemente.

Os erros de fechamento em posição devem ser considerados como importantes, somente para o julgamento das operações de campo, isoladamente, como critério de estimativa de seu valor e não como aferição de seus resultados finais. O critério de maior relevância para essa aferição deve ser o da exatidão, expresso:

- a) na planimetria, pelo erro padrão máximo admissível entre duas estações adjacentes;
- b) na altimetria, pela qualidade do fechamento de um circuito ou de uma linha, formados por duplo nivelamento, conectando-se a estações de altitudes conhecidas;
- c) o erro padrão, desvio padrão e erro médio quadrático para efeito das especificações técnicas são considerados equivalentes e expressos por:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n}}$$

Onde:

m é o erro padrão;

Δ é o desvio padrão;

n é o número de amostras.

Os termos precisão e exatidão, mencionados ao longo deste documento, expressam, respectivamente, o grau de aproximação das observações umas às outras e a acurácia do valor em relação ao seu valor verdadeiro.

4 EXECUÇÃO DO SERVIÇO

4.1 Condições Gerais de Execução

O levantamento topográfico busca a representação plano-altimétrica de faixas de terreno cujos limites, *off-sets* e áreas das interseções e acessos, estimados em projetos funcionais anteriores, ofereçam os elementos básicos para a elaboração dos projetos geométricos, posteriormente para suas locações e, por último, para sua manutenção, nos mesmos padrões.

A densidade dos pontos de detalhes a serem representados determina a escala do



levantamento. Nas áreas urbanizadas a escala deve ser 1: 500 e, nas áreas com menor densidade de detalhes planimétricos 1: 1000 ou até 1: 2000.

A exatidão planimétrica do levantamento está intimamente relacionada com sua escala, pois é necessário que o erro relativo à representação gráfica que se comete ao efetuar medições sobre a planta resultante desse levantamento, igual à cerca de 0,002 m multiplicado pelo denominador da escala, esteja de acordo com essa exatidão. Assim, os métodos, processos e instrumentos utilizados não devem conduzir a erros nas operações topográficas que comprometam a exatidão inerente à escala pretendida. Devem ser tomados cuidados especiais com as medidas efetuadas em campo e feitas a partir de microcomputadores.

Recomenda-se a utilização de estações totais para a otimização dos trabalhos, por possibilitarem grande armazenamento de dados, bem como eliminar os erros de anotação nas cadernetas de campo.

As estações totais reúnem, num único aparelho, a medição de ângulos e distâncias, apresentando vantagem em relação aos equipamentos tradicionais quanto à coleta, armazenamento, processamento, importação e exportação dos dados coletados no campo. Os *softwares* utilizados para cálculos e desenhos devem fornecer seus produtos nos formatos ASCII para textos e números e, “*.dxf” ou “*.dgn” para desenhos.

A representação topológica do relevo é obtida por intermédio de curvas de nível equidistantes de 1 m, complementada com pontos cotados, com no mínimo três pontos por hectare nas áreas planas.

Para efeito destas especificações técnicas e normas gerais, o levantamento topográfico deve ser abordado nas fases:

- apoio topográfico;
- levantamento de detalhes;
- levantamentos complementares;
- original topográfico;
- representação gráfica.

4.2 Apoio Topográfico

Constitui-se pelos pontos planimétricos e referências de nível implantadas e materializadas no terreno, nas proximidades ou dentro da faixa a levantar, e que estabelece no terreno o sistema de projeção e representação gráfica.

Os pontos planimétricos e altimétricos devem ser hierarquizados em termos de extensão,



sendo pertencentes às poligonais básicas, secundárias e auxiliares, e conectados ao sistema referencial SGB.

Sempre que possível, os pontos planimétricos devem ser utilizados também como referências de níveis.

Os pontos planimétricos e referências de nível devem ser implantados em locais seguros, a salvo de danos. Devem ser materializados por marcos de concreto, com base superior de 0,17 m por 0,17 m, base inferior de 0,25 m por 0,25 m e altura de 0,40 m. Cada marco deve ser encabeçado por uma chapa de metal não ferroso com 0,06 m de diâmetro e pino de 0,07 m de altura; devem ter como inscrições o nome do contratante, o nome da empresa executante, o nome do vértice e a inscrição “Protegido por Lei”, devendo aflorar cerca de 0,10 m do solo.

Todos os serviços de implantação de uma poligonal, nivelamento e rastreamento de satélites GPS, Global Positioning System, devem seguir as recomendações da norma ABNT NBR 13.133⁽²⁾. Os itens que não atenderem devem seguir, no mínimo, as descrições desta instrução.

A verificação do estado dos medidores eletrônicos deve ser realizada tanto para níveis como para as estações totais, mediante a utilização da norma anteriormente citada.

4.2.1 Planimetria

As poligonais principais que determinam o apoio topográfico planimétrico, amarradas ao SGB, devem ter as seguintes especificações:

4.2.1.1 Poligonais de apoio básicas

As poligonais básicas em áreas com extensão superior a 5 km devem ter seus marcos implantados com lados de aproximadamente 5 km, com tolerância de ± 1 km, e suas coordenadas determinadas em projeção geográfica, Projeção Universal Transversal de Mercator (UTM), e coordenadas topográficas para projeto.

Os vértices devem ser materializados por marcos de concreto.

Os métodos de medição são por GPS 3, com frequência L1 e estações totais. Quando executada pelo processo convencional, utilizar o método de centragem forçada com uso de três tripés.

a) medição angular horizontal:

- a. método das direções;
- b. instrumento: estação total de leitura direta de 1" (2,54 cm);
- c. medição: quatro séries de leituras conjugadas;
- d. limite de rejeição para uma observação em relação ao seu valor médio calculado:



5" (12,5 cm);

- e. fechamento angular, em segundos: $6 \sqrt{N}$, onde N é o número de vértices poligonal;
- f. precisão do fechamento linear: 1: 50000;

b) medição angular vertical:

- a. método das direções;
- b. instrumento: estação total de leitura direta 1" (2,54 cm);
- c. medição: quatro séries de leituras conjugadas recíprocas;
- d. limite de rejeição para uma observação em relação ao seu valor médio calculado: 5" (12,7 cm);
- e. fechamento angular, em segundos: $6 \sqrt{N}$, onde N é o número de vértices poligonal;
- f. precisão do fechamento linear: 1: 50000;

c) medição dos lados:

- a. método das direções;
- b. instrumento: estação total de precisão $\pm (0,005 \text{ m} + 5 \text{ ppm} \times D)$, onde D é a distância em quilômetros a ser medida;
- c. medição: quatro séries de leituras conjugadas;
- d. número mínimo de séries de leituras de precisão recíprocas: 4;
- e. diferença máxima aceitável entre resultados de séries: 0,005 m;
- f. diferença máxima aceitável entre leituras recíprocas quando se observa uma única série: 0,010 m.

GPS3

Solução baseada nos códigos C-A ou Y ou fase da portadora com correção diferencial obtida em pós-processamento com utilização de técnicas baseadas em suavização do código através da portadora.

Equipamentos incluídos nesta categoria são denominados:

- GPS Topográfico;
- GPS Geodésico de uma frequência;
- GPS Geodésico L1.

Características dos aparelhos:

- precisão após processamento off-line: 20mm a 1m + 3 ppm (68,7 %);
- observável básica: códigos C/A ou Y ou fase da portadora;
- combinação entre observáveis: duplas diferenças, suavização do código por portadora.

Fatores influentes na precisão:



- proximidade da estação de referência, isto é, correlação espacial;
- condições atmosféricas nas proximidades da estação de referência e móvel e horário de rastreamento;
- geometria da configuração de satélites;
- magnitude do multicaminhamento na estação móvel;
- qualidade dos receptores.

Condições a serem observadas para alcançar a precisão acima:

- distância máxima tolerável da estação de referência: de acordo com as especificações do equipamento para atingir a precisão estabelecida;
- PDOP máximo: < 6 ;
- razão sinal/ruído mínima do sinal GPS : > 6 ;
- horizonte mínimo de rastreamento: 15° ;
- operar sempre no modo 3D, sendo recomendáveis 5 ou mais satélites rastreados simultaneamente;
- intervalo de gravação: 5S;
- pós-processamento com programa dotado de algoritmos de combinação de observáveis, fase da portadora e código , busca de ambigüidades e com capacidade de processar a fase da portadora, no caso dessa observável ser utilizada;
- receptores com um mínimo 6 canais independentes.

4.2.1.2 Poligonais secundárias

As poligonais secundárias devem possuir lados médios de aproximadamente 0,2 km a 0,5 km, apoiadas nos vértices da poligonal básica. São destinadas para o levantamento planialtimétrico cadastral de detalhes em áreas de dimensões longitudinais superiores a 5 km, como também, dimensões inferiores a 5 km.

Os métodos de medição são por GPS 3, com frequência L1, e estações totais, em um perímetro máximo de 5 km. Os vértices devem ser materializados por marcos de concreto ou pinos de aço. Recomenda-se o uso do processo dos três tripés ou bipés.



a) medição angular horizontal:

- método das direções;
- instrumento: estação total de leitura direta de 1" (2,54 cm);
- medição: duas séries de leituras conjugadas;
- limite de rejeição para uma observação em relação ao seu valor médio calculado: 5" (12,7 cm);
- fechamento angular, em segundos: $15 \sqrt{N}$, onde N é o número de vértices poligonal;
- fechamento linear: 1: 20000.

b) medição angular vertical:

- instrumento: estação total de leitura direta 1" (2,54 cm);
- medição: duas séries de leituras conjugadas recíprocas;
- limite de rejeição para uma observação em relação ao seu valor médio calculado: 5" (12,7 cm);

c) medição dos lados:

- instrumento: estação total de precisão $\pm (0,005 \text{ m} + 5 \text{ ppm} \times D)$, onde D é a distância em quilômetros a ser medida;
- medição: número mínimo de séries de leituras de precisão recíprocas: 4;
- diferença máxima aceitável entre resultados de séries: 0,005 m;
- diferença máxima aceitável entre leituras recíprocas quando se observa uma única série: 0,010 m;
- fechamento em coordenadas após a compensação angular: o valor máximo para o erro padrão em coordenadas deve ser de $0,08 \sqrt{L}$, onde L é o comprimento da poligonal em quilômetros;
- erro padrão relativo máximo aceitável, após o ajustamento, deve ser melhor que 1: 20000.

4.2.1.3 Poligonais auxiliares



As poligonais auxiliares de apoio direto para o levantamento planialtimétrico devem ser executadas quando a poligonal secundária não atender a necessidade do serviço. Exemplo:

deve-se cadastrar algum lançamento de águas pluviais ou outras interferências importantes que estão fora da faixa de domínio da rodovia.

Os métodos de medição são por estações totais, num perímetro máximo de 1 km, materializando os vértices por piquetes ou pinos de aço. Recomenda-se o uso do processo dos bipés.

a) medição angular horizontal:

- método das direções;
- instrumento: estação total de leitura direta de 6" (15,24 cm);
- medição: duas séries de leituras conjugadas;
- limite de rejeição para uma observação em relação ao seu valor médio calculado: 5" (12,7 cm);
- fechamento angular, em segundos: $20\sqrt{N}$, onde N é o numero de vértices poligonal;
- fechamento linear: 1: 10000;

b) medição angular vertical:

- método das direções;
- instrumento: estação total de leitura direta 1" (2,54 cm);
- medição: duas séries de leituras conjugadas recíprocas;

c) medição dos lados:

- instrumento: estação total de precisão $\pm (0,005 \text{ m} + 5 \text{ ppm} \times D)$, onde D é a distância em quilômetros a ser medida;
- número mínimo de séries de leituras de precisão recíprocas: 2.

Fechamento em coordenadas após a compensação angular: o valor máximo para o erro padrão em coordenadas é de $0,08\sqrt{L}$, onde L é o comprimento da poligonal em quilômetros.

O erro padrão relativo máximo aceitável, após o ajustamento, deve ser melhor que 1:10000.

4.2.2 Altimetria

Os nivelamentos geométricos para a implantação das referências de nível do apoio topográfico devem estar amarrados ao SGB e devem apresentar as seguintes especificações:



4.2.2.1 Perímetro dos circuitos ou comprimento desejável das linhas

O comprimento da seção, ou seja, a distância entre duas RRNN, deve ser de aproximadamente 1000 m. Por vezes essas RRNN coincidem com os marcos da poligonal básica e da secundária.

4.2.2.2 Medição dos desníveis

Os procedimentos de nivelamento e contranivelamento devem ser feitos em horários distintos.

O instrumental utilizado deve ser composto por nível automático, de bolha ou eletrônico, que possibilite precisão melhor que $\pm 0,005$ m/km, que tenha o aumento da luneta igual ou maior que 40 vezes e a sensibilidade no nível melhor ou igual a 10" (25,4 cm) por 0,002 m de deslocamento da bolha, e, que tenha código de barras ou miras centimétricas dobráveis providas de nível esférico, previamente aferidas.

4.2.2.3 Controle de qualidade

A diferença máxima aceitável entre o nivelamento e o contra nivelamento de uma seção e linha, em milímetros, é de $12\sqrt{K}$, onde k é o comprimento da seção em quilômetros, conforme Tabela 8 da NBR 13.133, Classe IN.

Os comprimentos das visadas de ré e de vante devem ser aproximadamente iguais, no máximo 80 m e no mínimo 15 m. O comprimento ideal é de 60 m, de modo a compensar os efeitos da curvatura terrestre e da refração atmosférica, bem como do erro provocado pelo desgaste do eixo do aparelho.

Para evitar turbulências causadas pela reverberação, o nivelamento geométrico deve ser preferencialmente executado nos períodos em que a incidência solar seja mais amena, entre as 7 h e 10 h e, entre as 16 h e 18 h. As visadas devem situar-se acima de 0,5 m do solo.

As miras devem ser utilizadas aos pares, alternando-se a vante e a ré, de modo que a mira posicionada no ponto de partida, lida a ré, seja posicionada no ponto de chegada, lida a vante, eliminando-se o erro de índice. As miras devem ser calçadas sobre chapas ou pinos e, no caminhamento sobre sapatas, nunca diretamente sobre o solo.

Devem ser utilizados os três fios de retículo nas observações. Não se deve exceder em 0,002 m a divergência entre as diferenças superior-médio e médio-inferior.

As medições de campo devem ser registradas em cadernetas adequadas ao tipo de operação e anotadas à tinta ou em arquivos eletrônicos dos equipamentos utilizados.



Os cálculos altimétricos devem ser desenvolvidos segundo roteiro convencional, processados, em princípio, nas próprias cadernetas de campo. Se utilizadas calculadoras eletrônicas com saída em impressora ou computador, suas saídas impressas devem registrar os dados de entrada, resultados e outros elementos característicos.

4.3 Levantamento de Detalhes

No levantamento de detalhes, a determinação da poligonal é absolutamente indispensável, pois serve de base à determinação dos pontos de detalhes. As operações clássicas destinam-se à determinação das posições planimétrica e altimétrica dos pontos que constituirão a representação do terreno. Essas operações devem conduzir simultaneamente à obtenção da planimetria e da altimetria; deve-se proceder separadamente se as condições especiais do terreno ou exigências da exatidão assim obrigarem.

O método mais completo é o da irradiação, destinado à obtenção planimétrica e altimétrica dos pontos de detalhe.

As poligonais básicas, secundárias e auxiliares ao longo do trecho a ser levantado devem permitir a coleta, direta ou indireta, por irradiação dos detalhes planialtimétricos. Estes detalhes devem permitir a representação topográfica da área em seu aspecto geral e com as representações dos acidentes naturais e artificiais presentes, tais como: córregos, cercas, valetas, estradas, caminhos, postes, edificações, árvores isoladas de grande porte, cantos de quadra, tampões e outros julgados importantes.

O levantamento altimétrico dos pontos de detalhes deve ser executado em função dos cálculos trigonométricos resultantes das medidas efetuadas e armazenadas em cadernetas manuais ou eletrônicas, a partir das referências de nível do apoio topográfico medindo os desníveis dos vértices das poligonais auxiliares e pontos irradiados.

Todos os elementos observados, como ângulos e distâncias, devem ser registrados em cadernetas apropriadas ou cadernetas eletrônicas. Devem ser desenhados esboços completos e proporcionais dos detalhes a serem representados, com a indicação dos pontos visados e as medições complementares de distância, destinados à verificação ou mesmo à finalização do trabalho do levantamento. A boa ordenação dos elementos colhidos em campo é indispensável ao desenho correto e completo da planta que, normalmente, é efetuada por operadores diferentes. Os cálculos devem ser executados utilizando-se softwares topográficos específicos.

4.4 Levantamentos Complementares



4.4.1 Locação e Nivelamento Geométrico de Sondagens

Com as mesmas especificações do levantamento de detalhes a partir do apoio topográfico, procede-se a amarração e o nivelamento geométrico dos furos executados ou dos furos projetados com base no plano de sondagem.

Todos os pontos de sondagem devem ser materializados por piquetes de madeira, com estacas testemunhas que os identifiquem.

4.4.2 Levantamento e Nivelamento Geométrico de Vias Existentes na Faixa do Levantamento Topográfico, nos Locais Indicados pelo Projeto Funcional

Deve ser implantado um eixo a ser levantado com as mesmas especificações do levantamento de detalhes a partir do apoio topográfico. Devem ser obtidas por nivelamento geométrico as cotas do eixo e das bordas correspondentes da pista, aproximadamente a cada 20 m, de modo a serem reconstituídos os pontos notáveis das curvas e outros elementos característicos da via existente.

4.4.3 Levantamento e Amarração de Interferências Aéreas

Deve-se locar e nivelar o eixo indicado pelo projeto funcional com as mesmas especificações do levantamento de detalhes a partir do apoio topográfico. A partir do eixo locado deve-se levantar todas as travessias aéreas que venham a interferir no projeto.

No caso das linhas de transmissão, o levantamento deve possibilitar a elaboração dos perfis, nas escalas horizontais 1:1000, das linhas de transmissão, indicando seus pontos notáveis em suas travessias sobre a faixa de levantamento e, das seções transversais desta faixa, incluindo *off-sets* nesses trechos de travessia.

Os pontos notáveis das linhas de transmissão nas suas travessias sobre a faixa do levantamento topográfico, referentes à catenária do cabo mais baixo, são:

- os de sua fixação na torre;
- os de mais baixa altitude, visualmente perceptíveis;
- o que se projeta sobre o eixo da via projetada;
- os dos pontos que se projetam sobre as linhas definidoras da faixa de domínio da via projetada.

Após a amarração ortogonal das projeções desses pontos notáveis ao eixo da via projetada, as altitudes dos pontos devem ser determinadas por nivelamento trigonométrico, a partir de pontos deste eixo ou de outros quaisquer, desde que se conheçam suas cotas em



relação ao apoio topográfico altimétrico.

O nivelamento trigonométrico dos pontos de catenária das linhas de transmissão deve seguir as seguintes prescrições:

- comprimento máximo de visada: 150 m;
- instrumental: estação total para as medidas angulares verticais e trena de 2 m para as medidas das alturas da estação total;
- procedimento: uma série de leituras conjugadas.

Os elementos colhidos em campo devem ser apresentados em plantas na mesma escala do levantamento topográfico, 1: 1000 ou 1: 500, com a localização e dados da amarração dos postes, torres e referências das catenárias devidamente caracterizadas por sua numeração, finalidade, material e número de cabos que sustenta.

4.4.4 Cadastro de Redes de Águas Pluviais e Redes de Esgotos

O cadastro de bueiros, bocas de lobo, poços de visita, tubos, terminais de limpeza e outros dispositivos devem ser realizados com as indicações de:

- Traçado e identificação da rede;
- Profundidades, caso possível;
- Posicionamento, tipo de construção, dimensões e alturas inferiores e superiores da caixas de inspeção;
- Dimensões e materiais das tampas;
- os dos pontos que se projetam sobre as linhas definidoras da faixa de domínio da via projetada.

4.4.5 Levantamento de Seções Batimétricas

Este serviço tem por objetivo a obtenção de seções batimétricas do leito submerso de rios, canais, lagos, reservatórios etc.

O serviço de batimetria compreende somente o levantamento do leito submerso. O complemento da seção, quando for o caso, deve ser levantado topograficamente pelo método usual.

4.4.5.1 Apoio topográfico e implantação

Partindo-se dos pontos referidos no item 4.3, devem ser cravados marcos em condições



seguras e de fácil acesso nas extremidades das seções a serem levantadas.

Os marcos devem estar posicionados em lugares estáveis, seguros e de fácil acesso.

As réguas limnimétricas devem ser instaladas em locais de acesso fácil ao nivelamento, de maneira que fiquem estáveis e de modo que as leituras não sejam perturbadas pela movimentação da água.

a) levantamento de seções por sondagem

- a. A batimetria por sondagem pode ser realizada por um dos dois métodos usuais: empregando-se o ecobatímetro ou o cabo de aço graduado de metro em metro entre os marcos extremos de cada seção.

b) Ecobatímetro

- a. A ecobatimetria deve ser realizada por equipamento de registro contínuo, instalado em embarcação de dimensões e velocidade adequadas às condições locais.
- b. Com uso de ecobatímetro de registro contínuo serão aceitas duas leituras para cada seção transversal e duas leituras em seções longitudinais, a cada passagem do barco pela régua limnimétrica.
- c. Quando a seção batimétrica a ser levantada for complemento de um outro trabalho topográfico, esta deve ser posicionada no mesmo referencial de tal trabalho.
- d. As réguas limnimétricas devem ser instaladas em cada seção. Deve ser determinada sua altitude ou cota por nivelamento geométrico, permitindo a leitura do nível da água, N.A.
- e. As leituras do N.A. devem ser anotadas para cada sondagem, em cada seção. Conjuntamente devem ser anotados: hora, dia, mês e ano para cada leitura.
- f. Tratando-se de determinação de volume de reservatório, devem ser implantadas seções transversais a uma linha base paralela e eqüidistante em 10 m ou 20 m, a critério da fiscalização.
- g. O ecobatímetro deve ter registro contínuo de dados e desvio padrão de, no máximo, 0,5% na medida da profundidade.
- h. O sistema de posicionamento do ecobatímetro deve ter precisão melhor que 2 m.

c) cabo de aço

- a. Na batimetria por sondagem a cabo, este deve ser graduado de metro em metro



entre os marcos extremos localizados nas margens do lago ou rio, em locais seguros e de fácil acesso. A medida da lâmina d'água deve ser realizada com o auxílio de uma embarcação orientada pelo cabo.

- b. Os intervalos entre os pontos de sondagem devem ser de 2% do comprimento da seção. Para seções cujo comprimento for menor que 100 m, o intervalo deve ser de 2 m, a critério da fiscalização.
- c. As réguas limnimétricas devem ser instaladas em cada seção. Deve ser determinada sua altitude ou cota por nivelamento geométrico, permitindo a leitura do nível da água, N.A.
- d. As leituras do N.A. devem ser anotadas para cada sondagem, em cada seção. Conjuntamente devem ser anotados: hora, dia, mês e ano para cada leitura.

4.4.5.2 Trabalhos de escritório

Deve ser elaborado um desenho topográfico que contenha a planta de localização e todas as seções levantadas e seus perfis, elaborados em conformidade com esta especificação.

Na disponibilidade de perfis de projeto ou de as built, os perfis das seções levantadas devem ser sobrepostos.

O relatório técnico final, apresentando os desenhos topográficos, deve conter ainda a informação do NA com a respectiva data e hora e com as altitudes e coordenadas dos marcos extremos de cada seção.

4.4.6 Levantamento de Área de Empréstimo e Depósito de Material Excedente

O apoio topográfico planialtimétrico constitui-se por uma base retilínea, que forma o eixom do levantamento, piqueteada de 20 m em 20 m. A base deve passar no centro da área a ser levantada e deve ser implantada segundo sua direção de maior dimensão.

Os pontos intervisíveis definidores do eixo do levantamento, situados fora da área de aproveitamento, devem estar materializados por marcos de concreto.

Sempre que possível um dos marcos definidores do eixo do levantamento e o próprio eixo devem estar amarrados ao apoio topográfico do levantamento da via em construção, por poligonação, para efeito da utilização do levantamento no contexto geral das folhas topográficas.

O levantamento planialtimétrico dos detalhes deve ser executado pela amarração dos detalhes considerados importantes aos piquetes do eixo do levantamento por irradiações, ou, conforme sua localização, ortogonalmente ao eixo ou às seções transversais ao eixo.



O nivelamento geométrico simples para o levantamento dos pontos de detalhes e de sondagem deve partir e chegar a marcos ou piquetes distintos da linha base, com tolerância de fechamento, em milímetros, de $20\sqrt{k}$, onde k é o comprimento da linha nivelada, em km.

A planta deve ser desenhada na escala 1:1.000 e, as seções transversais nas escalas 1:1000 na horizontal e 1:100 na vertical.

A planta de situação da área de aproveitamento em relação ao trecho mais próximo da via, ou de sua localização em documentação cartográfica existente da região, deve figurar na planta do levantamento, dentro de uma escala reduzida, com a caracterização de sua identificação e ligação com as vias existentes na região.

As poligonais utilizadas para determinação das seções da área de aproveitamento devem ter a precisão das poligonais auxiliares, conforme a situação.

4.5 Original Topográfico

Os elementos colhidos em campo, devidamente calculados e compensados, devem ser colocados em gabinete na escala pré-determinada, através de software específico de topografia, onde esses arquivos devem ser desenhados em programas de AutoCAD).

Todos os pontos de detalhes e pontos de poligonais com suas respectivas coordenadas e altitudes devem configurar no arquivo de desenho.

Os pontos de detalhes devem apresentar suas altitudes assinaladas até o centímetro e os pontos das poligonais, quando niveladas geometricamente, devem apresentar suas altitudes e coordenadas assinaladas até o milímetro.

O relevo deve ser representado por curvas de nível, com eqüidistância de 1 m em 1 m, a partir dos pontos de detalhes e pontos da poligonal que definam as mudanças de greide do terreno.

4.6 Representação Gráfica – Desenho Final

A representação gráfica do levantamento topográfico deve ser obtida através de desenhos topográficos executados em cores, respeitando os padrões de layer, penas e configurações em extensão "*.dwg".

A toponímia, os números e outras referências devem ser desenhados com o auxílio de um programa gráfico em AutoCAD, respeitando as configurações e layers padrão ABNT.

Os pontos cotados necessários devem ser representados para a complementação da representação do relevo pelas curvas de nível, eqüidistantes de 1 m no caso das curvas



intermediárias e de 5 m para as curvas principais, com indicação das principais. Deve haver um mínimo de 16 pontos por hectare.

As plantas devem ser apresentadas no formato A-1, com área útil para desenho de 0,5 m x 0,6 m, com representação de quadrículas de 0,1 m de lado e, com as convenções e dizeres, margem e rodapé.

Devem constar nas plantas todos os detalhes relacionados às edificações em geral, movimentos de terra, cortes e aterros, hidrografia e drenagem, vegetação, obras de arte, linhas divisórias, linhas de comunicação e distribuição de energia elétrica, muros e cercas, avenidas, ruas, praças, quintais sem árvores, áreas de favelas e outros julgados importantes.

Devem constar nas plantas as altitudes assinaladas até 1 cm dos pontos importantes, tais como bifurcações e interseções de vias, passagens de nível, cabeceiras de pontes e viadutos, depressões, talwegues e cumes de elevações, pontos de mudança de greide, início e fim de logradouros sem cruzamentos.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos nas diferentes disciplinas de projeto, os desenhos devem ser elaborados utilizando cores de 1 a 8, para plotagem em preto, além de hachura, com a exceção dos desenhos de topografia.

Para a topografia admitem-se apenas cores de 1 a 4, para plotagem em cores. Os elementos de vegetação devem estar na cor 90 e os de hidrografia na cor 130. Para as curvas de nível devem ser utilizadas as cores: 45 para curvas intermediárias e 20 para as principais.

As curvas de nível mestras devem ter as suas altitudes assinaladas nas plantas. No caso de poucas curvas mestras, as secundárias também devem ter suas altitudes assinaladas.

Os vértices das poligonais do apoio topográfico e as referências de nível devem estar locados nas plantas, as quais devem apresentar suas altitudes assinaladas até o milímetro.

Devem ser identificados nas plantas, por sua nomenclatura, os edifícios públicos, ruas, praças, escolas, os principais estabelecimentos industriais, comerciais e bancários, hotéis, postos de gasolina, igrejas e cemitérios.

Quando a área de levantamento exceder a área útil do formato A-1 em função da escala, deve ser criado um arquivo geral, dividido em folhas individuais, integrando um único arquivo.

O arquivo único deve ser editado de forma a unir as entidades seccionadas a fim de torná-las contínuas, quando em linhas, e fechadas quando o início e o fim das entidades coincidirem.

O tamanho do arquivo único deve ser determinado em comum acordo com a executante e a fiscalização.

Também deve ser fornecido a modelagem do terreno em BIM como forma de servir de



base para a modelagem dos projetos de contenção do terreno e do projeto estrutural do muro de fechamento.

A representação final deve ser feita de forma digital e assinada segundo a orientação da fiscalização. Os desenhos devem ser apresentados em papel sulfite, na cor branca, com

Os nomes dos arquivos devem ser compostos pelo código do documento, conforme instruções contidas no **Anexo XX – Orientações técnicas em BIM**.

No caso de imagens incorporadas no desenho, os arquivos magnéticos das imagens devem ser entregues juntamente com o do projeto e nomeados com o mesmo critério, substituindo-se a indicação de revisão pelas letras FDY, onde Y é uma numeração seqüencial.

Devem ser entregues a fiscalização todos os documentos definitivos em meio digital, através de CD, Compact Disc, ou similar. Todos os arquivos necessários à reprodução do documento aprovado devem constar no CD. Para cada documento de entrega oficial devem ser entregues os arquivos com as seguintes extensões: “*.dwg”, “*.plt” e “*.pdf”.

4.7 Controle de Qualidade do Levantamento Topográfico

O controle de qualidade é realizado pela fiscalização, verificando o cumprimento destas especificações e normas gerais nas suas diversas fases, através das seguintes inspeções:

- em campo, quanto aos métodos, processos e instrumentais utilizados nas medições de distâncias, ângulos e desníveis; na implantação de marcos planimétricos, referências de nível e no levantamento de detalhes;
- no escritório, nas cadernetas eletrônicas, folhas de cálculo e compensação dos elementos colhidos no campo referentes às operações mencionadas anteriormente;
- na elaboração do original topográfico quanto à base empregada, quadriculagem, locação dos vértices e referências de nível do apoio topográfico; densidade, locação e interpolações de pontos altimétricos e traçado das curvas de nível, a partir dos pontos definidores do relevo do terreno, controlados pelas altitudes das referências de nível;
- em escritório, na elaboração do desenho final das plantas, quanto à base empregada, convenções, espessura dos traços, dizeres, margem e rodapé, toponímia, identificação dos detalhes e outros julgados importantes.

Nenhuma fase do levantamento topográfico deve ser iniciada sem que a fase anterior esteja aprovada pela fiscalização. Consideram-se fases do levantamento topográfico:



- cálculo e compensação das poligonais básicas e secundárias e nivelamento geométrico para implantação do apoio topográfico;
- cálculo e compensação das poligonais auxiliares, cálculo trigonométrico das irradiações e cálculo e compensação dos nivelamentos geométricos das poligonais;
- elaboração do original topográfico;
- elaboração das plantas do levantamento topográfico.

Para a verificação da exatidão do levantamento na parte planimétrica devem ser escolhidos pontos de detalhes representados e distribuídos uniformemente no original topográfico. As distâncias entre os pontos devem ser medidas no original topográfico e no terreno com as mesmas especificações para a medição de distâncias do apoio topográfico.

A comparação das distâncias do apoio topográfico e a das distâncias medidas no original topográfico e no terreno dão origem a erros que devem ser inferiores à tolerância fixada, permitindo, como ensina a teoria dos erros, que certa porcentagem desses erros não ultrapasse o valor da tolerância.

Para melhor definir a precisão planimétrica do levantamento, deve-se determinar o valor do erro médio das distâncias medidas de “m” pela expressão do item 3.

O valor de “m” não deve ultrapassar 0,280 m na escala 1:1000 ou 0,140 m na escala 1:500.

As tolerâncias devem ser $0,280 \text{ m} \times 1,6449 = 0,460 \text{ m}$ e $0,140 \text{ m} \times 1,6449 = 0,230 \text{ m}$, respectivamente para as escalas 1:1000 e 1:500. Isso significa que somente 10% dos erros das distâncias testadas podem ultrapassar esses valores, ou seja, há a probabilidade de 90 % das medidas estarem de acordo com a tolerância correspondente a 1,6449 vezes o erro médio.

Para a verificação da exatidão das curvas de nível deve-se obter, em planta, as altitudes dos pontos identificáveis no terreno, convenientemente distribuídos na área do levantamento.

Em seguida, a partir das referências de nível do apoio topográfico, nivelá-los geometricamente com as mesmas especificações do levantamento de detalhes.

O erro médio obtido pela comparação das altitudes em planta e no campo não deve exceder 0,330 m. Somente 10 % das discrepâncias das comparações podem exceder $0,33 \text{ m} \times 1,6449 = 0,55 \text{ m}$, ou seja, aproximadamente meia equidistância.

A fiscalização tem como objetivo assegurar o desenvolvimento do levantamento topográfico segundo estas especificações técnicas e normas gerais.

A fiscalização deve fornecer à executante do levantamento, orientação e todos os



elementos técnicos julgados indispensáveis ao início e desenvolvimento dos trabalhos.

Especificamente, devem ser inspecionados, nos desenvolvimentos das poligonais: croquis com a localização dos vértices materializados e a qualidade de sua materialização, comprimento total, comprimentos dos lances e número de estações, conexão ao apoio geodésico, instrumental, origem das séries de leituras conjugadas nas medições angulares e o afastamento das observações das direções em relação ao seu valor médio calculado, comparação das medidas das distâncias nas séries de leituras recíprocas e, no cálculo, os fechamentos angulares e em coordenadas, após a compensação angular, e o erro médio, após a compensação linear.

Devem ser inspecionados:

- nas irradiações para o levantamento de detalhes: o instrumental, as medições angulares com leituras conjugadas, direta e inversa, e as medições da discrepância para o valor médio calculado;
- nos nivelamentos geométricos: a conexão ao apoio superior com a verificação dos cumprimentos das seções referentes as RRNN de partida e de chegada, nivelamento e contra nivelamento em horários distintos, alturas das visadas acima do solo, leituras dos três fios e a divergência entre superior-médio e médio-inferior, eqüidistância dos níveis às miras e distância máxima entre eles, número par de estações numa seção, alternância das miras e diferença acumulada da distância entre nível e mira, diferença entre nivelamento e contranivelamento acumulada nas seções e linhas, valor máximo para a razão entre discrepâncias acumuladas e o perímetro de um circuito, quando for o caso, e o erro padrão após o ajustamento;
- nos cálculos, a transcrição dos elementos observados das cadernetas para os formulários; no caso de calculadoras eletrônicas programáveis com impressora ou computador, devem ser inspecionados os registros impressos dos dados de entrada e de saída e a comparação dos resultados com os valores máximos aceitáveis especificados como tolerâncias;
- na elaboração do original topográfico: a qualidade da base, a precisão do quadriculado, o instrumental, a continuidade e qualidade do traçado dos detalhes e das curvas de nível e a densidade dos detalhes locados;
- na elaboração das plantas: formato e esquema de articulação, qualidade do desenho, convenções, orientação e dados marginais.



4.8 Produtos do Levantamento Topográfico

- elementos colhidos pelas cadernetas eletrônicas e coletoras de dados;
- esquemas dos desenvolvimentos poligonais e nivelamentos geométricos com posicionamento dos marcos planimétricos e referências de níveis implantados;
- fichas individuais com croquis e descrição de itinerários; materialização e elementos identificadores dos marcos planimétricos e referências de níveis implantados;
- vértices de origem;
- RRNN de origem;
- memorial técnico;
- listas de coordenadas e atitudes dos marcos planimétricos e referências de nível implantados;
- originais topográficos;
- plantas e seu esquema de articulação.

5 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido de acordo com esta especificação, levando-se em consideração o tipo de serviço topográfico executado, conforme a sua designação e a respectiva unidade do item empregado.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são remunerados integralmente conforme os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: equipamentos de precisão com todos os acessórios necessários com fornecimento de dados em meio magnético ou papel, equipe especializada de mão de obra com encargos sociais, BDI, materiais e serviços necessários para a execução conforme especificações técnicas.



6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM, Levantamento Topográfico, Batimetria e Cadastro. São Paulo, junho de 2006.
2. IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Especificações e Normas Gerais para Levantamento Geodésico. Resolução PR nº 22 (21/07/1983). <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pdf/bservico1602.pdf>.
3. ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133. Execução de Levantamento topográfico. Rio de Janeiro, maio de 1994.