

# INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS

## CAPÍTULO 3

### 1 INTRODUÇÃO

A construção de cortes e aterros em uma estrada não pode ser resumida simplesmente em executar as operações de terraplenagem dentro de uma feição puramente de conformação geométrica do corpo estradal, seguindo o projeto geométrico da estrada (horizontal, vertical e em seção transversal), reservando para a ocasião da pavimentação o reconhecimento do terreno do subleito (terreno de fundação do pavimento) e de jazidas de materiais utilizáveis. Tal procedimento, comum no passado, quando da execução da terraplenagem manual, acarretava problemas tais, como, por exemplo, dificuldade na seleção de materiais para a construção de aterros e do próprio subleito, levando, muitas vezes, à utilização inadequada destes mesmos materiais. Tal forma de agir favorecia, conseqüentemente, ao surgimento de surpresas desagradáveis, como é fácil evidenciar, na classificação dos materiais escavados, na construção de aterros sobre camadas de solos moles, na construção de taludes de cortes em encostas situadas em zonas de solos talosos, dentre outros, invalidando orçamentos feitos, além de promover alterações no cronograma físico-financeiro.

Realça-se, portanto, a necessidade das investigações geológicas e geotécnicas, quer visando à classificação dos materiais para a terraplenagem mecanizada, informações que embasem os projetos das fundações de obras de arte correntes de obras de arte e especiais, das recomendações construtivas durante as operações de terraplenagem (substituição de solos moles nos trechos em corte, por exemplo, por solos selecionados com melhores características geotécnicas para servirem de subleito; construção de bermas de equilíbrio em zonas com aterros muito altos, etc.), assim como na seleção de materiais para serem empregados na execução da estrutura do corpo do pavimento, dentre outros aspectos técnicos.

As investigações geológicas e geotécnicas para fins de engenharia rodoviária são desenvolvidas em duas fases, sendo a primeira denominada de **Fase Preliminar** ou de **Projeto Básico de Engenharia**, enquanto que a segunda recebe a denominação de **Fase Definitiva** ou de **Projeto Executivo de Engenharia**. Estas investigações, segundo os escopos básicos e normas de procedimentos para projetos de engenharia rodoviária do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), são denominadas de **Estudos Geológicos** e **Estudos Geotécnicos**.

### 2 INVESTIGAÇÕES PRELIMNARES

#### 2.1 Estudos geológicos

Conhecendo-se o traçado preliminar da estrada, os estudos geológicos iniciais constarão das seguintes etapas:

- ✓ Pesquisa sobre a existência de mapas geológicos da região atravessada pela estrada, trabalhos geológicos já executados na região, bem como toda a espécie de informação disponível sobre a região;

- ✓ Interpretação de fotografias aéreas existentes, visando, sobretudo, identificar as zonas de solos compressíveis, zonas de serras, cursos d'água, a localização das ocorrências de materiais de construção (pedreiras, areais, jazidas de argila, depósitos de água, etc.).

Estes estudos são conduzidos por um geólogo experiente que, com base nas indicações dos estudos realizados em escritório, desenvolve investigações de campo, mesmo em nível expedito, preliminar, numa apreciação geral sobre a geologia da região a ser atravessada pela futura estrada.

As informações coletadas deverão possibilitar a apresentação de um plano de investigações adicionais, a ser executado em fase posterior de investigação, no nível de elaboração do **Projeto Executivo de Engenharia** do empreendimento rodoviário. Estes estudos preliminares deverão indicar:

- ✓ Geomorfologia do trecho estradal (processos erosionais predominantes);
- ✓ Caracterização, formação dos solos encontrados, se residuais ou transportados, bem como idéias gerais sobre a sua natureza (orgânicos ou inorgânicos);
- ✓ Tipos de rochas que deverão ser encontradas, principalmente as que poderão ser utilizadas como materiais de construção, etc;
- ✓ Referências especiais às zonas de ocorrência de “talus”, ou “coluviões”, bem como de encostas instáveis que poderão interferir no traçado definitivo;
- ✓ Referências especiais ao regime de águas subterrâneas da região, principalmente nas encostas. Deve-se caracterizar a profundidade de ocorrência do lençol freático, investigando até 1,50 metros abaixo do provável greide de terraplenagem;
- ✓ Caracterização de zonas planas de várzeas cheias de material argiloso mole, compressíveis, objetivando informações para o estudo da estabilidade dos aterros a serem construídos nestas zonas;
- ✓ Caracterização de regiões básicas de solos de formação eólica (dunas ou depósitos instáveis de solos arenosos), com referências sobre a instabilidade ou não destas formações;
- ✓ Caracterização de fundo de grotas onde possam ocorrer solos de má qualidade para fundação de obras de arte corrente (obras de drenagem);
- ✓ Cursos d'água interferentes no traçado da estrada, visando ao reconhecimento do subsolo para fins de fundação de pontes, bueiros, pontilhões, etc.;
- ✓ Referências sobre zonas de fundação para muros de arrimo;
- ✓ Indicação das localizações de ocorrências de materiais para serem utilizados na construção da infraestrutura estradal, (empréstimos laterais e concentrados), das obras de arte da estrada (correntes e especiais), bem como na construção da superestrutura rodoviária (pavimento).

## 2.2 Estudos geotécnicos

De posse das informações preliminares dos estudos geológicos é desenvolvido um programa de investigação geotécnica, também de natureza preliminar. Estes estudos geotécnicos constarão de sondagens e coletas de amostras representativas de materiais no campo, bem como da realização de ensaios tecnológicos, ditos geotécnicos, os quais serão executados de acordo com manuais e métodos de ensaios aprovados pelo órgão rodoviário contratante (no caso federal, **DNIT**; estadual, **DERBA**.).

Na fase de Projeto Básico de Engenharia os estudos geotécnicos possuem como objetivos básicos:

- **ESTUDO DO SUBLEITO**

O subleito de uma rodovia é constituído pela porção do terreno imediatamente abaixo da superfície obtida pela plataforma de terraplenagem e situada até uma profundidade tal que as pressões das cargas do tráfego distribuídas pelas camadas do pavimento possam ser consideradas praticamente nulas. Portanto, o subleito se constitui no terreno de fundação do pavimento rodoviário, tendo na porção superior da infraestrutura estradal (os últimos sessenta (60) centímetros do corpo do aterro), sua principal zona de absorção das tensões atuantes.

Uma vez que comumente uma estrada de rodagem atravessa diversas regiões, onde ocorre uma grande variedade de tipos de rochas e solos, há a necessidade de um estudo amplo e completo destes materiais, a fim de se projetar o pavimento da rodovia em termos de espessura total e a quantidade de camadas e suas respectivas espessuras.

Os passos desenvolvidos no estudo do subleito são os seguintes:

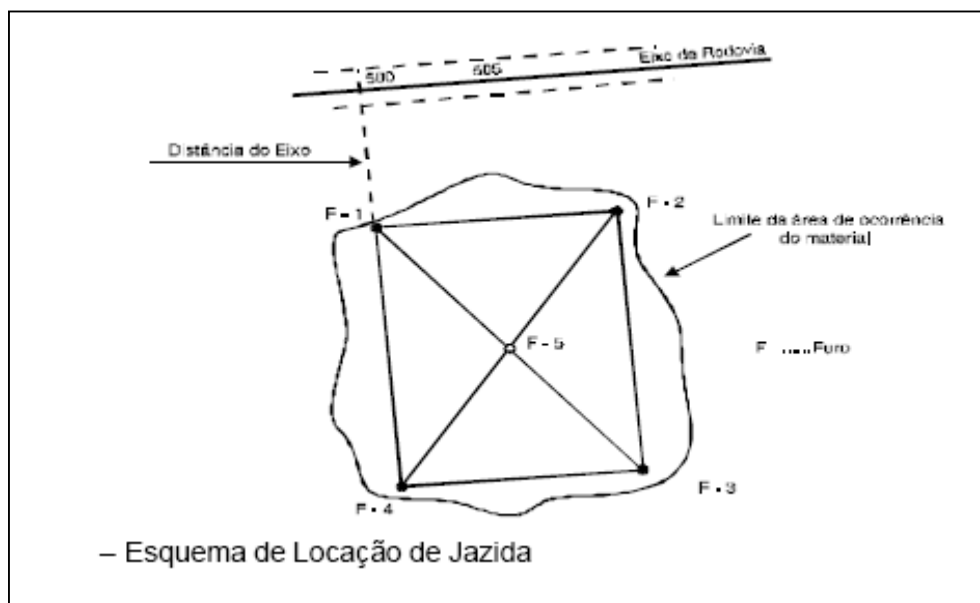
- ✓ Ao longo do traçado da estrada serão executadas sondagens de simples reconhecimento, nos pontos mais altos da crista dos cortes, situadas a cada intervalo de cerca de 1000 metros, atingindo profundidade compatível com a possível cota do greide de terraplenagem (eixo geométrico do projeto vertical da estrada) no local que permita identificar as diversas camadas de solos encontrados em subsuperfície. No caso de impossibilidade de coleta de amostras nos pontos mais altos da crista dos cortes, serão executadas duas sondagens por corte, próximas aos pontos de passagem (PPs) das regiões de aterro para corte, assim como de corte para aterro, prospectando até aproximadamente atingir a profundidade da possível cota do greide de terraplenagem. As amostras coletadas em cada furo de sondagem, nos diversos horizontes de ocorrência do material escavado, serão objeto de ensaios de caracterização (granulometria, limites de liquidez e de plasticidade), de compactação, massa específica dos solos no estado natural e de Índice de Suporte Califórnia (CBR);
- ✓ Quando da execução dos furos de sondagem deve-se registrar a profundidade do lençol freático, caso exista;
- ✓ Deverão ser executadas, no mínimo, três sondagens à pá e picareta, nas seções centrais das gargantas atravessadas pelo traçado rodoviário, com o objetivo da definição da profundidade da rocha existente, espessura da camada de solo e a classificação dos materiais a serem terraplenados;

- ✓ Deverá ser registrada a espessura média das camadas de solos moles nas zonas de solos compressíveis, tais como em terrenos turfosos, pantanosos, de mangue e outras ocorrências de má qualidade consideradas como terreno de fundação, onde exista a possibilidade da ocorrência de recalques de aterro e das fundações de O.A.C;
  - ✓ Deverá ser elaborado um perfil geológico-geotécnico ao longo do eixo geométrico de projeto vertical da estada, possibilitando a fácil leitura e interpretação das informações disponibilizadas graficamente.
- **ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS PARA EMPREGO NA PAVIMENTAÇÃO**

As ocorrências de materiais com possibilidade de serem indicadas na construção dos aterros durante as operações de terraplenagem e no Projeto Executivo de Engenharia da superestrutura viária, definidas nos estudos geológicos preliminares e ou a partir de informações locais sobre a ocorrência de quaisquer materiais que apresentem qualidades geotécnicas aproveitáveis na execução da estrutura do pavimento rodoviário, serão prospectadas preliminarmente com uma avaliação, aproximada, do volume das jazidas.

Todas as amostras representativas recolhidas por horizonte de material serão submetidas aos ensaios de caracterização (granulometria, limites de liquidez e de plasticidade), de compactação, de massa específica aparente dos solos no estado natural (“densidade in situ” e de ISC, posteriormente sendo classificadas segundo os critérios do **Sistema da AASHTO – Classificação T.R.B** e do **Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)**).

A realização da prospecção preliminar é feita pela execução de quatro (4) furos que contenham aproximadamente o perímetro do depósito sedimentar, adicionando-se mais um furo central, com coleta de amostras representativas de todos os horizontes ocorrentes, ou quando o horizonte ultrapassar de 1 metro deve-se coletar amostra representativa para cada metro de espessura. A Figura 1 ilustra uma ocorrência de solo e sua amarração em relação ao eixo geométrico de projeto.



**Figura1:** jazida prospectada preliminarmente

Em função dos resultados dos ensaios geotécnicos será definida a possibilidade de seu aproveitamento, obedecidas às especificações técnicas do **DNIT**.

De cada uma das pedreiras indicadas nos estudos geológicos será feita amostragem para realização de ensaios tecnológicos de granulometria, resistência ao desgaste por abrasão Los Angeles, adesividade a produtos betuminosos, durabilidade, dentre outros.

Nos areais selecionados serão coletadas amostras representativas para a realização de análises granulométricas, teor de matéria orgânica, equivalente de areia, etc. em quantidades suficientes para a definição de seu aproveitamento e o estabelecimento do volume aproveitável.

Todas as ocorrências serão mapeadas e amarradas topograficamente em relação ao eixo geométrico de projeto da estrada, de modo que sejam facilmente localizadas na fase de estudos definitivos.

A finalidade das investigações preliminares é proporcionar ao construtor um conjunto de informações quanto à natureza e ao tipo dos solos sobre os quais os aterros serão executados e a influência que terão as operações de construção nos solos existentes por detrás dos taludes e por baixo dos aterros. Estas informações técnicas permitirão escolher materiais adequados para os aterros e tratar de rejeitar os materiais inadequados, orientarão o projeto e a locação das valetas de proteção, dos drenos e dos bueiros, indicarão a necessidade e qual o tipo de tratamento do subleito e orientação quanto ao tipo e ao dimensionamento do pavimento.

### **3 INVESTIGAÇÕES DEFINITIVAS**

#### **3.1 Estudos geológicos**

De acordo com as conclusões e recomendações dos estudos desenvolvidos na fase preliminar das investigações geológicas, contidas no **Projeto Básico de Engenharia**, o detalhamento na fase definitiva constará de:

- ✓ Mapeamento geológico em nível de detalhe da área a ser atravessada pela futura estrada, indicando: a localização das ocorrências de materiais de construção e as informações disponíveis a elas referentes; as zonas de solos talosos; as zonas de depósitos sedimentares, inclusive especificando a espessura das camadas; as áreas de solos compressíveis; as zonas de rochas aflorantes, com seus aspectos estruturais, tais como, direção e mergulho da camada, de xistosidade, das fraturas, etc; orientação do nível médio do lençol freático; localização das zonas de instabilidade de encostas e que necessitem de estudos especiais voltados para a busca da estabilidade, etc.
- ✓ Descrição geológica da região estudada, contendo aspectos geomorfológicos, clima, vegetação, processos erosionais, hidrogeologia, etc;
- ✓ Recomendações quanto aos problemas construtivos da rodovia decorrentes da formação geológica da região, tais como recomendações para cortes e aterros em zona de ocorrência de solos tipo “talus”, para a construção de aterros em zona de solos compressíveis, etc.

#### **3.2 Estudos geotécnicos**

Na Fase Definitiva, de elaboração do **Projeto Executivo de Engenharia**, os estudos geotécnicos constarão de:

- **Estudo do subleito**

Após a execução da terraplenagem e ao longo da locação do eixo geométrico de projeto serão executados furos de sondagem a pá e picareta, seguida da coleta com retirada de amostras representativas para realização de ensaios de caracterização do material situado até 1 metro abaixo do greide de terraplenagem, definindo o perfil geotécnico do terreno ao longo do corpo estradal. Prescreve o **DNIT** que as sondagens serão realizadas com espaçamento de 100 metros em 100 metros e nos intervalos, quando houver variação nas características do material prospectado. Estes poços de sondagem serão executados no eixo projetado para a situação de trechos virgens; no caso de trechos já implantados, os poços serão escavados alternadamente no eixo, bordo direito e bordo esquerdo, ao longo de toda extensão da estrada.

- **Ensaio geotécnicos de laboratório/campo**

Com o material coletado nas sondagens serão feitos os ensaios de granulometria, ensaios de consistência (limites de liquidez e de plasticidade), compactação, ISC e massa específica aparente do solo no estado natural (“densidade in situ”). Os dois primeiros ensaios serão executados para os poços escavados a cada 100 metros de espaçamento, enquanto que os três últimos em poços alternados.

- **Estudo de empréstimos para o corpo dos aterros**

Devido ao grande volume necessário de solos para a execução de aterros na construção de uma estrada e a conseqüente necessidade de barateamento dos custos de implantação, a seleção dos materiais para a constituição dos mesmos se prende fundamentalmente à disponibilidade de materiais a distâncias convenientes. A escolha, no campo, das áreas de empréstimos será feita em função das indicações contidas no Projeto de Terraplenagem.

As especificações do DNIT desaconselham o uso de solos contendo matéria orgânica, material diatomáceo ou micáceo, assim como de solos turfosos e argilas orgânicas, chegando a proibir os solos com baixa capacidade de suporte e com expansão superior a 4,0%. Estas recomendações são para o corpo do aterro, pois para a sua camada final, os últimos 60 cm, devem ser reservados os melhores solos disponíveis e limita-se a expansão a taxa máxima de 2,0 %. Quanto ao grau de compactação a ser alcançado, exige-se indistintamente para todos os materiais a serem utilizados na construção do corpo do aterro, 95% da massa específica aparente seca máxima, segundo o ensaio **DNER ME-47-64**. Para a camada final de solo a ser utilizada nos últimos 60 cm do aterro (subleito), exige-se 100% da massa específica aparente seca máxima, obtida no mesmo ensaio. Para a apreciação do grau de compactação exige-se na construção do corpo do aterro que o espalhamento do material solo seja executado em camadas individuais com espessura máxima de 30 cm (solo solto a ser compactado) e, na camada final, espessura de espalhamento de 20 cm.

Nos locais onde forem previstos empréstimos laterais, os furos para coleta de amostras para serem ensaiadas serão localizados, em princípio, no eixo dos empréstimos. A distância longitudinal entre os furos de sondagem será de 100 metros e a profundidade de prospecção será igual à prevista para o empréstimo.

Onde forem previstos empréstimos concentrados, serão realizados, pelo menos, cinco furos, distribuídos pela área de empréstimo, com profundidade de prospecção igual à prevista para o empréstimo.

Os furos serão executados de maneira a que fiquem bem delimitadas as extremidades da área de empréstimo, sendo alguns distribuídos em seu interior a fim de se poder melhor caracterizar o material terroso.

De todos os furos serão coletadas amostras, nos diversos horizontes, as quais serão submetidas aos ensaios geotécnicos de caracterização, compactação, ISC e massas específicas.

Quer seja empréstimo lateral, quer seja concentrado, serão realizados ensaios de massa específica aparente do solo no estado natural (densidade "in situ"), de modo a ter elementos para definir o fator de empolamento a ser utilizado na planilha de cubação.

- **Estudo de ocorrência de materiais para a pavimentação**

De posse dos resultados da prospecção preliminar adquirem-se condições para decidir pela prospecção definitiva em um conjunto de jazidas que satisfaça com suficiente aproximação às condições impostas de volumes necessários e distâncias de transporte mais favoráveis.

No estudo de materiais para a pavimentação distinguem-se as jazidas de materiais terrosos (solos), de materiais pétreos e depósitos de areia.

Na ocorrência de materiais terrosos (solos), a prospecção definitiva se fará numa malha em que os furos distarão entre si de 30 metros e neles serão coletadas amostras representativas de todos os horizontes, ou de metro em metro quando o horizonte exceder a espessura de 1 metro, onde se farão ensaios de caracterização em todos os furos e o ensaio de ISC numa malha de 50 m. Obviamente que ensaios de massa específica aparente do solo no estado natural (densidade "in situ") também devem ser realizados.

Faz-se a avaliação dos resultados da prospecção definitiva mediante análises estatísticas, que auxiliam a separar horizontal e verticalmente em cada depósito os materiais aproveitáveis, com a conseqüente cubagem, para posterior confronto com as necessidades globais. Em caso de insuficiência quantitativa ou qualitativa, prossegue-se com a prospecção definitiva em situação de distância de transporte cada vez menos favorável.

Uma ocorrência será considerada satisfatória para ser utilizada na construção do pavimento da rodovia quando, pelo menos, parte dos materiais existentes satisfizer as especificações técnicas vigentes.

A quantidade mínima de materiais de ocorrência a serem reconhecidas para cada quilometra de pavimento da estrada, são aproximadamente as seguintes:

REGULARIZAÇÃO E REFORÇO DO SUBLEITO .....	2.500 M <sup>3</sup>
SUB-BASE .....	2.000 M <sup>3</sup>
BASE .....	2.000 M <sup>3</sup>
Areia .....	300 M <sup>3</sup>
Revestimento (pedreiras) .....	500 M <sup>3</sup>

## ❖ CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS GRANULARES EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DO PAVIMENTO RODOVIÁRIO: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações do **DNIT** estabelecem as seguintes exigências para os materiais terrosos a serem empregados nas camadas do pavimento:

### ✓ **Camada de Reforço do Subleito**

Poderão ser utilizados materiais terrosos que apresentem características geotécnicas com **CBR** ou Índice de Suporte (**IS**) inferior a 20% e superior ao valor adotado para o subleito.

### ✓ **Camada de Sub-base**

Materiais que apresentem **IS** ou **CBR** igual ou superior a 20% poderão ser empregados na construção deste tipo de camada do pavimento. A expansão deverá ser menor ou igual a 2% e Índice de Grupo igual a ZERO para qualquer tipo de tráfego.

### ✓ **Camada de Base estabilizada granulometricamente**

Materiais que apresentem **IS** ou **CBR** igual ou superior a 80%, expansão igual ou inferior a 0,5%, limite de liquidez máximo de 25%, Índice de Plasticidade máximo de 6% e equivalente de areia mínimo de 30 %.

Caso o limite de liquidez seja superior a 25% e ou o Índice de Plasticidade superior a 6%, o material pode ser empregado em camada de base desde que o equivalente de areia seja superior a 30%, satisfaça às condições de CBR e se enquadre nas faixas granulométricas apresentadas adiante.

Em camada de base poderá ser aceito o emprego de solos com **IS** ou **CBR** igual ou superior a 60%, desde que haja carência de materiais com melhor qualidade e que o período de projeto corresponda a um número de operações de eixo padrão (**N**) igual ou inferior a  $10^7$ .

Após a decisão final, quanto ao aproveitamento dos materiais granulares a serem utilizados na construção das camadas do pavimento, proceder-se-á a um mapeamento topográfico definitivo das ocorrências, com os detalhes necessários de situação, relevo da área, acesso e distância em relação ao eixo da estrada projetada, constando também as utilizações dos materiais nas camadas a que vão servir. Além das plantas individuais de cada ocorrência, na quais se delimitam as áreas dos materiais aproveitáveis, devem-se apresentar os perfis geotécnicos correspondentes.

Nas ocorrências de materiais pétreos também serão colhidas amostras para a realização de ensaios tecnológicos, tais como resistência ao desgaste por abrasão Los Angeles, durabilidade, cubicidade da brita, dentre outros.

O **DNIT** também estabelece especificações para os materiais pétreos que, se enquadrados em tais especificações, poderão ser utilizados em camadas do pavimento e ou na construção de obras de arte.

Nas ocorrências de depósitos de areia serão feitos ensaios, tais como granulometria, teor de matéria orgânica, dentre outros, com a finalidade de sua utilização na construção da estrada.



### FAIXAS GRANULOMÉTRICAS PARA MATERIAL DE BASE

TIPOS	I				II	
PENEIRAS	A	B	C	D	E	F
2"	100	100	-	-	-	-
1"	-	50 – 75	100	100	100	100
5/8"	30 - 65	40 – 75	55 – 85	60 – 100	-	-
Nº 4	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85	55 – 100	70 – 100
Nº 10	15 – 40	20 – 45	25 – 55	40 – 70	40 – 100	55 - 100
Nº 40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45	20 – 50	30 – 70
Nº 200	2 - 8	5 - 20	5 – 15	10 - 25	6 - 20	8 - 25

- **Estudo de fundação dos aterros**

Toda vez que houver dúvidas relativas à capacidade de suporte dos terrenos de fundação dos aterros, haverá a necessidade do desenvolvimento de uma campanha de investigação geotécnica especial que defina a capacidade de suporte do terreno natural.

Estes estudos serão apoiados mediante ensaios para determinação do teor de umidade natural, da massa específica aparente, da massa específica real dos grãos, limites de liquidez e de plasticidade, resistência à compressão simples, adensamento e ensaio triaxial do tipo rápido.

- **Estudo dos locais das fundações de obras de arte especiais**

Definido os locais para a execução das O.A.E, serão realizadas sondagens à percussão e rotativas, com objetivos de determinação da espessura da camada de solo, sua natureza, compacidade ou consistência, zona de alteração da rocha matriz, etc.

- **Estudo de estabilidade de taludes**

O comportamento dos taludes de corte deverá ser investigado toda vez que possuir altura superior a 5 metros. Realiza-se amostragem para investigação geotécnica, visando à determinação da inclinação mais econômica e estável dos taludes.

#### 4 ÍNDICE DE SUPORTE DE MATERIAIS GRANULARES

O parâmetro geotécnico denominado de Índice de Suporte (**IS**) fica numericamente caracterizado pela seguinte expressão:

$$IS = (IS_{CBR} + IS_{IG})/2 \leq CBR$$

onde o Índice de Suporte em função do CBR (**IS<sub>CBR</sub>**) corresponde ao próprio valor do CBR obtido no respectivo ensaio, isto é: **IS<sub>CBR</sub> = CBR**.

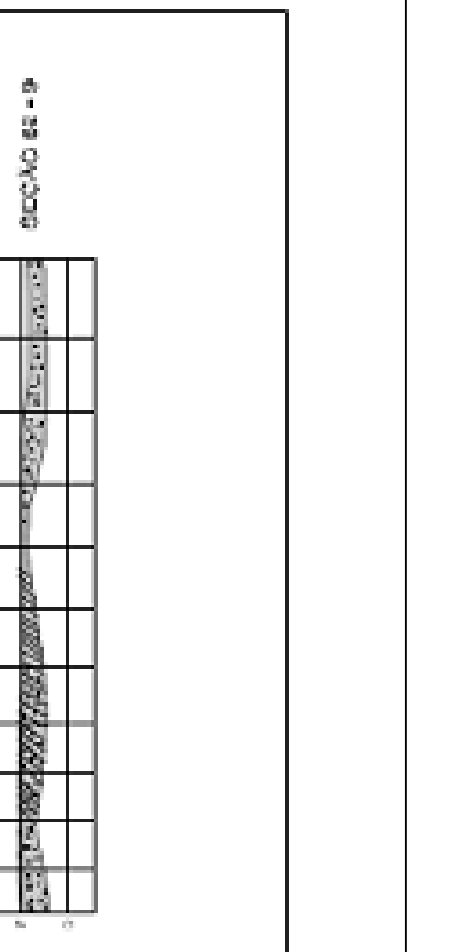
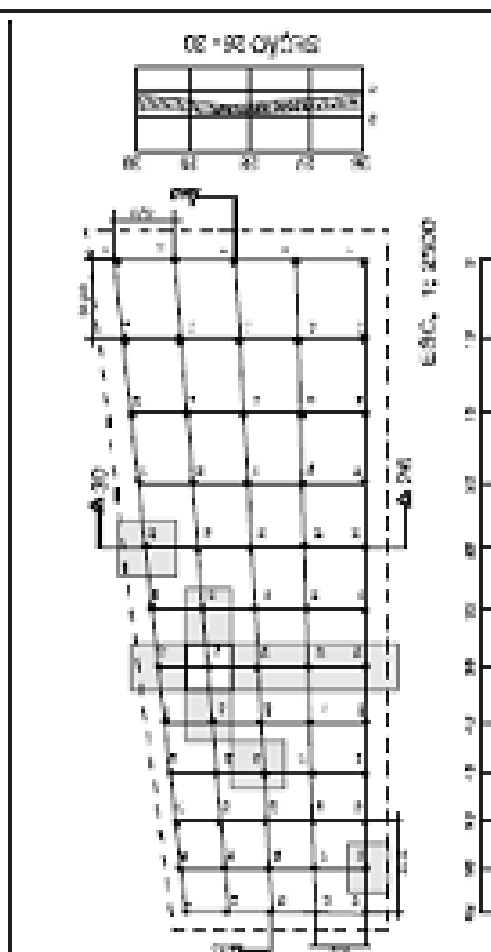
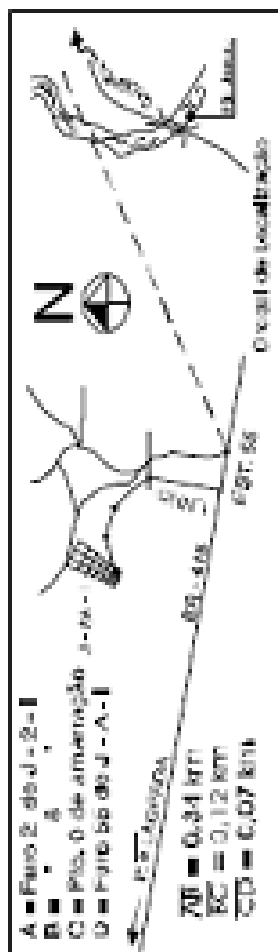
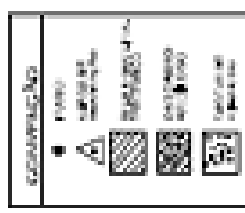
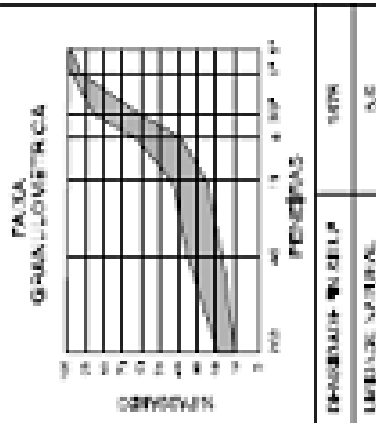
Por sua vez, o Índice de Suporte em função do Índice de Grupo (**IS<sub>IG</sub>**) é dado pela tabela dada a seguir:

<b>ÍNDICE DE GRUPO (IG)</b>	<b>ÍNDICE DE SUPORTE EM FUNÇÃO DO IG (IS<sub>IG</sub>)</b>
0	20
1	18
2	15
3	13
4	12
5	10
6	9
7	8
8	7
9 a 10	6
11 a 12	5
12 a 14	4
15 a 17	3
18 a 20	2

### INDICADORES GERAIS

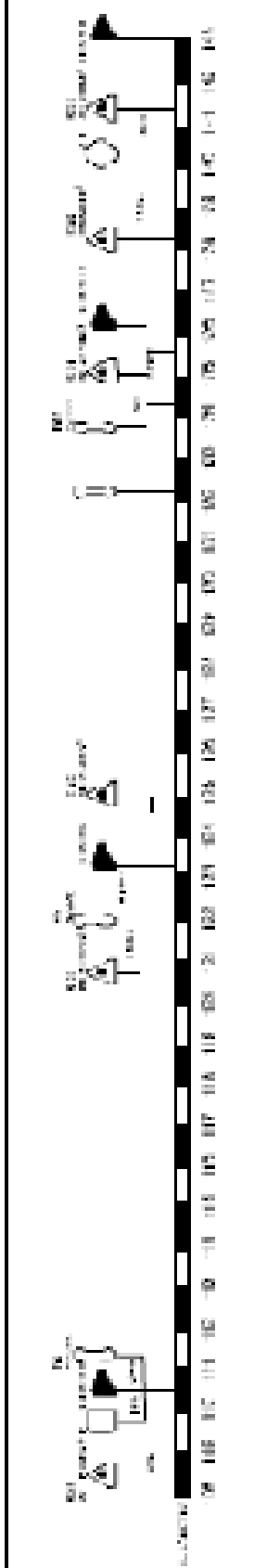
LOCALIZAÇÃO		DRENAGEM APT-1016 (10 km)	
L.T. (capado)		L.T. (sem L. em carga)	
RELEVAMENTO		NADAL	
BPM (BPM - BSM, PEMA)		BPM (m)	
POT. (POT. S.M.C., P. S.M.C.)		P. S.M.C. (m)	
VOLUME (LITROS)		LITROS (m³)	
VOLUME DE FERTILIZANTE		LITROS (m³)	
VOLUME COM DEFUNDO		LITROS (m³)	
PREÇO (MATERIAL/PRODUTO)		VALOR (R\$) (m³)	
PREÇO DO FERTILIZANTE/PRODUTO		VALOR (R\$) (m³)	
REQUISITOS GERAIS		G. 100	
G. 100 (N. de sacos) x (m³) x (kg)		G. 100 (N. de sacos) x (m³) x (kg)	

REQUISITOS GERAIS		REQUISITOS GERAIS	
INDICADOR	VALOR	INDICADOR	VALOR
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100
10	100	10	100
11	100	11	100
12	100	12	100
13	100	13	100
14	100	14	100
15	100	15	100
16	100	16	100
17	100	17	100
18	100	18	100
19	100	19	100
20	100	20	100
21	100	21	100
22	100	22	100
23	100	23	100
24	100	24	100
25	100	25	100
26	100	26	100
27	100	27	100
28	100	28	100
29	100	29	100
30	100	30	100
31	100	31	100
32	100	32	100
33	100	33	100
34	100	34	100
35	100	35	100
36	100	36	100
37	100	37	100
38	100	38	100
39	100	39	100
40	100	40	100
41	100	41	100
42	100	42	100
43	100	43	100
44	100	44	100
45	100	45	100
46	100	46	100
47	100	47	100
48	100	48	100
49	100	49	100
50	100	50	100
51	100	51	100
52	100	52	100
53	100	53	100
54	100	54	100
55	100	55	100
56	100	56	100
57	100	57	100
58	100	58	100
59	100	59	100
60	100	60	100
61	100	61	100
62	100	62	100
63	100	63	100
64	100	64	100
65	100	65	100
66	100	66	100
67	100	67	100
68	100	68	100
69	100	69	100
70	100	70	100
71	100	71	100
72	100	72	100
73	100	73	100
74	100	74	100
75	100	75	100
76	100	76	100
77	100	77	100
78	100	78	100
79	100	79	100
80	100	80	100
81	100	81	100
82	100	82	100
83	100	83	100
84	100	84	100
85	100	85	100
86	100	86	100
87	100	87	100
88	100	88	100
89	100	89	100
90	100	90	100
91	100	91	100
92	100	92	100
93	100	93	100
94	100	94	100
95	100	95	100
96	100	96	100
97	100	97	100
98	100	98	100
99	100	99	100
100	100	100	100



### Análise Estatística dos Resultados

...



CALCULO DE QUANTIDADES						
QUANTIDADE	TIPO DE MATERIAL	ESPESURA (CM)	EXTENSÃO (M²)	VOLUME (M³)	UNID.	UNID.
REVESTIMENTO						
BASE						
SUB-BASE						
ACOSTAMENTO						
REVESTIMENTO DO ACOSTAMENTO						
MATERIALS TO BE TRANSPORTED			MATERIALS TO BE TRANSPORTED		MATERIALS TO BE TRANSPORTED	
MATERIALS TO BE TRANSPORTED			MATERIALS TO BE TRANSPORTED		MATERIALS TO BE TRANSPORTED	