	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>1 de 18</b>


TÍTULO

## INSTRUÇÃO DE PROJETO RODOVIÁRIO

### IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos


SERVIÇOS RELACIONADOS

Definição dos métodos, critérios e apresentação dos serviços relacionados aos estudos geotécnicos e planos de sondagem, necessários para a elaboração dos Projetos Rodoviários no âmbito da GOINFRA.

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA 2 de 18

## SUMÁRIO

1. OBJETIVO .....	3
2. REFERÊNCIA NORMATIVA .....	3
3. PROJETO BÁSICO .....	3
4. PROJETO EXECUTIVO .....	6
5. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS.....	16

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>3 de 18</b>

## 1. OBJETIVO

Definir e especificar os serviços constantes dos Estudos Geotécnicos nos Projetos de Engenharia Rodoviária da GOINFRA, estabelecendo as metodologias, procedimentos e formas de apresentação a serem seguidos para a fase de Projeto Básico e de Projeto Executivo.

## 2. REFERÊNCIA NORMATIVA

Departamento de Estradas de Rodagem de Goiás – **DERGO – IS-05 Estudo Geotécnico**

Departamento de Estradas de Rodagem de Goiás – **DERGO – IS-06 Plano de Sondagem**

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT- Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários – 2006**

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 089/1994. Agregados – Avaliação da Durabilidade pelo Emprego de Soluções de Sulfato de Sódio ou de Magnésio**


## 3. PROJETO BÁSICO

Os estudos geotécnicos, na fase do Projeto Básico, constarão dos estudos do subleito e o estudo das ocorrências dos materiais a serem utilizados na obra, com base nos estudos geológicos desenvolvidos.

### 3.1 - Estudo do Subleito

Ao longo do eixo do traçado selecionado, e baseado em seu Projeto Geométrico (Básico), serão executadas sondagens no eixo projetado para o corpo estradal, situadas a intervalos de no máximo 500 metros, localizados de forma a se ter, no mínimo, uma sondagem representativa em cada corte, atingindo a profundidade de 1,0 metro abaixo do greide do projeto geométrico. As amostras coletadas em cada furo, nos diversos horizontes de material, serão objeto de ensaios de caracterização (limite físico e granulometria), compactação e ISC.

No caso de impossibilidade de coleta de amostras nos pontos mais altos dos cortes, serão executadas sondagens próximas aos PPs (Pontos de Passagem), até atingir a profundidade da cota do greide, submetendo-se as amostras colhidas a ensaios de caracterização, compactação e ISC.

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA 4 de 18

Será executada, no mínimo, uma sondagem nas seções centrais das gargantas das linhas selecionadas, com o objetivo da definição da profundidade da rocha, espessura da camada de solo, classificação dos materiais, seguindo-se o mesmo procedimento nas encostas íngremes, zonas coluviais e de tálus.

Nas áreas de solos compressíveis e nos locais de implantação dos aterros, deverão ser determinadas as espessuras médias das camadas moles e os valores preliminares das coesões e coeficientes de adensamento, obtidos por sondagem e ensaios especiais, que se fizerem necessários.

As sondagens nos cortes, e nos trechos de greide colado e para verificação do NA constarão de, no mínimo, 3 furos, um em cada ponto de passagem (PP) e o outro no meio do corte ou do trecho, todos até a profundidade de 1,50 metro abaixo da cota do subleito.


### 3.2 - Estudo da ocorrência de materiais para a pavimentação

Nesta Fase do Projeto Básico, o estudo preliminar das ocorrências compreenderá:

- a) Inspeção expedita no campo;
- b) Sondagens e coleta de amostras;
- c) Ensaio de laboratório.

Nas ocorrências julgadas aproveitáveis pelos estudos geológicos e pela inspeção de campo, serão feitos os seguintes serviços:


- a) Cinco a dez furos de sondagem na periferia e na parte central da área delimitada, convenientemente localizados até a profundidade necessária ou compatível com os métodos de extração adotados; em cada furo de sondagem e para cada camada, será coletada uma amostra suficiente para a realização dos ensaios de caracterização, compactação e ISC.
- b) Serão anotadas as cotas de mudança de camadas, adotando-se uma denominação expedita que as caracterize. Assim, o material aparente e imprestável, constituinte da camada superficial, será identificado com o nome genérico de capa.
- c) Os outros materiais próprios para uso, serão identificados pela denominação corrente no lugar, como: saibro, cascalho, seixos e outros;
- d) Será feito um croqui da amarração dos furos de sondagem, anotando-se as distâncias aproximadas entre os mesmos e a posição da ocorrência, em relação à rodovia em estudo;

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA 5 de 18

- e) As ocorrências existentes em exploração comercial serão também prospectadas e avaliadas nesta fase.
- f) Uma ocorrência será considerada satisfatória para a prospecção definitiva, quando, pelo menos parte dos materiais existentes satisfizerem as especificações vigentes, ou quando revelar a possibilidade de correção por mistura e, ainda, quando seu volume for superior a 10.000 m<sup>3</sup>.
- g) As amostras de areia serão submetidas aos seguintes ensaios:
- Granulometria
  - Teor de matéria orgânica
  - **Equivalente de areia**
- h) As amostras de pedreiras serão submetidas aos seguintes ensaios:
- Abrasão Los Angeles
  - Índice de forma
  - Adesividade
  - Granulometria
  - Absorção
  - Massa específica
  - Durabilidade (DNER ME 089/1994)

No caso de materiais lateríticos serão realizados ensaios para determinação da relação sílica-sesquióxidos.

Casos específicos e atípicos, que porventura não se enquadrem nas especificações e normas da GOINFRA, deverão sempre ser apresentados formalmente pela empresa projetista e/ou profissional projetista, ao departamento responsável pelos Projetos Rodoviários da GOINFRA, para que ele analise o caso e defina como deverão ser conduzidos os estudos específicos do mesmo.

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA 6 de 18

#### 4. PROJETO EXECUTIVO

Os Estudos Geotécnicos na Fase de Projeto Executivo se desenvolverão com a aceitação, pela GOINFRA, da diretriz definitiva de projeto e do greide definitivo de terraplenagem, onde deverão ser seguidos os serviços discriminados a seguir. Todos os trabalhos desenvolvidos deverão ser executados e elaborados por profissionais qualificados, responsáveis pela veracidade dos estudos e dados gerados.

##### 4.1 – Estudo do Subleito e Cortes

A partir do reconhecimento geológico-geotécnico da faixa do projeto, deverá ser ratificado o plano de sondagens ou de investigações, elaborado no estudo geológico. A distribuição, espaçamento e número das sondagens/ensaios “*in situ*” e de laboratório serão executados em função das características específicas de cada trecho.


Os materiais a serem movimentados na terraplenagem, bem como os materiais constituintes do subleito deverão ser caracterizados geotecnicamente, através da realização de investigações, de tipos e quantidades suficientes a serem definidas no plano de sondagens/investigações, devendo contemplar, no mínimo:

- a) Realização de sondagens ao longo dos segmentos de corte, incluindo horizontes subjacentes ao greide de terraplenagem previsto para fins de orientação na elaboração dos projetos de pavimentação, geotécnico/terraplenagem e drenagem profunda.
- b) Furos de sondagem com espaçamentos variáveis em segmentos de corte, máximo de 150m respeitando o número mínimo de furos de sondagens conforme o quadro a seguir:

Extensão do Corte	Número mínimo de furos de sondagens
Até 300 metros	3 furos
300 a 400 metros	4 furos
Superior a 400 metros	1 furo a cada 150 metros

NOTAS:


- ◆ Os furos deverão ser distribuídos de forma a abranger o segmento inicial, o central e o segmento final do corte;

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA 7 de 18

- ◆ Em trechos cujos perfis longitudinais acompanham o terreno natural (greide colado), greide de rodovias implantadas e ainda aterros com altura inferior a 0,60 metros, o espaçamento máximo dos furos de sondagem deverá ser de 200 metros;
  - ◆ A profundidade a ser sondada para fins de coleta de amostras deverá atingir 1,0 metro abaixo do greide de terraplenagem. Deverá ser coletada uma amostra representativa para cada horizonte de material de todo furo de sondagem e caso não ocorra variação, deve ser coletada uma amostra a cada 3,0 metros sondados;
  - ◆ Tirar fotos georreferenciadas de todos os furos de sondagem que possibilite visualizar a profundidade do furo;
  - ◆ A execução de ensaios de contraprova será efetivada na fase de obras, realizados pelas rotinas estabelecidas pelo Programa de Gestão da Qualidade – PGQ.
- c) Elaboração do boletim de sondagem, no qual deverá constar a estaca, posição do furo, as profundidades de início e fim do horizonte coletado e a classificação expedita do material.

Todos os materiais coletados deverão ser estudados com a realização dos seguintes ensaios de laboratório:

- a) Análise granulométrica por peneiramento simples;
- b) Análise granulométrica por sedimentação em amostras representativas dos grupos de solos existentes com características geológico-geotécnicas similares;
- c) Limite de liquidez;
- d) Limite de plasticidade;
- e) Ensaios de compactação com no mínimo 5 pontos;
- f) Ensaios de ISC de todos os pontos.
- g) Massa específica aparente “*in situ*”.

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>8 de 18</b>

Os materiais de subleito deverão atender às seguintes condições mínimas:

- ISC min  $\geq$  6%
- Expansão  $\leq$  2%

Os materiais de corte deverão atender às seguintes condições mínimas:

- ISC min  $\geq$  2%
- Expansão  $\leq$  4%
- Material com ISC abaixo de 2% não deve ser utilizado, nem mesmo como corpo de aterro.

No caso de cortes, deverão ser observadas e anotadas no boletim de sondagem, a presença do nível d'água ou umidade excessiva, até a profundidade de 2,0 metros abaixo do greide do projeto geométrico (pavimento acabado) em todos os furos dos cortes ou em greide colado. Deve-se ainda ser coletadas amostras para determinação da umidade natural.

Sempre que se atingir uma camada impenetrável, a sondagem deverá prosseguir até 1 metro abaixo do greide de terraplenagem, adotando-se o sistema de sondagem rotativa, para caracterização total do corte quanto ao volume de material de 2ª e/ou 3ª categoria.


Os materiais encontrados serão classificados como:

- Material de 1ª Categoria – solo comum
- Material de 2ª Categoria – solo com pedregulho e alteração de rocha.
- Material de 3ª Categoria:
  - Rocha mole: ardósia, filito, calcário.
  - Rocha dura: arenito, micaxisto, granito, gnaiss, basalto.
  - Rocha muito dura: quartzito e arenito silicificado.

#### 4.2 – Estudo de empréstimo para corpo de aterro

A escolha no campo das áreas de empréstimos será feita em função das indicações do projeto de terraplenagem. Nos empréstimos laterais os ensaios de compactação e ISC deverão ser realizados de 100 metros em 100 metros. O bordo interno das caixas previstas, deverão



	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA 9 de 18

estar, no mínimo, a 5 metros dos off-sets da saia do aterro ou da crista do corte. Ao longo de toda a extensão do projeto serão executados ensaios para determinação da massa específica aparente “in situ” de modo a se obter elementos para definir o fator de contração aterro/corte.

Onde forem previstos empréstimos concentrados com áreas de até 10.000 m<sup>2</sup> deverão ser realizados, pelo menos cinco furos, distribuídos pela área de empréstimo, com profundidade igual à prevista para o empréstimo.

Para empréstimos concentrados com áreas acima de 10.000 m<sup>2</sup> deverá ser realizado um reticulado com malha de 50 metros de lado, com espaçamento máximo de 50 metros entre os furos.

Serão coletadas amostras de todos os furos nos diversos horizontes e submetidas aos seguintes ensaios:

- a) Caracterização (granulometria);
- b) Índices físicos, (LL, LP);
- c) Compactação;
- d) Índice de Suporte Califórnia;
- e) Densidade “in situ”.

Nas caixas de empréstimo laterais, a profundidade a ser explorada deverá ser limitada a, no máximo, 2,00 metros.


#### 4.3 – Estudo de ocorrência de materiais para pavimentação

O estudo das ocorrências de materiais para pavimentação se diferencia em relação ao tipo de material, que pode ser: Materiais Granulares, Materiais Terrosos, Materiais Pétreos, Areias e Materiais Lateríticos.

##### 4.3.1 Materiais Granulares

Nas ocorrências de materiais granulares julgadas viáveis pelos estudos preliminares, em cada nó da malha de 30 metros de lado serão executados furos de sondagem com coleta de amostras para realização de ensaios de granulometria por peneiramento simples, limite de liquidez, limite de plasticidade, de **equivalente de areia**, e em furos alternados, ensaios de compactação na energia mais adequada ao material, ISC e densidade “in situ”. Para a avaliação dos volumes utilizáveis, só poderá ser considerada a área efetivamente sondada.

Deverão ser apresentados os boletins de todas as sondagens executadas, onde deverá constar a estaca, posição de cada furo, as cotas do início e fim de cada horizonte e a respectiva

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>10 de 18</b>

classificação expedida do material.

Deverá ser tiradas fotos georreferenciadas de todos os furos de sondagem que possibilite visualizar a profundidade do furo.

A execução de ensaios de contraprova será efetivada na fase de obras, realizados pelas rotinas estabelecidas pelo Programa de Gestão da Qualidade – PGQ.

Deverão ser apresentados os croquis das ocorrências de materiais, delimitando-se as malhas dos furos com os respectivos números, áreas dos materiais aproveitáveis, bem como os perfis dos solos correspondentes, constando as espessuras de capa e de material aproveitável. Deverão constar ainda informações tais como número da ocorrência, nome do proprietário, endereço, distância ao eixo da rodovia, condições de acesso e exploração, vegetação existente área e volume a ser explorado. Deverá ser apresentado o quadro estatístico dos resultados dos ensaios e as curvas granulométricas do material e da faixa da equação para a qual se enquadra, representando os valores de  $X_{máx}$ . e  $X_{mín}$

Deverá ser apresentada a Declaração de Interesse do Proprietário em fornecer material para a obra.

Deverá ser informado se a jazida estudada se encontra ou não localizada em área de reserva legal da propriedade.

Deverá ser apresentada a Declaração de que a cascalheira atende aos quesitos técnicos e ambientais como material de construção e que não foram observados empecilhos para o licenciamento ambiental da mesma ou apresentação do Licenciamento Ambiental vigente.


Os solos empregados no reforço de subleito, sub-base e base de pavimentos deverão atender às condições mínimas abaixo especificadas:

a) Reforço de subleito:

- $ISC\ min \geq ISC\ do\ subleito$
- $Expansão \leq 2\ %$  (medida com sobrecarga de 4,5 kg ou 10 libras).

b) Sub-base

- $ISC\ min \geq 20\ %$  (\*)
- Limite de liquidez  $\leq 35$
- Índice de plasticidade  $\leq 15$
- $Expansão \leq 1\ %$  (medida com a sobrecarga de 4,5 kg ou 10 libras). (\*)

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>11 de 18</b>

- O solo laterítico deverá atender aos itens com (\*).

c) Base

- ISC de acordo com o número N (\*), sendo o ISC min  $\geq 80$  %
- Expansão  $\leq 0,5$  % (medida com sobrecarga de 4,5 kg ou 10 libras). (\*)
- Limite de liquidez  $\leq 30$
- Índice de plasticidade  $\leq 6$ ; Caso o índice de plasticidade seja superior a 6, o solo deverá apresentar o Equivalente de Areia  $\geq 30$  % para ser utilizado.
- O solo laterítico deverá atender aos itens com (\*), e aos limites:
  - $LL \leq 40$
  - $IP \leq 15$

Os materiais deverão atender, além das exigências mínimas anteriormente especificadas, às especificações particulares de cada caso, definida, em Projeto.

Em caso de não atendimento das especificações da norma, deverão ser estudadas no mínimo três alternativas de mistura com a realização dos ensaios, afim de identificar a mistura mais econômica.


#### 4.3.2 Materiais Terrosos

Nas ocorrências de materiais terrosos, para utilização em subleito em cada furo da malha de 30 m, para cada camada de material, será executado ensaio de granulometria por peneiramento simples, de limite de liquidez, limite de plasticidade, de equivalente de areia, e em furos alternados, ensaios de compactação, ISC e densidade “*in situ*”.

Deverão ser apresentadas plantas das ocorrências de materiais, delimitando-se as áreas dos materiais aproveitáveis, bem como os perfis dos solos correspondentes.

No caso de existirem camadas com mais de 1,00 m de espessura, serão executados os ensaios acima citados, para cada metro de profundidade desta camada.

O número mínimo de amostras a se pesquisar numa ocorrência será de nove, após a rejeição dos valores espúrios, com desvios muito acima do desvio padrão.

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>12 de 18</b>

#### 4.3.3 Materiais Pétreos

Nas ocorrências de materiais pétreos (pedreiras) serão feitos os seguintes ensaios:

- a) Abrasão Los Angeles;
- b) Adesividade;
- Durabilidade;
- c) Granulometria por peneiramento simples;
- d) Índice de forma.
- e) Massa específica
- f) Absorção

No estudo dos materiais pétreos, obedecer ao que recomenda a Norma ABNT-NBR 064/90, para reconhecimento e amostragem para fins de caracterização das ocorrências de rochas.

Deverá ser realizado o levantamento de todas as pedreiras mais próximas à obra e ser apresentada a justificativa da escolha adotada. Os estudos das pedreiras deverão englobar a comprovação da suficiência volumétrica e da capacidade produtiva da mesma, para o fim a que se destina, bem como a existência de licenciamento ambiental e/ou possibilidade de licenciamento.


#### 4.3.4 Areias

No caso das areias de rio, as sondagens para a coleta das amostras serão retiradas nos locais da exploração da ocorrência;

Nos depósitos de areia serão feitos os seguintes ensaios:

- a) Granulometria;
- b) Teor de matéria orgânica.
- c) Equivalente de areia

Deverá ser realizado o levantamento de todos os areais mais próximos à obra e apresentada a justificativa da escolha realizada. Os estudos dos areais deverão englobar a comprovação da suficiência volumétrica dela, para o fim a que se destina, bem como a existência de licenciamento Ambiental e/ou possibilidade de Licenciamento.

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>13 de 18</b>

#### 4.3.5 Materiais Lateríticos

No caso de materiais lateríticos serão realizados ensaios para determinação da relação sílica-sesquióxidos.

Entendendo-se como tais aqueles cuja relação molecular sílica-sesquióxido, determinada pelo Método DNER-ME 030/94, for menor que 2, e que apresentarem expansão inferior a 0,2%, medida no ensaio DNER-ME 049/94 Solos - determinação de Índice Suporte Califórnia, utilizando amostras não trabalhadas, com 26 ou 56 golpes por camada.

O agregado retido na peneira de 2 mm deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65%.

#### 4.4 – Estudo de fundação dos aterros


Toda vez que houver dúvida sobre a capacidade do suporte dos terrenos de fundação dos aterros, haverá necessidade de se desenvolver estudo geotécnico especial que defina a capacidade de suporte do terreno natural.

Este estudo consistirá, basicamente de:

- a) Execução de sondagens SPT;
- b) Determinação da espessura das camadas;
- c) Determinação de umidade natural;
- d) Determinação da massa específica aparente;
- e) Adensamento;
- f) Compressão simples e/ou cisalhamento direto;
- g) Ensaio de palheta NBR 10905;

Deverão ser feitas as comparações técnico-econômicas para as várias soluções de aterros sobre solos de baixa capacidade de resistência.

#### 4.5 – Estudo dos locais das fundações das Obras-de-Arte Especiais

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>14 de 18</b>

As sondagens para fundações das obras-de-arte especiais serão feitas de acordo com a seguinte metodologia:

- a) Escolha dos locais em que se localizarão as obras-de-arte, pelo projetista de obras-de-arte, seguindo a diretriz definitiva da rodovia.
- b) Sondagens.

Os materiais de 3ª Categoria encontrados serão classificados como:

- Rocha mole: ardósia, filito, calcário.
- Rocha dura: arenito, micaxisto, granito, gnaisse, basalto.
- Rocha muito dura: quartzito e arenito silicificado.

#### 4.5.1 Sondagem a Percussão

Nas sondagens a percussão, deverão ser utilizados os critérios definidos na norma de Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos (6484/80 da ABNT).


Deverá ser tiradas fotos georreferenciadas de todos os furos de sondagem que possibilite visualizar a profundidade do furo.

A execução de ensaios de contraprova será efetivada na fase de obras, realizados pelas rotinas estabelecidas pelo Programa de Gestão da Qualidade – PGQ.

A paralisação do processo de perfuração por lavagem, associada aos ensaios penetrométricos, deve ser realizada quando se obtiver, nesses ensaios, umas das seguintes condições:

- a) Quando, em 3 metros sucessivos, se obtiverem índices de penetração maior do que 45/15.
- b) Quando, em 4 metros sucessivos, forem obtidos índices de penetração entre 45/15 e 45/30.
- c) Quando, em 5 metros sucessivos, forem obtidos índices de penetração entre 45/30 e 45/45.

Dependendo do tipo da obra, das cargas a serem transmitidas às fundações e da natureza do subsolo, admitir-se-á paralisação da sondagem à percussão em solos de menor

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>15 de 18</b>

resistência à penetração do que aquela discriminada anteriormente, desde que haja uma justificativa geotécnica por parte do responsável técnico pela sondagem.

Durante o ensaio penetrométrico, caso a penetração seja nula na sequência de cinco impactos do martelo, o ensaio deve ser interrompido, não havendo necessidade de obedecer ao critério estabelecido anteriormente para paralisação da sondagem. Caso isso ocorra antes da profundidade de 8 m, a sondagem deve ser deslocada até o máximo de quatro vezes em posições diametralmente opostas a 2 m da sondagem inicial.

#### 4.5.2 Sondagem Rotativa

O desenvolvimento em rocha dura e muito dura deverá prosseguir até, no máximo, 5 (cinco) metros de profundidade, com recuperação nos últimos 3 (três) metros entre 50% e 70%.

Quando não se conseguir a recuperação indicada, verificar, em primeira instância, se a causa é oriunda ou não de defeitos apresentados no equipamento e/ou no método de execução. Caso não se constatem defeitos, prosseguir a sondagem aprofundando o furo no máximo dois metros. Nesse ponto, mesmo não conseguindo a recuperação desejada, parar a sondagem e contactar a fiscalização da GOINFRA.

Quando ocorrerem trechos com recuperação igual ou inferior a 30%, deverá ser tentada a execução com sondagem a percussão.


#### 4.6 – Estudo dos Locais das Fundações de Muro de Arrimo

Ao longo das fundações deverão ser feitas sondagens espaçadas de 10 em 10 metros com profundidade no mínimo de 8 metros em solos, não podendo nenhum furo se deter antes que o solo acuse a resistência à penetração mínima de 10/30 cm.

#### 4.7 – Estudo de Estabilidade dos Taludes

O trecho em projeto, considerando a estabilidade dos taludes, deverá ser dividido em subtrechos homogêneos, justificados tecnicamente, e cada subtrecho deverá ser investigado, indicando o ângulo de estabilidade de talude ou de estabilidade de aterro com fator de segurança de, no mínimo, 1,5, utilizando software específico. O mesmo cuidado deverá ser aplicado nos estudos dos locais de empréstimos e bota foras.

#### 4.8 – Considerações Finais

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA 16 de 18

Casos específicos e atípicos, que porventura não se enquadrem nas especificações e normas da GOINFRA, deverão sempre ser apresentados formalmente pela empresa projetista e/ou profissional projetista, ao departamento responsável pelos Projetos Rodoviários da GOINFRA, para que o mesmo analise o caso e defina como deverão ser conduzidos os estudos específicos do mesmo.

Nos estudos geotécnicos deverão constar os certificados, comprovando a calibração dos aparelhos e equipamentos utilizados na realização dos ensaios.

## 5. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS

### 5.1 – Fase de Projeto Básico

Os estudos desta fase deverão ser apresentados conforme os documentos exigidos a seguir:


RELATÓRIO DEFINITIVO		
Espécie	Produto	Formato
Relatório do Projeto Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto com a concepção dos estudos realizados</li> <li>• Quadro resumo com os resultados dos ensaios realizados na fase preliminar dos estudos</li> </ul>	Impresso A4
Memória Justificativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boletins das sondagens nos locais das obras-de-arte Especiais</li> </ul>	
Projeto Básico de Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croquis com indicação das características e das ocorrências de materiais</li> </ul>	Impresso A3

Todos os arquivos gerados deverão ser entregues também em meio digital, sendo uma cópia de todos os arquivos em formato não editável (PDF) e uma em arquivos editáveis, com extensões usuais e que estejam compatíveis com os utilizados pela GOINFRA, tais como:

- Arquivos de texto em (.doc);
- Arquivos de Planilha Eletrônica em (.xls);
- Plantas em (.dxf) e (.dwg), compatíveis com softwares CAD;

Os profissionais envolvidos no estudo deverão realizar a devida consulta ao setor de projetos rodoviários da GOINFRA, a fim de se informar sobre as extensões dos arquivos digitais



	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA 17 de 18

a serem entregues.


## 5.2 – Fase de Projeto Executivo

A apresentação da Fase de Projeto Executivo dos Estudos Geotécnicos deverá ser realizada, através do Relatório Final do Projeto de Engenharia a que corresponde, devendo ser apresentado conforme os documentos exigidos a seguir:

RELATÓRIO DEFINITIVO		
Espécie	Produto	Formato
Relatório do Projeto Executivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto contendo a concepção do estudo e resumo dos resultados obtidos</li> <li>• Planilhas e gráficos com análises estatísticas dos levantamentos e ensaios realizados</li> <li>• Resultados de dosagens de misturas de solos</li> <li>• Resultados de eventuais dosagens de misturas asfálticas e de solo cimento</li> </ul>	Impresso A4
Memória Justificativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Justificativa do detalhamento das alternativas apresentadas e adotadas</li> </ul>	Impresso A4
Estudos Geotécnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folha-resumo de todos os ensaios efetuados</li> <li>• Boletins das sondagens nos locais de fundações de aterros</li> <li>• Boletins das sondagens nos locais das obras-de-arte especiais</li> <li>• Boletins das sondagens nos locais de eventuais estudos de estabilidade de taludes</li> </ul>	Impresso A4
Projeto de Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seção transversal do pavimento</li> <li>• Croqui com indicação das características e localização das ocorrências de materiais</li> <li>• Diagrama com a representação das camadas e tipos de materiais indicados para as camadas do pavimento</li> <li>• Representação no perfil do projeto geométrico das características geológico-geotécnicas dos materiais a escavar (no caso de implantação de rodovia)</li> </ul>	Impresso A3

Todos os arquivos gerados deverão ser entregues também em meio digital, sendo uma cópia de todos os arquivos em formato não editável (PDF) e uma em arquivos editáveis, com extensões usuais e que estejam compatíveis com os utilizados pela GOINFRA, tais como:

- Arquivos de texto em (.doc)

	Diretoria de Obras Rodoviárias Gerência de Projetos Rodoviários	CÓDIGO <b>IP-07 - 2023/001</b>	
	<b>Instrução de Projetos Rodoviários</b> <b>IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos</b>	EMISSÃO MAR/2023	FOLHA <b>18 de 18</b>

- Arquivos de Planilha eletrônica em (.xls)
- Plantas em (.dxf) e (.dwg), compatíveis com softwares CAD

Os profissionais envolvidos no estudo deverão realizar a devida consulta ao setor de projetos rodoviários da GOINFRA, a fim de se informar sobre as extensões dos arquivos digitais a serem entregues.