



# MANUAL

## IMPLANTAÇÃO DE PARCELAMENTO

### - ENGENHARIA GEOTÉCNICA -



- 
- 1. Introdução**
  - 2. Atividades de Implantação**
  - 3. Levantamentos**
  - 4. Diretrizes de Projeto**
    - 4.1 – Levantamentos Topográficos**
    - 4.2 – Investigações Geológico-Geotécnicas**
    - 4.3 – Urbanismo**
    - 4.4 – Terraplenagem**
    - 4.5 – Drenagem**
    - 4.6 – Pavimentação**
  - 5. Projetos**
    - 5.1 – Projeto de Viabilidade ou Anteprojeto**
      - 5.1.1 – Levantamentos Topográficos**
        - 5.1.1.1 – Poligonal de Divisa**
        - 5.1.1.2 – Planialtimétrico Cadastral**
        - 5.1.1.3 – Locação de Sondagens**
      - 5.1.2 – Investigações Geológico-Geotécnicas**
      - 5.1.3 – Geométrico de Urbanismo**
      - 5.1.4 – Terraplenagem**
      - 5.1.5 – Drenagem**
      - 5.1.6 – Pavimentação**
    - 5.2 – Projeto Básico**
      - 5.2.1 – Levantamentos Topográfico**
        - 5.2.1.1 – Poligonal de Divisa**
        - 5.2.1.2 – Planialtimétrico Cadastral**
        - 5.2.1.3 – Locação de Sondagens**
      - 5.2.2 – Investigações Geológico-Geotécnicas**
      - 5.2.3 – Geométrico de Urbanismo**
      - 5.2.4 – Terraplenagem**
      - 5.2.5 – Drenagem**
      - 5.2.6 – Pavimentação**
    - 5.3 – Projeto Executivo**
      - 5.3.1 – Levantamentos Topográficos**
        - 5.3.1.1 – Planialtimétrico Cadastral de Áreas Específicas**



---

#### **5.3.1.2 – Locação de Sondagens**

#### **5.3.2 – Investigações Geológico-Geotécnicas**

#### **5.3.3 – Geométrico de Urbanismo**

#### **5.3.4 – Terraplanagem**

#### **5.3.5 – Drenagem**

#### **5.3.6 – Pavimentação**

### **5.4 – Projeto como Executado ou Construído**

### **5.5 – Projeto de Aprovação**

## **6. Implantação das Obras**

### **6.1 – Seqüência de Execução**

#### **6.1.1 – Locação e Topografia**

#### **6.1.2 – Abertura das Vias**

#### **6.1.3 – Terraplanagem das Vias**

#### **6.1.4 – Terraplanagem das Quadras**

#### **6.1.5 – Galerias**

#### **6.1.6 – Guias e Sarjetas**

#### **6.2.2 – Abertura das Vias**

### **6.2– Principais Causas de Problemas**

#### **6.2.1 – Locação e Topografia**

#### **6.2.2 – Abertura das Vias**

#### **6.2.3 – Terraplanagem das Vias**

#### **6.2.4 – Terraplanagem das Quadras**

#### **6.2.5 – Galerias**

#### **6.2.6 – Guias e Sarjetas**

#### **6.2.7 – Pavimentação**

## **7. Problemas, Causas e Soluções**

### **7.1 – Erosão**

#### **7.1.1 – Remoção da Vegetação**

#### **7.1.2 – Concentração de Fluxo D'água**

#### **7.1.3 – Solos Suscetíveis à Erosão**

#### **7.1.4 – Aterros sem Controle Tecnológico**

### **7.2 – Deslizamentos**

#### **7.2.1 – Fase de Execução**

##### **7.2.1.1 – Remoção da Camada Superficial**

##### **7.2.1.2 – Escavação**

##### **7.2.1.3 – Aterros**

##### **7.2.1.4 – Águas Pluviais**

#### **7.2.2 – Fase de Ocupação**



- 
- 7.2.2.1 – Águas Servidas
  - 7.2.2.2 – Infiltrações de Água
  - 7.2.2.3 – Fossa Sanitária
  - 7.2.2.4 – Deposição de Lixo

### 7.3 – Quedas de Pedras

- 7.3.1 – Descontinuidade de Maciços Rochosos
- 7.3.2 – Matacões

### 7.4 – Recalques e Subsidências

- 7.4.1 – Aterros sobre de Solos Moles
- 7.4.2 – Solos Colapsíveis
- 7.4.3 – Áreas Cársticas

### 7.5 – Problemas em Pavimentos

- 7.5.1 – Trincas e Fissuras
- 7.5.2 – Afundamento
- 7.5.3 – Ondulações
- 7.5.4 – Exsudação
- 7.5.5 – Panelas

## 8. Anexos

A - Noções para Elaboração de Estudo de Estabilidade de Taludes

B - Noções para Cálculo de Recalques de Aterros sobre Solos Moles

C - Noções para Dimensionamento de Pavimento flexível

## 9. Referências Bibliográficas



---

## INTRODUÇÃO

Este manual pretende ser uma fonte de consulta para profissionais e empresários do setor de parcelamento do solo.

A intenção do manual é disponibilizar, de forma adequada, a seqüência de atividades de engenharia civil na área específica de engenharia geotécnica.

Outras disciplinas que intervêm no processo serão abordadas superficialmente de modo a apresentar a inter-relação e dependência existente e de permitir ao leitor a idéia do conjunto das atividades na implantação de um parcelamento.

O manual apresenta uma citação abrangente de critérios e normas de engenharia, onde estão citadas as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e os critérios e normas de órgãos públicos, que tem força de lei, pelo artigo 39 do código do consumidor. Além de outras bibliografias referentes ao tema deste manual.

Sua utilização possibilitará aos usuários uma fonte de informação que permitirá conhecer os procedimentos mais indicados e os cuidados na implantação urbana, desde o projeto até a execução das obras.

A manual objetiva a conseqüente redução de custos com insucessos, vícios e desperdícios; e melhoria de qualidade, com eficácia.

Este manual também propiciará aos Empreendedores não afetos à engenharia, arquitetura e urbanismo uma fonte de consulta e de referência para suas contratações de modo a funcionar como manual de contratações. Assim, trará e melhorará o conhecimento dos serviços necessários à implantação de um parcelamento, trazendo transparência nas contratações.



---

## 2. ATIVIDADES DE IMPLANTAÇÃO

O gerenciamento eficaz de implantação de um parcelamento deverá seguir o fluxograma das atividades exposto a seguir .

As etapas de levantamento, estudos preliminares e projetos são determinantes na implantação de um empreendimento. Principalmente o levantamento planialtimétrico cadastral (LPAC) e o projeto executivo.

A falta ou falha no detalhamento do projeto executivo ou a imprecisão ou imperícia na topografia certamente acarretará em problemas graves na implantação.

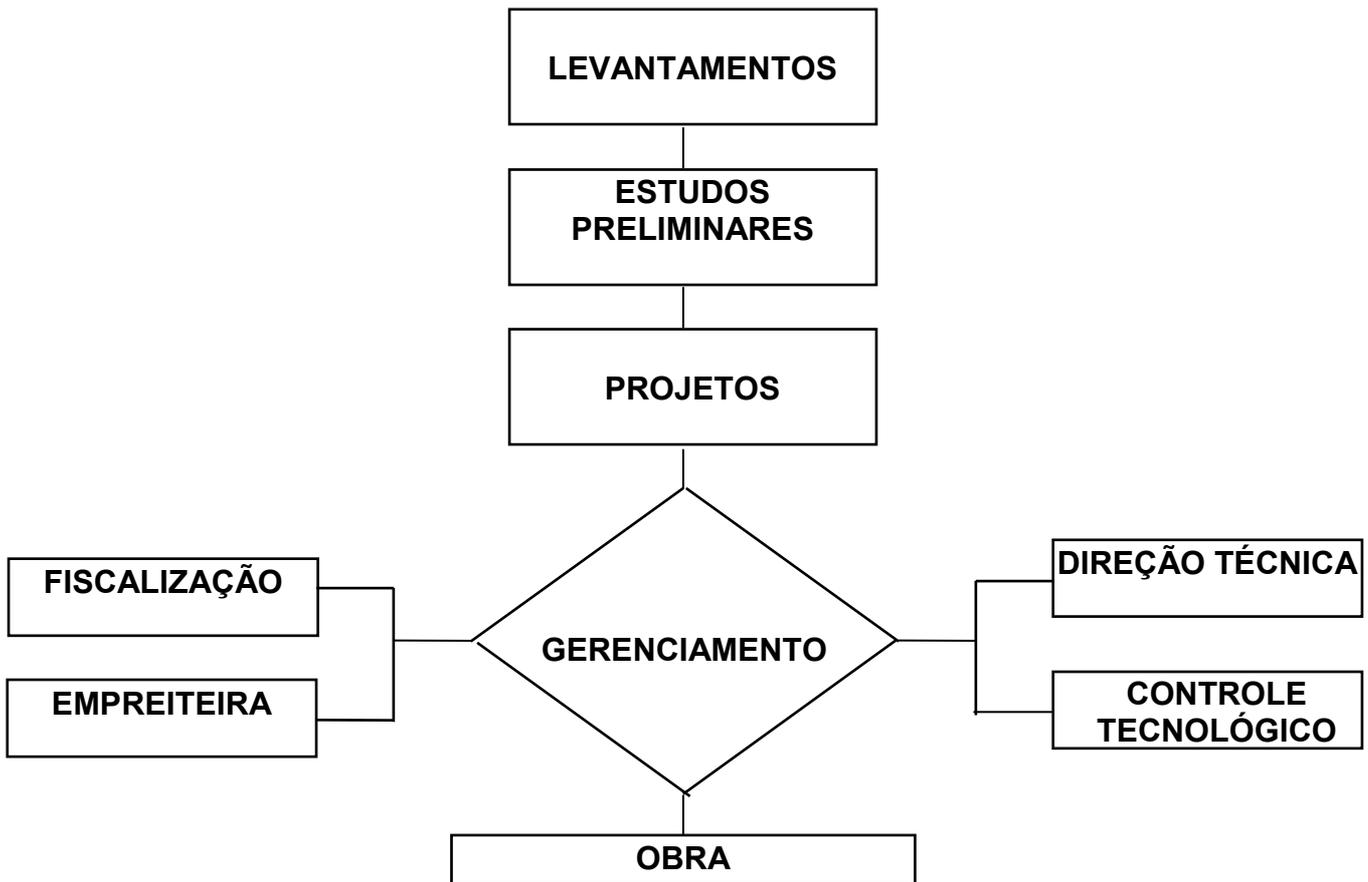
A garantia de qualidade dos serviços começa por definir o termo de referência para contratação ou lista de procedimentos a serem atendidos pelo contratado.

O termo de referencia deverá conter a descrição dos serviços e os critérios técnicos a serem atendidos pelo contratado. Os serviços deverão ser estabelecidos com rigor de detalhamento de modo a tornar claro e transparente o controle de qualidade e aceitação do produto contratado.

O conjunto de documento que compõe o projeto executivo deverá definir muito bem o dever e obrigações da Empreiteira, os critérios técnicos de fiscalização e controle tecnológico dos materiais e produtos.

A direção técnica ou acompanhamento técnico da obra representa o “olho clínico”, ou seja, a supervisão de um engenheiro especializado que orientará a implantação do parcelamento em conformidade com as reais condições de campo, adequando processos construtivos e projeto, de modo a minimizar imprevistos e custos, garantindo a qualidade do empreendimento.

FLUXOGRAMA  
QUALIDADE TOTAL  
IMPLANTAÇÃO DE PARCELAMENTO



A seguir estão apresentadas as ações a serem desenvolvidas em cada fase do fluxograma:

### GERENCIAMENTO

Planejar, coordenar, sistematizar e fiscalizar as atividades necessárias para executar as obras com eficácia de modo a obter os resultados pretendidos.

### FISCALIZAÇÃO

Acompanhar o cronograma físico e financeiro, efetuar medições e multas contratuais.

### EMPREITEIRA

Executar a obra de acordo com projeto e especificações técnicas, comprovando qualidade dos produtos.



---

## **DIREÇÃO OU ACOMPANHAMENTO TÉCNICO**

Acompanhar e direcionar a execução da obra em conformidade com o projeto adequando-o às condições locais (Eng.º Especializado).

## **CONTROLE TECNOLÓGICO**

Verificar o atendimento de qualidade de execução das obras com as normas brasileiras (ABNT) e especificações técnicas de projeto. Atividade a ser desenvolvida pela empreiteira e verificada pela da direção técnica.

## **PROJETOS**

Execução de desenhos, especificações técnicas, quantitativos, critérios de medição e pagamento, além das aprovações necessárias junto aos órgãos públicos.

## **ESTUDOS PRELIMINARES**

Avaliação de custos e benefícios, viabilidade técnico-econômica, estudos de alternativas, execução de anteprojeto, pedido de diretrizes e pré- aprovação junto a órgãos públicos.

## **LEVANTAMENTOS**

Análise de legislação e propriedade da terra, levantamentos topográficos, geológicos e geotécnicos.



---

### 3. LEVANTAMENTOS

Os levantamentos iniciais necessários para implantação de um parcelamento englobam :

- análise e atendimento à legislação Federal , Estadual e Municipal
- análise da documentação da gleba com ênfase para divisa e confrontastes
- verificação dos tipos de vegetação, declividades do terreno e existência de Áreas de Proteção Ambiental (APAs)
- pesquisas de levantamentos aerofotogramétricos e outros mapeamentos da região
- topografia, incluindo a poligonal de divisa
- parecer geológico geotécnico

A seguir apresentam-se os principais pontos a serem observados nos levantamentos .

O atendimento à legislação requer um grupo multidisciplinar onde deve participar no mínimo, um advogado, um arquiteto urbanista e um engenheiro civil, todos com experiência nesse tipo de empreendimento.

A área a ser loteada deve ser analisada quanto às diretrizes urbanísticas e legislação ambiental para verificar, inclusive, a viabilidade técnica e econômica da mesma.

A documentação da gleba, além dos aspectos jurídico e legal, deve contemplar a descrição de divisa na escritura da terra, o que geralmente gera problemas, necessitando de novo levantamento da poligonal de divisa para retificação de escritura.

Para este serviço, deve ser contratado um profissional experiente e habilitado com registro no CREA, que deverá fornecer o ART referente a este serviço.

A execução inadequada ou equivocada dos serviços de campo, desenho e planilhas de cálculos, além da execução de marcos de referências seguros, trarão consequências sérias e onerosas para o empreendedor, afetando a qualidade dos projetos e obras gerando custos desnecessários.

A pesquisa de mapas e levantamentos regionais é de suma importância nos estudos iniciais. A utilização de mapas reduzirá o tempo de análise, o custo e acelerar as decisões referentes aos estudos de viabilidade econômica. Dependendo do tamanho da área, da topografia e da vegetação pode ser viável e recomendável um sobrevôo para realização de fotos.

Os estudos geológicos geotécnicos devem ser subdivididos em duas ou mais etapas, considerando as fases de estudos, projeto para aprovação, projeto executivo e realização da obra.



---

Na fase de estudo, é fundamental a presença de um geólogo e engenheiro geotécnico, que deveriam realizar um parecer geotécnico com uma visão temática e holística do empreendimento.

O parecer geotécnico preliminar deve conter:

- informações a respeito dos tipos de solos e suas tendências de comportamento e obras de escavações e aterros, resistência e compressibilidade;
- orientações com relação à drenagem provisória durante as obras de terraplanagem, quanto a problemas de erosão e assoreamentos;
- recomendações de alturas e inclinações de taludes de corte e aterro;
- orientação quanto às proteções superficiais das obras de escavação e aterro durante e após a execução;
- recomendação quanto ao traçado de avenidas e ruas, de modo a minimizar movimentações de terra, reduzir custos e utilizar adequadamente os solos;
- indicação de especificações técnicas para execução das obras de aterro e escavação;
- sugestão quanto a possíveis áreas de empréstimo e de bota-fora;
- indicação da resistência e tipos de subleito para efeito de pavimentação;
- sugestões e indicações para projeto de drenagem superficial;
- recomendações sobre eventuais custos de estabilização ou contenções de taludes e encostas;
- indicação de eventuais problemas com fundação de construções e recomendações de atuação.

As informações do parecer geotécnico deverão estar embasadas nas visitas realizadas ao local do empreendimento, no mapeamento de superfície e na interpretação de mapas geológicos e geotécnicos e outros existentes, além de informações bibliográficas.

O parecer deverá apresentar fotos das visitas realizadas, além da citação de mapas e bibliografias utilizadas.



---

## 4. DIRETRIZES DE PROJETO

Entende-se por diretrizes de projetos ao conjunto de orientações e procedimentos técnicos utilizados pela prática corrente e reconhecidos no meio técnico. Portanto, representam uma fonte de informações necessária e indispensável para desenvolvimento dos projetos e obras de implantação do parcelamento urbano.

O atendimento às diretrizes é sempre recomendável, pois atende a uma prática do mercado, tem um reconhecimento técnico e respaldam técnica e juridicamente as decisões tomadas em projeto.

As diretrizes podem até ser um instrumento muito importante em eventuais questões jurídicas. Além de representar qualidade dos produtos projetados conferindo-lhes segurança e economia.

A seguir estão apresentadas, de forma sucinta, algumas diretrizes e recomendações para os projetos.

### 4.1 – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

- os levantamentos topográficos deverão ser executados de maneira a fornecer todos os subsídios necessários para o desenvolvimento dos projetos.
- em função da complexidade do relevo do terreno, da inclinação do terreno (i) e do tipo de ocupação urbana deverá ser definida uma densidade de pontos de levantamentos, conforme se sugere a seguir:
  - fase de anteprojeto, a densidade de pontos poderá ser a mínima, necessária e suficiente, para elaboração dos estudos preliminares. Recomenda-se:
    - i até 10%            15 pontos /ha
    - 10 > i > 20%       20 pontos /ha
    - i > 20%             30 pontos /ha
  - fase de projeto básico, a densidade deverá ser incrementada para fornecer uma aproximação adequada da topografia do terreno. Recomenda-se:
    - i até 10%            40 pontos /ha
    - 10 > i > 20%       50 pontos /ha
    - i > 20%             60 pontos /ha
  - fase de projeto executivo, em área com estudos específicos, a topografia deve refletir a real condição de campo sobretudo nas faixas de implantação das vias, em áreas com presença de taludes, córregos, erosões e outros. Deve-se efetuar o levantamento topográfico de modo criterioso, com pontos de pé, crista e intermediários nos taludes, encostas íngremes, ao longo das futuras vias e taludes a serem executados. Recomenda-se:
    - i até 10%            60 pontos /ha



- 
- $10 > i > 20\%$       80 pontos /ha
  - $i > 20\%$             100 pontos /ha

- os serviços topográficos deverão atender á Norma Técnica NBR 13.1333 da ABNT (Associação Brasileira de Norma Técnicas).

#### **4.2 – INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS**

- as investigações geotécnicas têm como objeto fornecer as condições do subsolo e lençol freático da área e subsidiar os estudos de terraplanagem, drenagem, pavimentação e sanitários. Enfim investigar para conhecer e possibilitar a solucionar o problema geotécnico.
- o problema geotécnico é definido aqui como o objeto da engenharia geotécnica que ocorre da ação do homem quando pretende realizar, restaurar ou reforçar um Empreendimento.
- para solucionar problemas geotécnicos deve-se conhecer o comportamento dos solos, que dependem das propriedades de engenharia, tais como:
  - resistência;
  - deformabilidade;
  - expansão;
  - colapsibilidade;
  - hídricas, como: permeabilidade e infiltração;
  - alterabilidade e desagregabilidade.
- o projeto executado sem o conhecimento do comportamento geotécnico dos solos, pode conter soluções equivocadas, sem condições de segurança, ou super dimensionadas e antieconômicas.
- os resultados das investigações norteiam podendo condicionar o projeto urbanístico.
- cada problema geotécnico necessita de um tipo de investigação, conforme explicita a Norma da ABNT 8044, ver referencia bibliográfica n° 2.
- a seguir estão citados alguns estudos a serem efetuados num parcelamento do solo e os principais tipos de ensaios, que se julga necessário para seu desenvolvimento:
  - reconhecimento geológico-geotécnico do subsolo da área:
    - sondagens a trado;
    - sondagens a percussão;
    - coleta de amostras;
    - ensaios de caracterização;
    - metodologia MCT.
  - estudo de estabilidade de taludes:



- 
- sondagem a percussão;
  - coleta de amostra indeformada para cortes e fundação de aterros;
  - ensaios de compactação para aterros;
  - ensaios triaxiais em amostras indeformadas (para cortes e fundação de aterros);
  - ensaios triaxiais em amostras moldadas (para aterros).
  
  - estudos de solos compressíveis (recalques), colapsíveis e expansíveis:
    - sondagem a percussão;
    - coleta de amostra indeformada;
    - ensaios de compressão edométrica.
  
  - estudo de áreas de empréstimo para aterro:
    - sondagem a trado;
    - coleta de amostra deformada;
    - ensaios de caracterização;
    - ensaios de compactação;
    - ensaios triaxiais para taludes.
  
  - estudo de jazidas para pavimento:
    - sondagem a trado, percussão ou rotativa;
    - coleta de amostra deformada;
    - ensaios de caracterização;
    - ensaios de compactação;
    - ensaios CBR e expansão;
    - ensaios em materiais pétreos.
  
  - dimensionamento de pavimento (ver referência nº 9):
    - sondagem a trado;
    - coleta de amostra deformada e indeformada;
    - ensaios de caracterização;
    - ensaios de compactação;
    - ensaios CBR e expansão (em amostras indeformadas e moldadas);
    - metodologia MCT.
  
  - esgotamento por fossa sanitária (ver referência nº 5):
    - sondagem a trado e percussão;
    - ensaios de infiltração.
  
  - a programação, análise e interpretação das investigações geotécnicas devem ser efetuadas por profissionais habilitados como engenheiro geotécnico e geólogo de engenharia.
  
  - os serviços referentes às investigações geológicas geotécnicas deverão atender as Normas Técnicas da ABNT e Manual e Diretrizes da ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia) e Normas da PMSP.



---

### 4.3 – PROJETO DE URBANISMO

- elaboração de uma carta de declividades, mapeando faixas de inclinações, propiciando uma melhor visualização do relevo da área, permitindo melhor posicionamento do sistema viário, lotes e áreas de lazer. Conforme referencia bibliográfica n° 11 sugere-se para o estudo as faixas de inclinações :
  - 0 a 15% (0° a 8,53°);
  - 15% a 30% (8,53° a 16,7°);
  - 30 a 50% (16,7° a 26,6°);
  - acima de 50% (acima de 26,6°).devendo-se verificar os seguintes limites:
  - 15% a inclinação máxima longitudinal das vias;
  - 30% a declividade máxima, prevista em lei, para ocupação sem obras especiais. Onde se costuma solicitar o Parecer Técnico Geotécnico;
  - 50% declividade máxima tecnicamente recomendável para ocupação.
- máxima acomodação às condições locais, procurando-se soluções de implantação com o mínimo de movimentação de terra, evitando-se interferências com cursos naturais d'água. Seguindo esta diretriz para concepção urbanística da área, ver a referencia bibliográfica n° 16, obtêm-se soluções mais econômicas e com menores alterações às condições locais, minimizando problemas decorrentes da implantação da infra-estrutura.
- deve-se procurar o menor relação entre o volume de terraplenagem e a área total loteada, segundo referencia bibliográfica n° 18. Não é necessariamente a maximização do número de lotes que conduz a maior lucratividade.
- integração da área com o entorno, observando-se as condições de uso, equipamentos, vias existentes, e espaços públicos de lazer e institucionais.
- previsão de uma hierarquização do sistema viário projetado, conforme proposto nas referencias bibliográficas n° 16 e 17, definindo-se vias locais, coletoras e arteriais, e definição de traçados em função das condições topográficas da área, de forma a obter-se soluções otimizadas, com melhor desempenho.
- integração com as demais disciplinas, drenagem, terraplenagem, água, esgoto, e estudos geológico-geotécnicos, proporcionando às alternativas estudadas soluções racionais e otimizadas.
- consulta e atendimento às restrições legais quanto a uso e ocupação da área, zoneamento, parcelamento, questões ambientais, faixas não edificáveis, conforme as legislações municipais, estaduais e federais. Uma relação destas legislações e órgãos apresenta na referencia bibliográfica n° 11.



---

#### 4.4 – TERRAPLENAGEM

- consulta a carta de aptidão, referencia bibliográfica n° 14.
- obtenção do menor movimento de terra possível, procurando-se compensar os volumes de corte e aterro de modo a evitar-se ao máximo, a necessidade de empréstimos ou “bota foras” de materiais, resultando em projetos mais econômicos com menores alterações nas condições topográficas locais, minimizando assim eventuais problemas decorrentes da implantação da infra-estrutura.
- procurar a menor relação entre o volume de terraplenagem e a área total loteada e área de vias e a área total loteada.
- consideração das condicionantes do meio físico para desenvolvimento do projeto, como topografia, sondagem, observações de campo, dados geológicos geotécnicos, de forma a minimizar os riscos de problemas geotécnicos da área. Especial atenção deverá ser dedicada aos riscos de enchente, erosão escorregamentos e de deformação excessiva associada à execução de aterros sobre solos moles.
- iteração com as demais disciplinas, sobretudo urbanismo e drenagem, possibilitando obter-se um projeto com condições ideais, com racionalização do movimento de terra e minimização dos problemas geotécnicos.
- execução de estudos geotécnicos, conforme referencia bibliográfica n° 2, que possam oferecer condições de segurança aceitável às soluções adotadas, para o projeto de implantação, destacando-se:
  - estudos de recalques, efetuado utilizando-se a metodologia existente, que pode ser verificada na referencia bibliográfica n° 20 e 23, e anexo B, em locais com presença de solos com baixa capacidade de suporte e compressíveis, onde deverão ser efetuadas a quantificação e verificação da tolerância do problema. E, eventualmente apresentadas soluções tais como; remoção com troca de solo, aceleração do processo de recalque com aplicação de sobrecarga etc.;
  - estudos de estabilização de taludes, que deverá ser efetuado utilizando-se a metodologia existente, que pode ser verificada nas referencias bibliográficas n° 13 e 19 e anexo A, visando definir inclinação, geometria e medidas mitigadoras;
  - atenção especial a solos de baixa resistência, alta compressibilidade, expansibilidade, colapsividade e desagregáveis;
  - estudos de área de empréstimo e bota-fora, conforme necessidade de projeto, analisando características geológico geotécnica de jazidas, formas e condições de exploração, e de disposição.



- utilização de fator para relação entre volume de corte e volume de aterro (fator de conversão), nos cálculos de compensação entre volumes de corte e aterro, conforme recomendado pela referencia bibliográfica nº 7. Recomendando-se, para tanto, a determinação do mesmo através de ensaios de laboratório com os solos locais ou de áreas de empréstimo, a fim de obter-se valores mais precisos e não ficar à mercê do fornecedor no controle dos volumes de terraplenagem.
- aproveitamento da camada vegetal, bem como a seleção dos solos para coroamento das áreas terraplenadas, protegendo os solos mais vulneráveis ao processo de erosão, conforme recomendado na referencia nº 7.
- veja também as recomendações a seguir, apresentadas pela ABGE, para 10 (dez) problemas tipo, transcrita da referencia bibliográfica nº 3.

<b>Problemas Tipo (PT)</b>	<b>Conseqüências</b>	<b>Recomendações</b>
1. Aterro bloqueando drenagem natural	- Formação de "lagos" nas áreas dos lotes. - Ruptura do aterro.	1. Drenagem sob o aterro; ou 2. Terraplenagem nas áreas dos lotes, alterando as linhas naturais de drenagem.
2. Declividade superior a 60% em áreas loteadas	- Ocupação problemática devido ao elevado custo das obras de contenção que viabilizariam a implantação de habitações.	1. Não lotear a área; ou 2. Alterar a declividade natural através de terraplenagem.
3. Aterro sobre lotes	- Problemas de fundações das futuras habitações, caso o aterro seja simplesmente lançado. - Inclinações normais (3H:2V) superiores a 60%, recaindo no PT2.	1. Compactar o aterro em camadas com espessuras de -20cm, com umidade $\pm 0,1 h_{ot}$ e grau de compactação >95%: e 2. Dar inclinação ao aterro a 60% de modo a tornar viáveis construções de habitações.
4. Corte com altura (>2m) em área loteada	- Limita a área ocupável do lote, em virtude da área de influência do corte. - Inviabiliza a ocupação total da área do lote devido ao elevado custo das obras exigidas. - Eventual instabilidade do talude, colocando em risco a habitação, além da interrupção do tráfego.	1. Não ocupar o lote a seguir as sugestões do PT-5; ou 2. Desbastar o lote de modo que o corte fique com uma altura máxima de 2 metros, e que a declividade do lote não ultrapasse a 60%. Nesse caso a área do lote deverá conter proteção vegetal de modo a minimizar a ação dos processos erosivos.



<p>5. Corte com altura excessiva (&gt;2m) em áreas não loteadas</p>	<p>- Eventual instabilidade do talude colocando em risco o tráfego.</p>	<p>1. Deverá ser realizada uma análise de estabilidade levando em consideração a litologia do local, e o grau de imtemperismo do material exposto, a altura do talude, a presença de água e as condições geomorfológicas existentes.</p>
<p>6. Aterro de grandes dimensões</p>	<p>- Ruptura do aterro executado.  - Ocupação parcial ou total do leito das ruas pela saída do aterro.</p>	<p>1. Executar o aterro de acordo com o item 5.1 das recomendações gerais. No caso dos aterros e situar sobre solos aluvionares, dever-se-á executar uma sondagem a percussão no terreno natural, de modo a projetar o erro com uma geometria compatível com a capacidade de suporte do material existente. 2. Construir um muro de contenção de modo a garantir a continuidade do tráfego. 3. Alterar o Projeto de arruamento modificando a cota do greide das ruas, garantindo assim um aterro menor.</p>
<p>7. Aterro obstruindo o encaminhamento de águas pluviais e servidas</p>	<p>- Formação de “lagos” nos lotes de menor cota, impedindo o escoamento dessas águas.</p>	<p>1. Nivelar os lotes de modo que as águas servidas e pluviais atinjam diretamente o sistema de águas pluviais da rua. 2. Fazer uma drenagem sob a rua no ponto mais baixo, de forma a escoar as águas pluviais e servidas. Neste caso de esta drenagem coincidir com a área de algum lote esse não deverá ser negociado.</p>
<p>8. Erosões nos leitos das ruas</p>	<p>- Interrupção no tráfego.  - Ruptura de aterros.</p>	<p>1. Capear o leito da rua com material mais resistente à erosão. 2. Dar maior declividade transversal às ruas e executar canaletas longitudinais. 3. Colocar caixas de captação de água distanciadas, em reta, de acordo com os dados hidrológicos locais. 4. Colocar caixas de captação ou canaletas em curvas.</p>
<p>9. Aterro invadindo faixa de proteção (córrego)</p>	<p>- Assoreamento do rio.  - Ruptura do aterro.</p>	<p>1. Execução de muro de contenção. 2. Relocar greide situado sobre o aterro. 3. Retificar córrego.</p>



10. Ausência de drenagem a partir dos pontos baixos indicados em planta	- Ruptura e erosão em aterros.	1. Direcionamento das águas captadas a locais não susceptíveis à erosão, através de canaletas revestidas ou tubulações.
---	--------------------------------	---

#### 4.5 – DRENAGEM

- utilização de parâmetros e diretrizes para estudo de drenagem estabelecido pelo órgão público local responsável pelo serviço público de drenagem de águas pluviais, ou diretrizes e métodos usuais utilizados pela prática corrente, conforme descritos a seguir.
- identificação e delimitação das bacias contribuintes à área objeto de intervenção, sobre plantas em escala adequada, como restituição aerofotogramétrica que podem ser obtidas junto a Emplasa, IBGE, IGC, ou prefeitura local.
- cálculo das vazões de projeto, que deverá ser efetuado utilizando-se a metodologia existente, que podem ser verificados nas referências bibliográficas nº 5 e 9, onde dentre os vários métodos podemos citar:
  - método racional utilizado para área drenada de até 50 ha;
  - método racional corrigido para áreas drenadas entre 50 e 100 ha;
  - Vem Te Chow para áreas maiores a 100 ha.
- determinação da capacidade de escoamento das vias por método de uso consagrado, considerando-se para tanto as características geométricas da seção transversal de cada via e declividades longitudinais dos diversos trechos.
- dimensionamento hidráulico das galerias por método consagrado, ver bibliografia nº 5, 7 e 9 admitindo-se:
  - regime uniforme de escoamento a lamina livre;
  - vazão a ser considerada nas seções de um trecho retilíneo de mesma declividade e diâmetro é função da vazão de contribuição calculada na extremidade de montante considerada,
  - admite-se a hipótese de lâminas d'água de profundidade máxima igual ao diâmetro da tubulação, isto é escoamento a seção plena.
- definir o posicionamento das bocas nas áreas públicas, conforme referência bibliográfica nº 7, devendo ser consideradas seguintes situações:
  - existência de ponto baixo;
  - capacidade de escoamento da via inferior a vazão de contribuição;
  - velocidade de escoamento que causam erosões no concreto (maior a 3 m/s) e no solo;



- 
- vazão de contribuição maior que 600 l/s.
  - o projeto das galerias deverá ser efetuado considerando as seguintes condições, conforme recomendado pela referencia bibliográfica n° 7:
    - as galerias devem ser implantadas preferencialmente no eixo longitudinal da via pública;
    - tubulação a jusante de um determinado trecho deve sempre ter o diâmetro igual ou maior ao referido trecho;
    - recobrimento mínimo sobre a geratriz superior externa das galerias nas vias de tráfego de 1m e para os condutos de ligação entre bocas de lobo e galerias de 0,60m;
    - velocidade mínima de escoamento calculado nas galerias de 0,75m/s e máxima de 6,0m/s.
    - declividade mínima do conduto de ligação das bocas de lobo à galeria de 0,01 m/m.
    - altura máxima para degraus nos poços de visita de 1,50m.
  - na condução de águas pluviais devem ser utilizados tubos de concreto em conformidade com a NBR 9793 no caso de concreto simples e NBR9794 no caso de concreto armado, atualmente também podem ser utilizados tubos tipo Rib-Loc .
  - execução de estudos geotécnicos necessários para definições de elementos de projeto de drenagem, conforme referencia bibliográfica n° 2 como:
    - estudo de fundação das galerias e bueiros com definição de lastro;
    - dimensionamento do tipo de tubo, em função do tipo de solo de fundação e o lastro de apoio da tubulação;
    - definição e dimensionamento de escoramentos.
  - os pontos de lançamentos d'água deverão ser estudados cuidadosamente, prevendo-se condições ideais por absorver a energia do escoamento eliminando os problemas de erosão. Sempre que necessário utilizar dissipadores de energia.

#### **4.6 – PAVIMENTAÇÃO**

- o dimensionamento do pavimento deve ser efetuado a partir da capacidade de suporte do subleito e das camadas sobrejacentes, e do numero equivalente de operações de um eixo padrão obtido através de um período de projeto (vida útil) adotado e o volume médio diário de tráfego;
- a definição das camadas do pavimento deve ser obtida a partir do dimensionamento do mesmo utilizando-se método consagrado, como o método do DNER, da Prefeitura do Município de São Paulo ou do CDHU, ver referencia bibliográfica n° 8 e 21, e anexo C;
- é de fundamental importância que características geotécnicas locais e dos materiais utilizados sejam conhecidas, devendo-se para isto executar uma campanha de investigações geotécnicas, principalmente com vistas à determinação da capacidade de suporte dos solos de fundação do pavimento que pode ser resumida na determinação do valor denominado CBR.

- para obtenção de pavimentos mais econômicos (ver referencia bibliográfica nº 15 e anexo C), é importante considerar as possibilidades de se utilizar materiais locais e de jazidas eventualmente disponíveis nas proximidades do loteamento, em especial para sub-base e reforço do subleito. Assim deve-se efetuar pesquisas verificando as características de suporte dos solos disponíveis no local e o resultado de misturas com materiais granulares, cimento, cal ou outros de modo a reduzir os custos;

Os gráficos a seguir, transcritos da referencia bibliográfica nº 15, apresenta uma comparação de custos do pavimento em função das características do subleito, a alternativas adotadas;

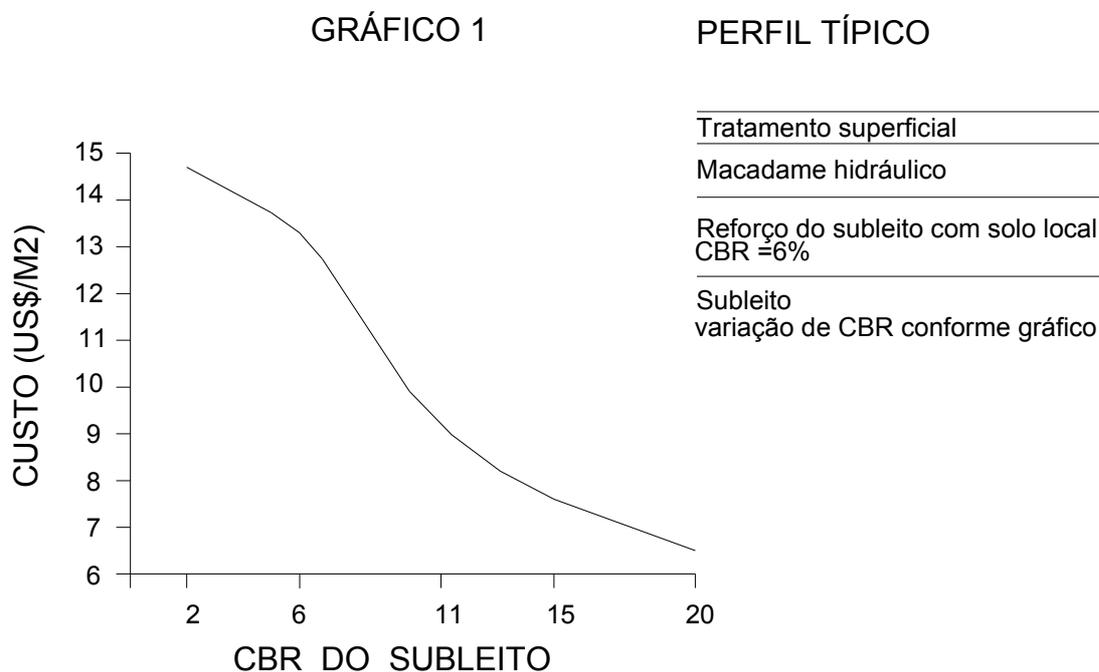
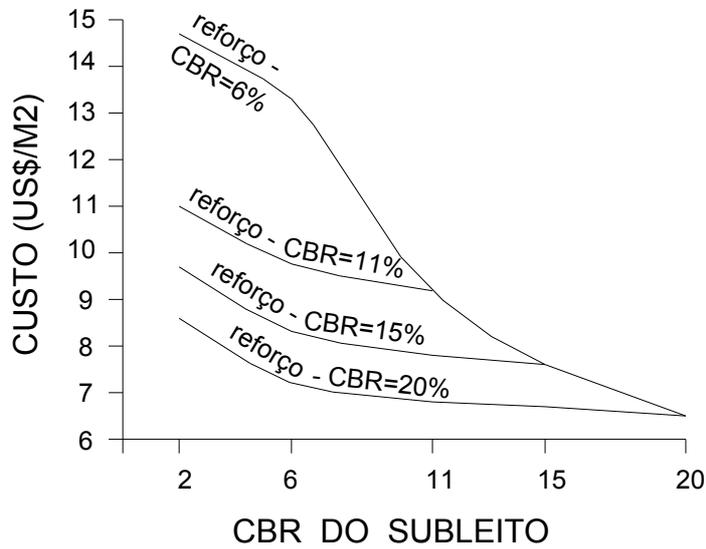


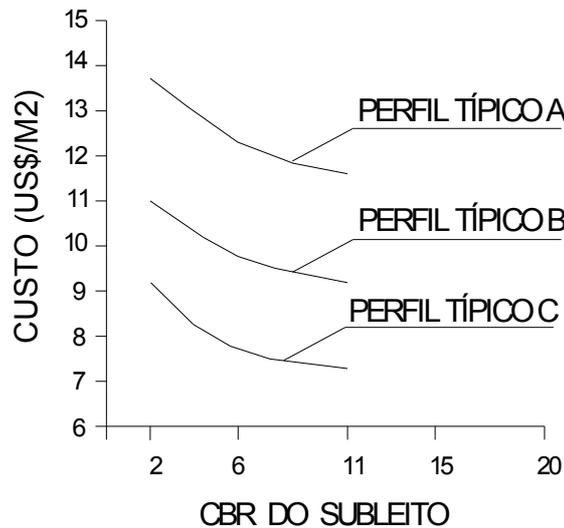
GRÁFICO 2



PERFIL TÍPICO

- Tratamento superficial
- Macadame hidráulico
- Reforço do subleito com solo local  
CBR = 6% / 11% / 15% e 20%
- Subleito  
variação de CBR conforme gráfico

GRÁFICO 3



PERFIL TÍPICO A

- Tratamento superficial
- Macadame hidráulico
- Reforço do subleito  
com solo local  
CBR = 11%
- Subleito  
variação de CBR  
conforme gráfico

PERFIL TÍPICO B

- Pré misturado a quente
- Macadame betuminoso
- Macadame hidráulico
- Reforço do subleito  
com solo local  
CBR = 11%
- Subleito  
variação de CBR  
conforme gráfico

PERFIL TÍPICO C

- Tratamento superficial
- Solo cimento
- Reforço do subleito  
com solo local  
CBR = 11%
- Subleito  
variação de CBR  
conforme gráfico



- 
- as obras de pavimentação devem priorizar as vias principais com maior tráfego e as vias locais onde a declividade e/ou as ocorrências de solo mais frágeis possam condicionar a trafegabilidade;
  - o nível d'água do subsolo sob o leito carroçável deve estar a uma profundidade mínima de 1,50m para perfeito desempenho do pavimento, caso contrário deverá ser prevista a drenagem sub superficial do trecho através de dreno.



---

## 5. PROJETOS

A implantação de um parcelamento deve ser precedida de um conjunto de estudos de projetos que correspondem a diferentes fases de conhecimento técnico e conseqüente detalhamento. Estas fases são assim denominadas.

Projeto de Viabilidade ou Anteprojeto  
Projeto Básico  
Projeto Executivo  
Projeto de Aprovação  
Projeto como Executado ou Constituído

O perfeito desenvolvimento de cada uma destas fases resulta em melhores condições técnico-econômicas ao empreendimento, permitindo que eventuais problemas sejam detectados e sanados ainda na fase de projeto.

A busca da qualidade total exige que o empreendedor defina procedimentos de gerenciamento onde sejam atendidas as diversas etapas de projetos .

Deve-se entender que o projeto é a obra no papel, e como tal, deve considerar e enfrentar os aspectos e problemas construtivos.

Um projeto de qualidade é a garantia de obra exeqüível e com custo conveniente. As soluções de projeto quando desenvolvidas na fase de obra serão mais difíceis e onerosas, podendo levar à situação de ilegalidade

Assim, para que sejam executados bons projetos, devem ser contratados profissionais especializados, recomendando-se a elaboração de um termo de referencia, onde deve constar a descrição de todos os trabalhos a serem desenvolvidos e os produtos finais que devem ser fornecidos pelo projetista.

A fim de subsidiar a elaboração destes documentos e fornecer ao uma visão geral destes trabalhos, a seguir será descrita cada fase de projeto, abordando suas as etapas de trabalho, indicando os elementos necessários para seu desenvolvimento, o escopo e produtos finais que devem ser fornecidos pelo contratado.

Sugere-se que os Projetos Básico e Executivo sejam desenvolvidos pelo mesmo projetista, responsabilizando-o pelas etapas de aprovação e execução (acompanhamento) das obras.

Serão abordados apenas aspectos técnicos de engenharia, não aprofundando nos econômicos e financeiros.

Neste item serão apresentados os termos de referencia para contratação dos serviços de projeto e levantamentos.



---

## 5.1 – PROJETO DE VIABILIDADE OU ANTEPROJETO

O anteprojeto consta de estudos de alternativas para o parcelamento da área, com levantamento das condições e custos de implantação de cada alternativa, que após avaliação e análise das mesmas, permitirá a escolha da melhor solução.

Estes estudos podem ser desenvolvidos a partir de planta restituição aerofotogramétrica ampliada. Porém recomenda-se a elaboração de um levantamento topográfico da área, a nível preliminar, que conduzirão a resultados mais seguros e precisos.

Os trabalhos devem ser desenvolvidos por profissional qualificado, sendo correto um Arquiteto para o estudo urbanístico, com determinação do traçado do sistema viário e do parcelamento, com apoio de Engenheiro Civil para os estudos de terraplanagem, drenagem e pavimentação.

O estudo e análise de alternativas proporcionarão ao empregador uma interpretação rápida e precisa dos seguintes fatores:

- viabilidade do empreendimento;
- posição de áreas verdes e institucionais;
- tamanho de quadras e lotes;
- sistema viário principal e secundário;
- custo do m<sup>2</sup> de área útil por alternativa;
- custo de terraplanagem, drenagem e pavimentação;
- necessidade de área de bota-fora e/ou empréstimo;
- necessidade de terraplanagem e custos das quadras.

Deve-se ressaltar, que com as ferramentas de informática a disposição, os custos para o desenvolvimento destes estudos são plenamente justificáveis.

Os programas de computador permitem executar com relativa facilidade os estudos de alternativas e visualização ao interessado do negocio pretendido.

A fase de anteprojeto deve concluir com a previsão de custos e prazos de cada alternativa de projeto, e justificar as soluções técnicas a serem adotadas.

### 5.1.1 – Levantamentos Topográficos

Os levantamentos topográficos fazem parte dos insumos básicos para elaboração dos projetos.

Levantamentos mal executados com imprecisões topográficas, ou desatualizados podem inclusive inutilizar todo o projeto geométrico, sendo assim todo cuidado deverá ser tomado para contratação de profissional idôneo.

Recomenda-se estabelecer os termos de referencia para contratação dos serviços, que deverá atender o escopo dos serviços e produtos descritos a seguir.



### 5.1.1.1 – Poligonal de Divisa

#### Elementos necessários :

- informações quanto à localização do empreendimento, e divisas a serem levantadas;
- documentação existente da área com dados sobre a divisa.

#### Escopo:

Execução de levantamento planimétrico das divisas conforme serviços abaixo especificados, de acordo com a Norma Técnica NBR 13.1333 da ABNT:

- implantação de uma poligonal base, fechada com tantos vértices quanto forem necessários para definição desta linha;
- os vértices deverão ser definidos com marcos de concreto de 10X10X50, materializados em locais firmes e estratégicos, devidamente sinalizados com seu respectivo número e protegido com estacas testemunhas, envolvendo todo o perímetro da área, sendo que a precisão a ser obedecida será da Classe II PAC da NBR 13333/94 ABNT;
- a partir dos vértices da poligonal base, serão cadastrados por irradiação polar todos os pontos importantes que definem o perímetro do terreno e seu entorno tais como muros, cercas, marcos guias, passeios, riachos, córregos, alagados, sistema viário do entorno etc;
- deverá ser utilizado o sistema de coordenadas oficiais (GPS);
- nos custos do levantamento deverão estar inclusos todo material e serviços de campo necessários para desenvolvimento dos trabalhos, tais como :
  - abertura de picadas;
  - limpezas de vegetação para visadas;
  - marcos de concreto;
- a contratada deverá estar ciente do local de execução dos serviços e das dificuldades locais quanto ao relevo, vegetação e outras circunstâncias do trabalho de campo.

#### Produtos a serem fornecidos:

- desenho plotado em poliéster, e arquivo digital no formato DWG na escala 1:1000 ou 1:2000 com a representação do perímetro levantado, indicação precisa e clara dos seus pontos (coordenadas dos vértices, azimutes e ângulos internos) cadastrados os quais deverão possuir o mesmo N° de ordem daquele constante nas cadernetas de campo e planilha de coordenadas, representadas segundo as convenções para desenho topográfico ou legenda adotada;
- cálculo analítico da área real;
- caderneta de campo contendo os registros numéricos, de forma a não permitir dúvidas;
- planilha de cálculo contendo o erro de fechamento e sua distribuição;
- ART recolhida do trabalho contratado.



### 5.1.1.2 – Planialtimétrico Cadastral Preliminar

#### Elementos necessários:

- informações de localização da área e delimitação do levantamento a ser efetuado, inclusive áreas do entorno, caso couber.

#### Escopo:

Execução de levantamento planialtimétrico cadastral conforme serviços abaixo especificados, de acordo com a Norma Técnica NBR 13.1333 da ABNT, e densidade de pontos recomendada no item 4.1:

- nivelamento geométrico dos vértices das poligonais principais e secundárias obedecendo à precisão de 10mm/Km, nivelados a partir de RN oficial;
- nivelamento trigonométrico de toda área numa faixa de 30m além das divisas com densidade de pontos suficientes para caracterização do relevo do terreno;
- cadastramento por irradiação polar de pontos notáveis: posteamento, boca de lobo, bueiros, poço de visita, saídas de esgoto, matacões, barrancos, depressões, buracos e taludes naturais;
- levantamento dos cursos d'água, córregos, lagos;
- cadastramento de residências existentes, ruas e vielas;
- definição da área total;
- na área levantada deverão constar pontos de segurança (PS) caracterizados através de pinos de aço, para posterior locação da obra;
- os serviços topográficos deverão ser desenvolvidos por meio de equipamentos denominados de Estação Total, precisão de 05 "e 01" com coletor eletrônico;
- nos custos deverão estar inclusos todo material e serviços necessários para desenvolvimento dos trabalhos tais como :
  - abertura de picadas
  - limpezas de vegetação para visadas
  - marcos de concreto;
- a contratada deverá estar ciente do local de execução dos serviços e das dificuldades locais quanto ao relevo, vegetação e outras circunstâncias do trabalho de campo.

#### Produtos a serem fornecidos:

- desenho plotado em poliéster, e arquivo digital no formato DWG, com planta em escala 1:500 para áreas até 6 hectares e na escala 1:1000 para áreas superiores a esta, formato A1 com carimbo especificado pela contratante, contendo os seguintes elementos:
  - traçado da malha de coordenadas ortogonais, cujos parâmetros deverão ter 100 metros de arestas, para escala 1:1000 e cujas coordenadas deverão estar anotadas em cada uma delas, antecipadas de letra N (representando o norte) e E (representando o este);
  - norte magnético;



- 
- pontos levantados com a respectiva cota;
  - pontos de segurança com respectivas cotas e coordenadas;
  - marcos de referências de nível (RN) com respectivas cotas e coordenadas;
  - as curvas de nível, interpoladas de metro em metro, sendo que as curvas múltiplas de 5 serão desenhadas em traço mais espesso do que as demais, e onde serão anotadas suas cotas respectivas;
  - os cursos d'água ou lagos, quando houverem com indicação do sentido do escoamento, largura e cota da linha d'água. Em observação a planta, deverá constar o dia de determinação do nível d'água;
  - apresentação de residências existentes, ruas e vielas e outras interferências levantadas;
- caderneta de campo contendo os registros numéricos, de forma a não permitir dúvidas;
  - planilha de cálculo contendo o erro de fechamento e sua distribuição;
  - ART recolhida do trabalho contratado.

### **5.1.1.3 – Locação de Sondagens**

#### **Elementos necessários:**

- informação de localização das sondagens executadas
- levantamento planialtimétrico preliminar da área

#### **Escopo:**

- locação de sondagens executadas na área levantada.

#### **Produtos a serem fornecidos:**

- indicação de pontos com legenda apropriada, das sondagens levantadas, no desenho em planta do levantamento planialtimétrico cadastral, com indicação de cotas e coordenadas de cada ponto de sondagem
- arquivo digital no formato DWG

### **5.1.2 – Investigações Geológico-Geotécnicas**

#### **Elementos necessários:**

- carta de aptidão e outros mapas e cartas geológico geotécnicas
- levantamento planialtimétrico preliminar

#### **Escopo:**



- consultas a cartas geotécnicas e mapas geológico, onde podem ser identificados locais de risco, condições geotécnicas locais (características, comportamento, e desempenho) e possíveis problemas e prevenção que poderão ser tomadas.
- vistoria no terreno e seu entorno onde deverão ser verificados os materiais existentes no local, condições geológico-geotécnicas da área, possíveis áreas de empréstimo e bota fora;
- programação, definindo quantidades, tipo e localização, análise e interpretação das investigações geológico-geotécnicas;
- execução de sondagens a percussão ou trado, coleta de amostras e execução ensaios de caracterização, MCT e, eventualmente a verificação da colapsibilidade ou expansibilidade dos solos, de acordo com as normas da ABNT, a fim de identificar as camadas do subsolo da área e subsidiar a elaboração de relatório geológico geotécnico;
- elaboração de parecer geológico-geotécnico da área, com base nas investigações realizadas, indicando e ou recomendando:
  - o programa de investigações para desenvolvimento de projeto básico com devidas justificativas;
  - cuidados e indicações para problemas de pavimento, e eventualmente, para edificações;
  - inclinações dos taludes de corte e aterro com correspondentes cálculos preliminares comprovatórios;
  - cuidados com problemas geotécnicos, como: erosão e solos compressíveis, colapsíveis e expansivos, além de outros condicionantes geológicos.

#### **Produtos a serem fornecidos:**

- relatório das investigações geológico-geotécnicas executadas;
- perfis geológico-geotécnicos da área;
- planilhas e gráficos com resultados dos ensaios;
- parecer geológico-geotécnico contendo análise e interpretação das investigações e conclusões e recomendações. Este documento deverá ratificar, ou corrigir e complementar o parecer da fase de levantamentos iniciais, conforme apresentado no item 3.
- ART recolhida do trabalho contratado.

#### **5.1.3 – Geométrico de Urbanismo**

##### **Elementos necessários:**

- diretrizes e recomendações da legislação pertinente;
- levantamento planialtimétrico cadastral (LPAC) preliminar da área;
- parecer geológico geotécnico da área.

##### **Escopo:**

- vistoria no terreno e seu entorno onde deverão ser anotados todos os tipos de interferências que poderão tornar-se condicionantes dos projetos, verificando-se o LPAC fornecido,



---

devendo em caso de necessidade solicitar correções e complementações julgadas necessárias para o desenvolvimento dos serviços;

- estudos de alternativas para parcelamento do loteamento, com indicação de eixo das vias, divisas de quadras e lotes com definição geométrica e áreas, determinação e áreas “non edificandi”, e áreas verdes e institucionais;
- estudo de alternativas para implantação do sistema viário e quadras com definição de inclinação longitudinal das vias, e taludes de corte e aterro, e caso necessário desbaste de quadras, procurando-se obter o menor movimento de terra possível. Previsão de obras de drenagem, contenção e/ou arrimo necessárias para implantação do projeto.
- levantamento preliminar de quantitativos e custos de implantação do parcelamento para cada alternativa proposta;
- fechamento total de áreas de lotes, sistema viário, área institucional e áreas verdes, para cada alternativa, com poligonal da gleba;

#### **Produtos a serem fornecidos:**

- planta de cada alternativa, plotada e em arquivo digital em formato DWG, em escala 1:500 ou 1:1000, sendo aceitas outras escalas caso necessário, contendo:
  - delimitação exata, indicação de confrontantes, curvas de nível de metro em metro, norte e coordenadas;
  - delimitação preliminar de sistema viário, quadras e lotes;
  - eixo das vias ;
  - delimitação e indicação das áreas públicas, “non edificandi” e correspondente ao sistema de lazer;
  - numeração, dimensões e áreas dos lotes e áreas verdes e institucionais
  - indicações de faixas não edificáveis nos lotes, para obras de saneamento;
  - compatibilização do projeto em relação ao sistema de drenagem natural, e indicação do sentido de escoamento das águas pluviais das vias;
  - indicação das larguras das ruas e praças de entorno
  - indicação de ruas adjacentes, que se articulam com o plano de loteamento com respectiva compatibilização com o sistema viário proposto;
  - indicação das faixas “non edificandi” de 15 ou 30 metros ao longo das águas correntes e dormentes, das faixas de domínio das rodovias e dutos. Escrever no interior das faixas “Faixa NON EDIFICANDO – LEI FEDERAL 6766/79”;
  - indicação de faixas de domínio sob as linhas de alta tensão, bem como faixas de domínio das ferrovias, determinadas pelas empresas responsáveis;
  - indicação de faixas de preservação permanente conforme art 2º da lei federal 4771/65, alterada pela lei federal 7803/89, ou legislação municipal específica;
  - indicação de faixas de primeira categoria, conforme indicado na análise de orientação da S.M.A , para casos em áreas de proteção de mananciais;
  - quadro resumo de áreas totais, no carimbo da planta, devidamente discriminado com respectivas áreas e percentual;
  - compatibilização da descrição da matrícula do imóvel com a do projeto.
- perfis longitudinais e seções transversais esquemáticas de cada alternativa para estudo de implantação do loteamento.



- 
- planilha com levantamento preliminar de quantitativos e custos para as alternativas estudadas;
  - ART recolhida do trabalho desenvolvido

#### **5.1.4 – Terraplenagem**

##### **Elementos necessários:**

- anteprojeto de urbanismo;
- levantamento planialtimétrico cadastral preliminar;
- investigações geológico-geotécnicas preliminares;
- parecer geológico-geotécnico.

##### **Escopo:**

- vistoria no terreno e seu entorno onde deverão ser verificados os materiais existentes no local, condições geológico geotécnicas da área, todos os tipos de interferências que poderão tornar-se condicionantes dos projetos, análise do LPAC fornecido, devendo em caso de necessidade solicitar correções e complementações julgadas necessárias para o desenvolvimento dos serviços;
- análise de alternativas de parcelamento proposto no anteprojeto urbanístico, prevendo-se de obras de contenção e/ou arrimo necessárias para implantação do projeto, que devem ser sempre que possível evitada;
- cálculo preliminar dos volumes de corte e aterro das alternativas de parcelamento propostas, para subsidiar o levantamento de custos preliminares do anteprojeto de urbanismo;
- estudos e levantamentos geológico-geotécnicos da área, vislumbrando as possíveis alternativas de implantação do loteamento.

##### **Produtos a serem fornecidos:**

- relatório preliminar de terraplenagem com considerações sobre as alternativas de implantação elaboradas no anteprojeto de urbanismo; caracterização dos materiais remanescentes de escavação e fundação dos aterros, estudos de possíveis áreas de bota fora e empréstimo, problemas esperados com implantação das obras e recomendações para sua prevenção;
- planilha de quantitativos e custos unitários;
- o relatório deverá conter as considerações e justificativas sobre os eventuais problemas e soluções geotécnicas;
- ART recolhida do trabalho contratado.

#### **5.1.5 – Drenagem**



---

**Elementos necessários :**

- anteprojeto de urbanismo e terraplenagem;
- levantamento planialtimétrico cadastral preliminar
- planta de restituição aerofotogramétrica da área.

**Escopo:**

- vistoria na área a fim de verificar-se as condições gerais da mesma e levantar possíveis problemas de drenagem na concepção do projeto geométrico e de terraplenagem, e levantamento de elementos de drenagem existentes na área e no seu entorno que interfiram com a mesma.
- estudos hidrológicos e hidráulicos preliminares, efetuados com base nos critérios utilizados pela prática corrente, que deverão possibilitar o dimensionamento preliminar do sistema de drenagem a fim de subsidiar o levantamento preliminar de custos do anteprojeto de urbanismo.
- análise das alternativas de implantação do loteamento, efetuado no anteprojeto de urbanismo, quanto às condições de implantação de drenagem superficial da área.

**Produtos a serem fornecidos:**

- planta com restituição aerofotogramétrica da área em escala 1:2000, ou escala disponível na região, com indicações das bacias contribuintes;
- relatório técnico contendo análise das alternativas de implantação do loteamento quanto aos aspectos de drenagem da área;
- planilha de quantitativos e custos unitários;
- memorial de cálculo preliminar, contendo:
  - os parâmetros utilizados no cálculo de vazões para o sistema de drenagem;
  - determinação preliminar das vazões contribuintes;
  - cálculo da capacidade hidráulica de escoamento das vias e sarjetas.

**5.1.6 – Pavimentação****Elementos necessários:**

- relatório geológico-geotécnico e investigações preliminares;
- anteprojeto de urbanismo, terraplenagem e drenagem;
- dados de tráfego em função da hierarquização das vias proposta pela concepção urbanística.

**Escopo:**

- estudos e dimensionamentos preliminares com levantamentos de possibilidades de alternativas para as camadas de base sub-base e capa do pavimento, vislumbrando as



---

características dos materiais existentes na região (carta de aptidão e pesquisa bibliográfica), para execução de pavimentação da área, com levantamento de custos.

### **Produtos a serem fornecidos**

- relatório técnico, apresentando os critérios de dimensionamento, e alternativas de pré-dimensionamento do pavimento e custos;
- ART recolhida do trabalho contratado.

## **5.2 – PROJETO BÁSICO**

Nesta fase, os trabalhos técnicos devem ter o nível de detalhamento suficiente para definir claramente o conjunto de todos os elementos componentes das obras, incluindo memoriais descritivos, cálculos de dimensionamento, desenhos, quantificações e planilhas de orçamento.

É importante ressaltar, que esta fase deve ser desenvolvida a partir de um levantamento planialtimétrico cadastral da área e com plenos conhecimentos dos condicionantes geotécnicos, sanitários, meio ambiente, urbanísticos e sanitários.

No projeto básico são estudadas em detalhes as disposições do sistema viário, onde se efetiva o estudo de terraplenagem para sua implantação, as dimensões dos lotes e soluções de infraestrutura, baseado na concepção urbanística definida no anteprojeto.

### **5.2.1 – Levantamentos Topográficos**

#### **5.2.1.1 – Poligonal de Divisa**

Este serviço só se justifica, nesta fase, em casos de alterações e ou correções dos serviços executados no item 5.1.1.1.

#### **Elementos necessários :**

- levantamento da poligonal das divisas efetuado na fase de anteprojeto.

#### **Escopo:**

- deverá ser executado conforme item 5.1.1.1., visando acertar as alterações devidas.

#### **Produtos a serem fornecidos:**

Conforme item 5.1.1.1, com as alterações devidas.

#### **5.2.1.2 – Planialtimétrico Cadastral**



---

**Elementos necessários:**

- informações de localização da área e delimitação do levantamento a ser efetuado, inclusive áreas do entorno, se necessário.
- levantamento planialtimétrico cadastral preliminar.

**Escopo:**

- execução de levantamento planialtimétrico cadastral conforme descrito no item 5.1.1.2, porém com uma densificação de pontos maior, permitindo uma representação da topografia da área mais precisa conforme recomendações do item 4.1.

**Produtos a serem fornecidos:**

Conforme item 5.1.1.2.

**5.2.1.3 – Locação de Sondagens****Elementos necessários:**

- informação de localização das sondagens executadas;
- levantamento planialtimétrico cadastral da área.

**Escopo:**

- locação de sondagens executadas na área levantada.

**Produtos a serem fornecidos:**

- indicação de pontos com legenda apropriada, das sondagens levantadas, no desenho em planta do levantamento planialtimétrico cadastral, com indicação de cotas e coordenadas de cada ponto de sondagem;
- arquivo digital no formato DWG.

**5.2.2 – Investigações Geológico-Geotécnicas****Elementos necessários:**

- investigações geotécnicas preliminares;
- relatório geológico geotécnico da área;
- anteprojetos de urbanismo, terraplenagem, drenagem e pavimentação.

**Escopo:**



- execução de investigações geotécnicas a fim de subsidiar a execução de todos os estudos geotécnicos da área, conforme anteprojetos de terraplenagem e drenagem;
- complementação e detalhamento do item 5.1.2 em função das necessidades;
- programação, definindo quantidades, tipo e localização, análise e interpretação das investigações geológico-geotécnicas;
- execução de investigações geotécnicas necessárias para elaboração de projeto de pavimentação.
- execução de investigações geotécnicas necessárias para elaboração de projeto de fossa sanitária;
- elaboração de parecer geológico-geotécnico da área, com base nas investigações realizadas, indicando e ou recomendando:
  - eventual, programa de investigações para desenvolvimento de projeto executivo com devidas justificativas;
  - inclinações dos taludes de corte e aterro com correspondentes cálculos comprobatórios;
  - cuidados com problemas geotécnicos, como: erosão e solos compressíveis, colapsíveis e expansivos, além de outros condicionantes geológicos.

#### **Produtos a serem fornecidos:**

- relatório das investigações geológico-geotécnicas executadas, com análise e interpretação dos resultados.
- planilhas e gráficos dos resultados de ensaios;
- ART recolhida do trabalho contratado.

### **5.2.3 – Geométrico de Urbanismo**

#### **Elementos necessários:**

- anteprojeto de urbanismo
- levantamento planialtimétrico cadastral da área

#### **Escopo:**

- definição geométrica dos eixos das vias (PI's);
- definição de divisa das áreas de lotes e quadras, com coordenadas para locação;
- definição geométrica dos lotes com respectivas áreas;
- definição geométrica das quadras;
- definição das faixas “non edificandi”
- fechamento total de áreas de lotes, sistema viário, área institucional e áreas verdes, com poligonal da gleba;

#### **Produtos a serem fornecidos:**



- 
- planta plotada e em arquivo no formato DWG, da alternativa escolhida com os devidos ajustes e modificações, em escala 1:500 ou 1:1000, sendo aceitas outras escalas caso necessário, contendo todos os elementos descritos no item 5.1.3.

#### **5.2.4 – Terraplenagem**

##### **Elementos necessários:**

- anteprojeto de urbanismo e terraplenagem
- projeto geométrico de urbanismo básico
- levantamento planialtimétrico cadastral
- investigações geológico-geotécnicas

##### **Escopo**

- estudo de implantação do sistema viário com definição de inclinação longitudinal das vias, e taludes de corte e aterro, e caso necessário desbaste de quadras, procurando-se obter o menor movimento de terra possível, compensando-se os volumes de corte e aterro de modo a evitar-se, ao máximo a necessidade de empréstimos ou bota fora de materiais. Previsão de obras de contenção e/ou arrimo necessárias para implantação do projeto.
- análise dos levantamentos planialtimétrico efetuados, devendo em caso de necessidade solicitar correções e complementações julgadas necessárias para desenvolvimento do serviço;
- cálculo dos volumes de corte e aterro.
- estudos geológico-geotécnicos de áreas do loteamento, empréstimo e bota-fora, e obras específicas de contenção e taludes;

##### **Produtos a serem fornecidos**

- planta, plotada e em arquivo formato DWG, em escala 1:500 ou 1:1000, sendo aceitas outras escalas caso necessário, contendo:
  - sistema viário, com indicação de eixo com estaqueamento a cada 20 metros indicando as cotas de projeto;
  - traçado da crista dos taludes e das saias dos taludes de corte e aterro projetados as respectivas inclinações;
  - curvas de nível de metro em metro numerando e reforçando as cotas múltiplas de 5.
  - definição geométrica das obras de patamarização ou desbaste;
  - sentido de escoamento das águas pluviais nas vias e quadras terraplenadas e correspondentes declividades;
  - indicação dos marcos de referência internos e de poligonal de divisa;
  - indicação de obras de arrimo ou contenções;
  - indicação de sondagens e outras investigações executadas;
  - proteção superficial provisória das quadras e taludes, indicando os elementos de contenção de erosão e assoreamento.



- 
- perfis longitudinais em desenhos plotados e em arquivo DWG, em escala 1:1000 (horizontal) e 1:100 (vertical), ou 1:500(horizontal) e 1:50 (vertical), contendo:
    - estaqueamento a cada 20 metros, com o número da estaca cota do terreno natural e de projeto;
    - traçado do terreno natural e da via projetada com as respectivas cotas e as declividades longitudinais;
    - intersecção do eixo das vias, transversais com inscrição de sua denominação.
  - seções transversais à pista a cada 20 metros e intermediárias sempre que se justificar, na largura necessária para apresentar os taludes projetados, em desenhos plotados e em arquivo DWG, em escala 1:200, contendo:
    - escalas verticais com cotas
    - inclinações dos taludes de corte e aterro, com cota do eixo do greide e cotas do pé e da crista;
    - proteção provisória contra águas de chuva
    - indicação de obras de arrimo ou contenções (que deverão ser detalhadas em projeto específico)
    - terreno original indicado em linha tracejada.
  - seção transversal a todo e qualquer talude de corte e aterro executados fora das vias publica, a cada 20 metros e intermediárias, sempre que se justificar, em desenhos plotados e em arquivo DWG, em escala 1:200, contendo:
    - escalas verticais com cotas
    - inclinações dos taludes de corte e aterro, com cotas do pé e da crista;
    - drenagem e proteção provisória contra águas de chuva
    - indicação de obras de arrimo ou contenções (que deverão ser detalhadas em projeto específico)
    - terreno original indicado em linha tracejada.
  - relatório geológico geotécnico contendo caracterização dos materiais remanescentes de escavação e fundação dos aterros, estudos de possíveis áreas de bota fora e empréstimo, problemas esperados com implantação das obras e recomendações para sua prevenção.
  - memorial de descritivo contendo :
    - volumes de corte e aterro;
    - definição de áreas de empréstimo e/ou bota fora, localização e volumes conforme necessidade;
    - destino e origem dos materiais de terraplenagem
    - etapas de execução
    - medidas de proteção e drenagem superficial de prevenção à erosão e assoreamento.
  - memorial de cálculo de dimensionamento dos taludes de corte e aterros, recalques e contenções contendo:
    - definição dos parâmetros de resistência e/ou adensamento das camadas compressíveis, conforme o caso, dos solos envolvidos, justificados através de ensaios de laboratório ou referência bibliográfica;
    - hipóteses e métodos de cálculo;
    - cálculos e resultados comprovando a segurança das obras projetadas.
  - planilhas de quantidades e custos.
  - ART recolhida do trabalho contratado.



## 5.2.5 – Drenagem

### Elementos necessários :

- projeto geométrico básico de urbanismo e de terraplenagem;
- anteprojeto de drenagem;
- levantamento planialtimétrico cadastral;
- parecer geológico geotécnico;
- investigações geológicas geotécnicas.

### Escopo:

- estudos hidrológicos e hidráulicos que deverão ser efetuados com base nos critérios utilizados pela prática corrente, que deverão possibilitar o dimensionamento criterioso e econômico de todo o sistema de drenagem.
- projeto de rede de drenagem orientada de modo a possibilitar o máximo aproveitamento da capacidade hidráulica das vias observando-se instalações de sarjetões em cruzamentos para direcionamento dos fluxos d'água e início da rede em função de existência de ponto baixo, onde a capacidade da via passa a ser inferior a vazão de contribuição, ou em condições de velocidades excessivas ou mínimas nas sarjetas.
- estudo do lançamento final em local adequado prevendo-se os dispositivos hidráulicos necessários tais como escadarias hidráulicas e caixas de dissipação, do modo a evitar-se futuros problemas neste ponto como erosão, assoreamento etc.
- estudos geológicos geotécnicos necessários para implantação do sistema de drenagem, como escoramentos de escavações, fundações das galerias, e bueiros etc.

### Produtos a serem fornecidos

- planta com restituição aerofotogramétrica da área em escala 1:2000, ou escala disponível na região, com indicações das bacias contribuintes;
- memorial de cálculos hidráulicos e hidrológicos , contendo:
  - os parâmetros utilizados no cálculo de vazões para o sistema de drenagem;
  - determinação das vazões contribuintes;
  - cálculo da capacidade hidráulica de escoamento das vias e sarjetas.
- projeto em desenhos plotados e em arquivo DWG, apresentado em planta em escala de 1:1000 ou 1:500, contendo:
  - sistema viário com indicação dos lotes e curvas de nível de metro em metro;
  - divisão das sub-bacias internas ao loteamento utilizadas para o cálculo de vazão contribuinte;
  - definição do sentido de escoamento das águas pluviais nas ruas e quadras;
  - indicação das estruturas de captação, transporte e disposição final, com respectivas dimensões, declividade longitudinal e profundidades.
- memorial de cálculos hidráulicos e hidrológicos , contendo:



- 
- os parâmetros utilizados no cálculo de vazões para o sistema de drenagem;
  - determinação das vazões contribuintes;
  - cálculo da capacidade hidráulica de escoamento das vias e sarjetas.
  - memorial de cálculo geotécnico efetuado necessário para implantação do sistema de drenagem contendo:
    - definição dos parâmetros de resistência dos solos envolvidos, justificados através de ensaios de laboratório ou referência bibliográfica;
    - hipóteses e métodos de cálculo;
    - cálculos e resultados comprovando a segurança das obras projetadas.
  - quadro resumo das quantidades;
  - ART recolhida do trabalho contratado.

### **5.2.6 – Pavimentação**

#### **Elementos necessários:**

- anteprojeto de pavimentação;
- investigações geológicas geotécnicas;
- projetos de terraplenagem e drenagem superficial e subterrânea;
- dados de tráfego, e eventualmente sobrecarga prevista para as diversas áreas objeto do projeto

#### **Escopo:**

- análise das investigações geológico-geotécnicas executadas visando estudo para pavimentos, tanto do subleito interno à obra, quanto nas eventuais jazidas de materiais naturais que se prestem à sub-base de pavimentação;
- análise dos projetos de terraplenagem, drenagem superficial e eventualmente subterrânea, de tal forma a propiciar todas as condições necessárias a que o pavimento apresente bom desempenho em todo o período de vida útil assumido pelo projeto. Tal análise deverá ser apresentada em forma de relatório conclusivo;
- definição das estruturas de pavimentação flexível, em no mínimo duas alternativas utilizando materiais distintos para o sistema viário, definindo as espessuras, materiais e suas especificações técnicas;
- levantamento de quantidades de serviços e materiais necessários para execução das obras.

#### **Produtos a serem fornecidos**

- relatório técnico, apresentando os critérios de dimensionamento, e resultados obtidos;
- desenho em planta em escala 1:1000, com indicação dos pavimentos típicos adotados
- quadro resumo de quantidades;



- ART recolhida do trabalho contratado.

### **5.3 – PROJETO EXECUTIVO**

Consiste no detalhamento, complementação ou até revisão do Projeto Básico, atingindo um nível suficiente para fornecer todos os elementos geométricos e topográficos, necessários para execução das obras de terraplanagem, drenagem, redes d'água e esgoto e outras a serem executadas, além das amarrações de ruas, quadras e lotes.

Nesta fase deverão ser detalhadas as especificações técnicas, com seqüência construtiva das obras de limpeza, terraplanagem, drenagem e etc. Definindo-se origem, destinos e volumes dos materiais de terraplanagem; cronograma físico-financeiro; cuidados e procedimentos executivos, principalmente decorrentes de chuvas, obras provisórias de drenagem e proteção superficial e equipamentos a serem utilizados.

#### **5.3.1 – Levantamentos Topográficos**

Em função dos estudos desenvolvidos no projeto básico dentro das diversas áreas, poderá haver necessidade de melhor detalhamento de áreas específicas e nas faixas das vias, onde deverá ser efetuado levantamento planialtimétrico cadastral mais criterioso conforme descrito a seguir.

##### **5.3.1.1 – Planialtimétrico Cadastral de Áreas Específicas**

###### **Escopo:**

- execução de levantamento planialtimétrico cadastral conforme serviços especificados no item 5.1.1.2, e densidade de pontos recomendada no item 4.1. de campo.

###### **Produtos a serem fornecidos:**

Conforme descrito no item 5.1.1.2, porém com desenho apresentado em escala 1:100 ou 1:250.

##### **5.3.1.2 – Locação de Sondagens**

###### **Elementos necessários:**

- informação de localização das sondagens executadas
- levantamento planialtimétrico cadastral da área

###### **Escopo**



- 
- constará na locação de sondagens complementares executadas na área do loteamento

### **Produtos a serem fornecidos**

Conforme descrito no item 5.1.1.3.

### **5.3.2 – Investigações Geológico Geotécnicas**

#### **Elementos necessários:**

- relatório de investigações geológico-geotécnicas realizadas
- projetos básicos de terraplenagem, drenagem e pavimentação

#### **Escopo:**

- programação de investigações complementares, definindo quantidades, tipo e localização, análise e interpretação das investigações geológico-geotécnicas;
- execução de investigações geotécnicas julgadas necessárias, para refinamento, complementação, ou devido à insuficiência de informações na fase anterior;
- elaboração de relatório .

#### **Produtos a serem fornecidos:**

Conforme item 5.2.2 com as devidas complementações.

### **5.3.3 – Geométrico de Urbanismo**

#### **Elementos necessários:**

- projeto básico de urbanismo, terraplenagem e drenagem .

#### **Escopo:**

- ajustes necessários em função de conflitos com drenagem e terraplenagem levantados no projeto básico;
- definição geométrica dos eixos das vias (PI's), com elementos de curvas, e definição de todas coordenadas de pontos notáveis;
- definição de divisa das áreas de lotes e quadras, com coordenadas para locação;
- definição geométrica dos lotes com respectivas áreas;
- definição geométrica das quadras, com coordenadas;
- definição das faixas “non edificandi”
- fechamento total de áreas de lotes, sistema viário, área institucional e áreas verdes, com poligonal da gleba;



---

## Produtos a serem fornecidos

Conforme item 5.2.3, com os devidos ajustes e modificações.

### 5.3.4 – Terraplenagem

#### Elementos necessários:

- projeto básico de terraplenagem;
- projeto executivo geométrico de urbanismo;
- levantamento planialtimétrico cadastral específico, se for o caso;
- investigações geológico-geotécnicas complementares, caso necessário.

#### Escopo

- detalhamento e eventual modificação do projeto básico de implantação do sistema viário com definição de inclinação longitudinal das vias, e taludes de corte e aterro, e caso necessário desbaste de quadras, ajustando-se o estudo de movimento de terra efetuado.
- cálculo dos volumes de corte e aterro.
- estudos geológico-geotécnicos de obra de contenção e taludes;
- elaboração de especificações técnicas e seqüência construtiva das obras necessárias para contratação, e desenvolvimento de controle tecnológico das mesmas.
- detalhamento de elementos de arrimo e contenção, previstos na etapa anterior.

#### Produtos a serem fornecidos:

Conforme item 5.2.4, com os devidos ajustes e modificações acrescido dos seguintes produtos:

- desenho plotado e em arquivo digital formato DWG, em escala adequada, com detalhamento dos projetos de contenção, com indicação de todos os elementos necessários para sua execução.
- relatório das investigações geológico-geotécnicas complementares executadas, contendo perfis das sondagens executadas, planilhas e gráficos de ensaios, e análise e interpretação dos resultados;
- especificação técnicas construtivas das obras de terraplenagem e contenção:
  - seqüência construtiva
  - processos e procedimentos executivos;
  - procedimentos e critérios controle tecnológico, acompanhamento, medição e pagamento
- cronograma físico financeiro

### 5.3.5 – Drenagem



---

### **Elementos necessários :**

- projeto executivo geométrico de urbanismo;
- projeto básico de drenagem e terraplenagem;
- levantamento planialtimétrico cadastral complementar, se for o caso.

### **Escopo:**

- estudos hidrológicos e hidráulicos complementares em função de ajustes efetuados no projeto básico.
- detalhamento da rede de drenagem desenvolvido no projeto básico.
- detalhamento de todos dispositivos hidráulicos necessários, tais como bocas de lobo, poços de visita, escadarias hidráulicas, caixas de dissipação etc.
- elaboração de especificações técnicas e seqüência construtiva das obras necessárias para contratação e desenvolvimento e controle tecnológico das mesmas.

### **Produtos a serem fornecidos:**

Conforme item 5.2.5, com os devidos ajustes e modificações acrescido dos seguintes produtos:

- perfil longitudinal a rede em escala em escala 1:1000 (horizontal) e 1:100 (vertical), ou 1:500 (horizontal) e 1:50 (vertical), apresentado em desenho plotado em poliéster e em arquivo digital formato DWG, contendo:
  - diâmetro, comprimento e inclinação da galeria projetada;
  - indicação de poços de visita e caixas de ligação numerados conforme memória de cálculo;
  - cota de chegada e saída da galeria nos poços de visita, e cota de topo.
- especificação técnicas construtivas das obras de drenagem contendo:
  - seqüência construtiva;
  - processos e procedimentos executivos;
  - procedimentos e critérios controle tecnológico, acompanhamento, medição e pagamento.
- cronograma físico-financeiro;

### **5.3.6 – Pavimentação**

#### **Elementos necessários:**

- investigações complementares;
- projetos de terraplenagem e drenagem superficial e subterrânea (nível executivo) ;
- projeto básico de pavimentação



## **Escopo:**

- estudos complementares e ajustes necessários ao projeto efetuado na fase anterior;
- levantamento de quantidades de serviços e materiais necessários para execução das obras
- elaboração de especificações técnicas e seqüência construtiva das obras necessárias para contratação e desenvolvimento e controle tecnológico das mesmas.

## **Produtos a serem fornecidos:**

Conforme item 5.2.6, com os devidos ajustes e modificações acrescido dos seguintes produtos:

- especificação técnicas construtivas das obras de pavimentação contendo:
  - seqüência construtiva;
  - processos e procedimentos executivos;
  - procedimentos e critérios controle tecnológico, acompanhamento, medição e pagamento.
- cronograma físico-financeiro;

## **5.4 – PROJETO COMO EXECUTADO OU CONSTRUÍDO**

Esta é a fase após a execução das obras e locação das quadras e lotes. Nesta fase devem ser elaborados desenhos que registrem com precisão, as dimensões e locações das obras como efetivamente foram executadas; as etapas de construção; as eventuais substituições de materiais e equipamentos e quaisquer outras modificações significativas.

Este documento é importante para municiar a eventual necessidade de futuros reparos, manutenções e reformas na infra-estrutura do loteamento, facilitando localização das redes, conhecimento da estrutura existente, etc.

## **5.5 – PROJETO DE APROVAÇÃO**

O Projeto de Aprovação, atende muitas vezes apenas solicitações de órgãos públicos, não contemplando, por vezes, importantes quesitos de urbanismo e engenharia.

No setor de desenvolvimentos urbanos os empreendedores executam, muitas vezes, apenas o Projeto de Aprovação não se dando conta dos riscos envolvidos neste procedimento.

Quando o projeto é desenvolvido procurando a aprovação dos órgãos públicos, via de regra, negligencia-se os problemas de execução das obras e os custos de engenharia.

O projeto deve contemplar todas as solicitações dos órgãos públicos, além de contemplar as necessidades técnicas quanto às questões urbanísticas e de engenharia, executando-se o mesmo em paralelo ao projeto básico.



## 6. IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS

Para que a implantação das obras seja efetuada com eficácia é indispensável a que sejam executadas de acordo com o projeto executivo. Este deve conter as especificações técnicas, seqüência construtiva, procedimentos e critérios controle tecnológico e de medição e pagamento.

Assim para contratação de todos os serviços da obra é importante a elaboração de um termo de referencia amarrando a execução da obra ao projeto, além de definições quanto a preços condições de pagamento, prazos e critérios de aceitação das obras.

As obras devem ser executadas com acompanhamento de um engenheiro responsável que efetuará a direção técnica da obras com os seguintes objetivos:

- ajuste, adequação, complementação e programação de sondagens e ensaios;
- verificação de interferências de campo com o projeto;
- verificar e atender à conformidade com o projeto;
- adequação e ajuste do projeto às reais condições de campo;
- verificar o atendimento das especificações de projeto;
- desenvolver ou complementar as especificações técnicas;
- execução de relatórios de visita e de acompanhamento;
- abertura e manutenção de um diário de obras;
- orientação, verificação e liberação dos serviços topográficos e de controle tecnológico;
- assumir a responsabilidade de execução da Obra, conjuntamente com a empreiteira;
- desenhos de projeto como construído.

Deve-se efetuar um controle topográfico e geométrico visando orientar e verificar os serviços executados pela empreiteira, fiscalizando a precisão e qualidade dos seguintes serviços:

- locação das obras, cotas e medidas lineares necessárias à execução da obra;
- marcos de referência de deslocamentos e/ou recalques quando couber;
- cálculo e quantitativos da obra, para medições e pagamento;
- projeto como construído.

Além do controle topográfico deve-se efetuar o controle tecnológico de materiais e execução das obras compreendendo a orientação verificação e comprovação de todo e qualquer resultado de ensaios apresentados pela empreiteira em atendimento as Normas e instruções da ABNT, e as solicitadas nas especificações técnicas de projeto.

No controle tecnológico serão verificados os tipos, quantidades e freqüência dos ensaios comprobatórios da qualidade das obras executadas pela empreiteira.



## Fotos de Obras

### 6.1– SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

A seguir está enumerada a seqüência dos serviços a serem desenvolvidos para que as obras de implantação sejam desenvolvidas com segurança e economia.

#### 6.1.1 – Locação e Topografia

- eixo das vias;
- linhas das cristas de corte e saias de aterro (“off-set”) das vias;
- definição das cotas de terraplanagem junto à linha de “off-set” ;
- linhas de “off-set” de terraplanagem, quadras e outras áreas .

#### 6.1.2 – Abertura das Vias

- desmatamento e destocamento;
- limpeza da camada vegetal e armazenamento.

#### 6.1.3 – Terraplanagem das Vias

- acompanhamento das obras, relocação das linhas de “off-set“, com indicação em cruzetas de alturas de corte e aterro e piquetes testemunho;
- escavação na via, carga e transporte para aterro ao longo da via /quadra/bota-fora;
- aterro com controle tecnológico, conforme projeto executivo;
- aterro executado com sobrelargura;
- aterro de subleito das vias executado com controle tecnológico mais rigoroso;
- escavação, carga e transporte em área de empréstimo para aterro ao longo da via e quadras subjacentes de acordo com a seqüência executiva;
- drenagem provisória com cordões, valas e bacias de amortecimento;
- proteção superficial, com material de limpeza da camada vegetal, grama em placas, monte ou panos de pedras etc.;
- drenagem permanente, estrutura de dissipação, escadarias hidráulicas, canaletas gramadas e de concreto, caixas de passagem, poços de inspeção e bocas de lobo.

#### 6.1.4 – Terraplanagem das Quadras

- acompanhamento das obras, relocação das linhas de “off-set“, com indicação em cruzetas de alturas de corte e aterro e piquetes testemunho;



- 
- escavação carga e transporte para aterros de quadras e outras áreas, de acordo com a seqüência executiva;
  - aterro com controle tecnológico, conforme projeto executivo;
  - aterro executado com sobrelargura;
  - drenagem provisória com cordões, valas e bacias de amortecimento;
  - proteção superficial, com material de limpeza da camada vegetal, grama em placas, monte ou panos de pedras, etc;
  - drenagem permanente, estrutura de dissipação, escadarias hidráulicas, canaletas gramadas e de concreto, caixas de passagem, poços de inspeção e bocas de lobo.

#### **6.1.5 – Galerias**

- locação e nivelamento dos elementos e acessórios do sistema de drenagem superficial;
- execução das estruturas de dissipação e lançamento d'água;
- escavação e escoramento de valas;
- apiloamento da fundação e lastro das tubulações;
- reaterro das valas;
- execução dos poços de visita e caixas de passagem;
- execução das caixas de bocas de lobo;
- proteção superficial contra assoreamento.

#### **6.1.6 – Guias e Sarjetas**

- escavação, carga e transporte de caixa do subleito para aterro ao longo de vias quadras ou bota-fora;
- assentamento de guias e sarjetas pré-moldadas ou extrudadas;
- aterro das calçadas, com solo de escavação das ruas ou material de limpeza da camada superficial;
- proteção superficial das calçadas com material de limpeza da camada vegetal, grama em placas etc;
- proteção superficial contra erosão do subleito provisório “ou revestimento primário e guias e sarjetas executadas”.

#### **6.1.7 – Pavimentação**

- abertura e preparo de caixa;
- execução e reforço do subleito;
- execução de camadas de base sub-base e capa com controle tecnológico, conforme especificações técnicas constantes no projeto executivo;
- estudos de alternativas com reforço de subleito, sub-base e base, com uso de materiais locais, com ou sem aditivos, (ver anexo3).



## **6.2 – PRINCIPAIS CAUSAS DE PROBLEMAS**

A seguir estão correlacionadas as principais causas de problemas observadas na implantação das obras de terraplenagem, drenagem e pavimentação. Recomenda-se atenção e cuidados aos aspectos relacionados a seguir quando da execução das respectivas obras.

### **6.2.1 – Locação e Topografia**

- falta de projeto executivo com elementos necessários;
- locações erradas sem verificações;
- falta de “cruzetas” e indicações de cotas para sinalizar o encarregado de terraplanagem na execução das obras;
- diferença entre o levantamento topográfico e locação das obras;
- procedimento inadequado ou incorreto na locação das cristas de corte e saias de aterro;
- execução indevida de escavações e aterros.

### **6.2.2 – Abertura das Vias**

- falta de definição de áreas de “bota - fora”, convenientes, apropriadas e aprovadas pelos órgãos competentes;
- falta de planejamento na remoção e disposição de material para futura utilização;
- execução de obras em duplicidade.

### **6.2.3 – Terraplanagem das Vias**

- diferença entre o levantamento topográfico e locação das obras;
- procedimento inadequado ou incorreto na locação das cristas de corte e saias de aterro;
- execução indevida de escavações e aterros;
- falta de controle tecnológico dos materiais e execução dos serviços;
- falta de especificação técnica definindo critério de execução;
- falta de planejamento na execução;
- execução de corte e aterro sem definição de origem e destino dos materiais;
- improviso na execução ficando às decisões pôr conta dos técnicos de campo;
- execução de operações de terraplanagem em duplicidade;
- falta de obras provisórias de proteção e drenagem superficial;
- erosões de taludes e plataformas;
- deslizamentos de taludes por falta de dimensionamento adequado;
- assoreamentos de pontos baixos como galerias, bueiros, córregos e outras situações;
- falta de planejamento na execução de drenagem e proteção superficial permanente;
- falta de acabamento e proteção contra as chuvas das obras recém construídas de drenagem e proteção superficial;



- 
- rupturas por erosão;
  - reconstrução de obras de drenagem e proteção superficial.

#### **6.2.4 – Terraplanagem das Quadras**

- diferença entre o levantamento topográfico e locação das obras;
- procedimento inadequado ou incorreto na locação das cristas de corte e saias de aterro;
- execução indevida de escavações e aterros;
- falta de controle tecnológico dos materiais e execução dos serviços;
- falta de especificação técnica definindo critérios de execução;
- falta de planejamento na execução;
- execução de corte e aterro sem definição de origem e destino dos materiais;
- improvisado na execução ficando às decisões por conta dos técnicos de campo.
- falta de planejamento na execução de drenagem e proteção superficial permanente;
- falta de acabamento e proteção contra as chuvas das obras recém construídas de drenagem e proteção superficial;
- rupturas por erosão;
- deslizamentos de taludes por falta de dimensionamento adequado;
- reconstrução de obras de drenagem e proteção superficial.

#### **6.2.5 – Galerias**

- falta de planejamento e coordenação entre as obras de drenagem provisórias e permanentes com a terraplanagem;
- seqüência ou etapas construtivas das galerias e seus dispositivos inadequadas ou impróprias;
- deficiência no dimensionamento das estruturas de dissipação;
- lançamento das águas de chuva nos pontos baixos ou inadequados;
- execução deficiente da fundação e lastro de tubulações, poços de visita, bocas de lobo e caixas de passagem;
- ruptura de sistemas executados;
- erosão no entorno e ruptura dos dispositivos de drenagem executados;
- reaterro insuficiente e inadequado de valas e outros dispositivos de drenagem;
- recalque e afundamento de tubulações;
- falta de controle tecnológico dos materiais e execução dos serviços.

#### **6.2.6 – Guias e Sarjetas**

- falta de planejamento e coordenação entre as obras de drenagem provisórias e permanentes com a terraplanagem;
- seqüência ou etapas construtivas das inadequadas ou impróprias;



- 
- ruptura de sistemas executados;
  - erosão no entorno e ruptura dos dispositivos de drenagem executados;
  - falta de controle tecnológico dos materiais e execução dos serviços.

### **6.2.7 – Pavimentação**

- rupturas das camadas por falta de dimensionamento adequado;
- afundamentos e trincas no pavimento;
- falta ou falha de drenagem interna e superficial;
- erosão das camadas durante execução;
- falta de controle tecnológico dos materiais e execução dos serviços.



---

## 7 - PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Este item visa apresentar os principais problemas geotécnicos observados em obras de implantação urbana, advindos de deficiências de concepção, projeto, obras, implantação de edificação e manutenção geral da infra-estrutura implantada.

A seguir estão relacionados os problemas, indicando as principais causas e possíveis soluções.

### 7.1 – EROSÃO

O processo erosivo consiste na destruição da estrutura do solo e sua remoção por ação de águas superficiais.

A erosão geralmente é iniciada pelo impacto das chuvas em um solo desprotegido, desagregando suas partículas, e aos poucos liberando porções destas partículas. Esta ação inicial é complementada pela ação do escoamento superficial, que com sua velocidade e energia arrastam as partículas liberadas. (ver referencia bibliográfica nº 11)

Em função das características geotécnicas do material o processo pode alcançar maiores ou menores proporções.

Nas obras de escavações há a remoção da camada vegetal e alteração da superfície do terreno natural, estas ações do homem afetam a drenagem natural do terreno e expõe os solos sub superficiais ao processo de erosão.

Assim, cabe ao engenheiro geotécnico, prever a intensidade de tais problemas, considerando a suscetibilidade dos solos, volumes e velocidades da água de chuva, profundidade do lençol freático e declividades do terreno. E, propor soluções provisórias e permanentes, respectivamente para as fases de execução das obras de terraplenagem e posteriormente a elas.

As principais causas da erosão e respectivas soluções estão apresentadas a seguir:

#### 7.1.1 – Remoção da Vegetação

##### **Causa:**

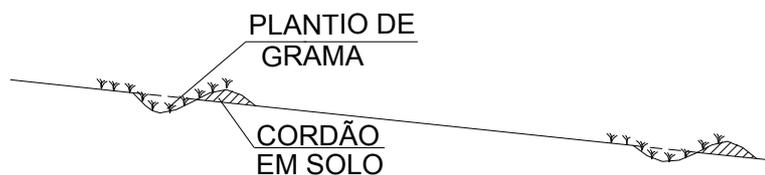
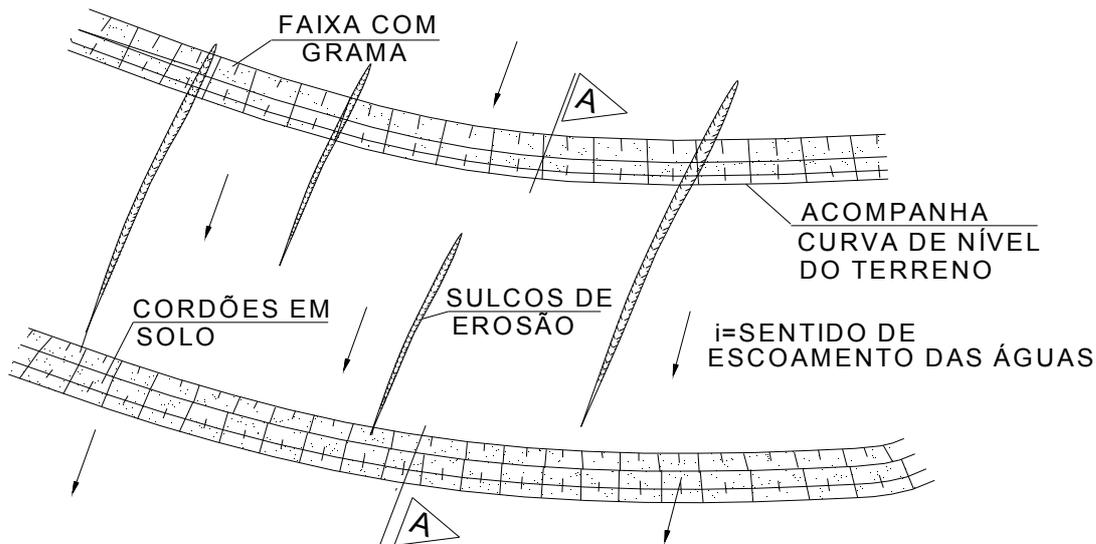
- conforme descrição do fenômeno acima, a remoção da vegetação retira a proteção natural do terreno, expondo o solo á ação das chuvas, desencadeando a erosão.

##### **Solução:**

- recomposição da vegetação nos locais descobertos por plantio de gramas

- implantação de sistemas de drenagem superficial, provisório, durante a execução das obras com cordões em solo e valetas, ou definitivo, com canaletas, escadarias hidráulicas, bocas de lobo, galerias etc.

### SOLUÇÃO PARA DRENAGEM PROVISÓRIA EM ÁREAS COM EROSÕES EM SULCO



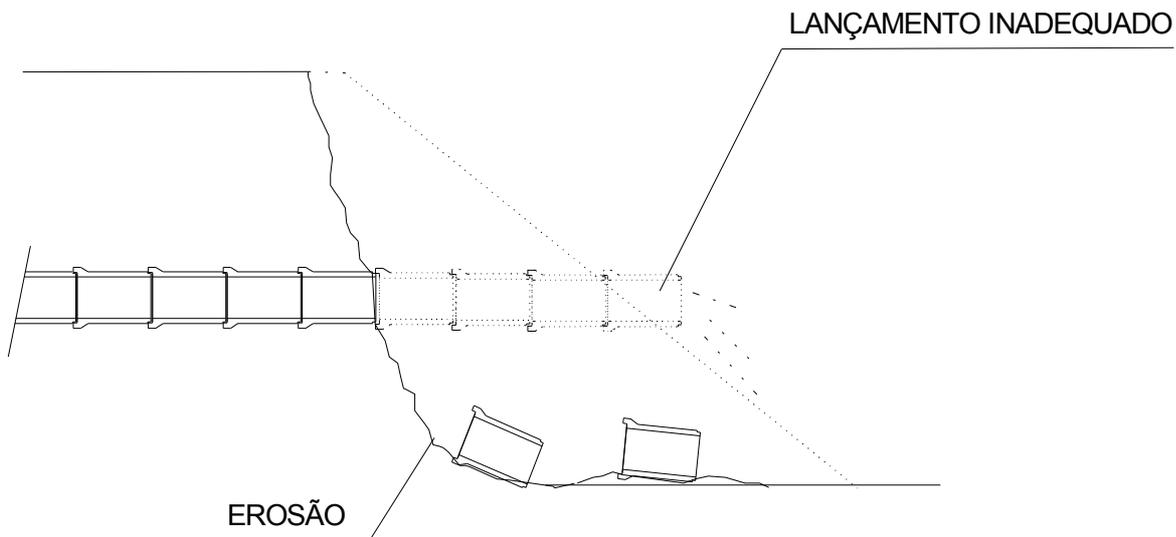
SEÇÃO A-A

#### 7.1.2 – Concentração de Fluxo D'água;

##### Causa:

- a concentração de fluxo d'água, geralmente advindo de precipitação das chuvas, gera um escoamento com energia da água que, em contato com o terreno natural, desencadeia o processo de erosão;
- sistemas de drenagem ineficientes ou mesmo de escoamentos irregulares acarretam a concentração de fluxos d'água;

- concentração de águas pluviais através de ruas, galerias, bueiros e eventualmente esgotos;
- lançamento final da galeria de maneira inadequada, sem os cuidados necessários para dissipação de energia, iniciando um processo erosivo que a medida de sua evolução vai destruindo a rede, e formando boçorocas.



### **Solução:**

- as soluções devem ser concebidas nas fases de projeto, prevendo-se as situações mais críticas, quantificando o volume e velocidade da água;
- implantação de sistemas de drenagem superficial com dissipadores de energia;
- projetar e executar cordões de solo, sacos de solo cimento ou pedras definitivamente ou provisoriamente, dependendo da situação;
- dimensionamento e implantação de escadarias hidráulicas com caixas de dissipação;
- criar bacias de acumulo ou amortecimento da energia da água, com respectivo dimensionamento de sistema de extravasamento.

### **7.1.3 – Solos Suscetíveis à Erosão**

#### **Causa:**

- a execução de obras de terraplenagem altera o sistema de drenagem natural e pode expor solos suscetíveis à erosão;
- remoção da camada superficial de solos mais argilosos expondo solos residuais, geralmente suscetíveis a erosão;



- 
- exposição de; solos desagregáveis, de camadas de solo estruturado com lentes arenosas e solos expansíveis;
  - aterros executados sem compactação adequada.

#### **Solução:**

- a suscetibilidade dos terrenos à erosão é determinada pelas características geológico-geotécnicas dos solos;
- através dos ensaios de caracterização dos solos pode-se estimar o comportamento dos solos a erosão;
- recomposição da vegetação nos locais descobertos por plantio de grama;
- projeto e implantação de sistemas de drenagem superficial adequado à vulnerabilidade dos solos;
- proteção superficial de taludes com hidrossemeadura, argamassa, pintura asfáltica com trepadeiras e pano de pedras.

### **7.1.4 – Aterros sem Controle Tecnológico**

#### **Causa:**

- a execução de aterros com utilização de técnicas inadequadas, sem controle tecnológico, resultam em aterros “fofos” com a superfície final altamente suscetível à erosão, o que pode comprometer rapidamente a obra.
- segue-se abaixo algumas práticas inadequadas que podem comprometer a obra:
  - execução de aterro lançando-se o solo sobre a superfície natural sem execução de compactação, ou com compactação deficiente;
  - execução do aterro em camadas muito espessa;
  - a não observância do grau de compactação e umidade adequada;
  - má compactação na interface com a superfície do talude.

#### **Solução:**

- execução do aterro em camadas horizontais de no máximo 25 cm;
- controle tecnológico das camadas do aterro através da verificação de espessuras, grau de compactação e desvio de umidade em função dos resultados de ensaios de laboratório;
- compactação da superfície final do aterro com solo mais argiloso;
- implantação de sistema de drenagem superficial com canaletas e escadarias, reduzindo o escoamento sobre o talude;
- em talude remover ou compactar a camada solta superficial e proteção superficial dos taludes com plantio de grama.

## **7.2 – DESLIZAMENTOS**



Os deslizamentos são movimentações de massa de solo, em taludes, de variadas dimensões, que podemos dividir basicamente em escorregamentos, quando ocorrem de maneira rápida em taludes naturais de corte ou aterro, e rastejos que desenvolvem de maneira lenta, sobretudo em terrenos naturais. (ver referências bibliográfica nº 11 e 19)

O escorregamento pode ocorrer por diversos fatores, destacando-se à ação da água e da gravidade. A presença de trincas ao longo do talude pode indicar o início do processo. A situação será mais crítica quanto maiores e mais extensas forem estas manifestações.

Os rastejos envolvem geralmente grandes massas de materiais, ocorrendo preponderantemente em solos de alteração (originados no próprio local) e tálus.

O tálus é um tipo de solo originado por movimentações gravitacionais de massa antigas, que geralmente apresenta-se em condição de instabilidade natural, sobretudo quando sofre alteração de sua geometria em implantação de cortes e aterros.

As principais causas dos deslizamentos, vislumbrando as fases de execução e de ocupação, com indicação prevenção e soluções, estão apresentadas a seguir.

## **7.2.1 – Fase de Execução**

### **7.2.1.1 – Remoção da Camada Superficial**

#### **Causa:**

- os terrenos naturais que sofreram remoção indiscriminada da cobertura vegetal estão mais sujeitas à ocorrência de escorregamentos superficiais de erosão do que aquelas em que a vegetação foi preservada. Isto porque a cobertura vegetal representa proteção para o solo, diminuindo o impacto e a infiltração das águas pluviais, além de proporcionar uma maior resistência, através das raízes.
- observa-se, entretanto, que a existência generalizada de plantações de bananeiras é prejudicial à estabilidade dos taludes, pois permite maior infiltração de água, facilitando a saturação dos mesmos.

#### **Solução:**

- implantação de cobertura vegetal apropriada, associada, quando necessário, a barreiras vegetais para proteção contra possíveis massas escorregadas;
- remoção das bananeiras;

### **7.2.1.2 – Escavação**

---

R. Visconde de Ouros, 282 -Cep. 04632-020 - Jd. Aeroporto - São Paulo - SP. Tel/Fax .: 5034-3848  
e-mail: [dynamis@dynamisbr.com.br](mailto:dynamis@dynamisbr.com.br) - site: [www.dynamisbr.com.br](http://www.dynamisbr.com.br)

### Causa:

- tendo em vista que o tálus é caracterizado por uma massa com pouca estabilidade, qualquer alteração na sua geometria, em obras de corte e aterro, aumentam sua condição de instabilização. Estas condições associadas à elevação de nível d'água no corpo do tálus, por ocasião de chuvas, sobretudo intensas e prolongadas, podem instabilizá-lo, desencadeando a movimentação do terreno.
- execução de cortes em terrenos com altas declividades, para implantação de vias e quadras, muitas vezes interceptando o lençol freático (chega a apresentar surgência no pé do talude), gera um quadro de instabilização do terreno, provocando movimento de rastejo que podem evoluir, inclusive, para grandes escorregamentos.
- implantação do sistema viário, ou implantação de edificações executadas com escavações no terreno, resultando em taludes com grandes alturas e/ou inclinações elevadas. Em muitos casos esta geometria não condiz com as características geológico geotécnica do solo local, levando a uma condição de instabilidade do talude, que pode levar ao escorregamento, principalmente, quando submetido à ação das águas;
- a saturação do maciço devida elevação do nível d'água, em função da ocorrência de chuvas intensas e prolongadas, ruptura de redes de água e / ou esgoto, ou excessiva quantidade de fossas, resulta na aceleração do processo.



### Solução:

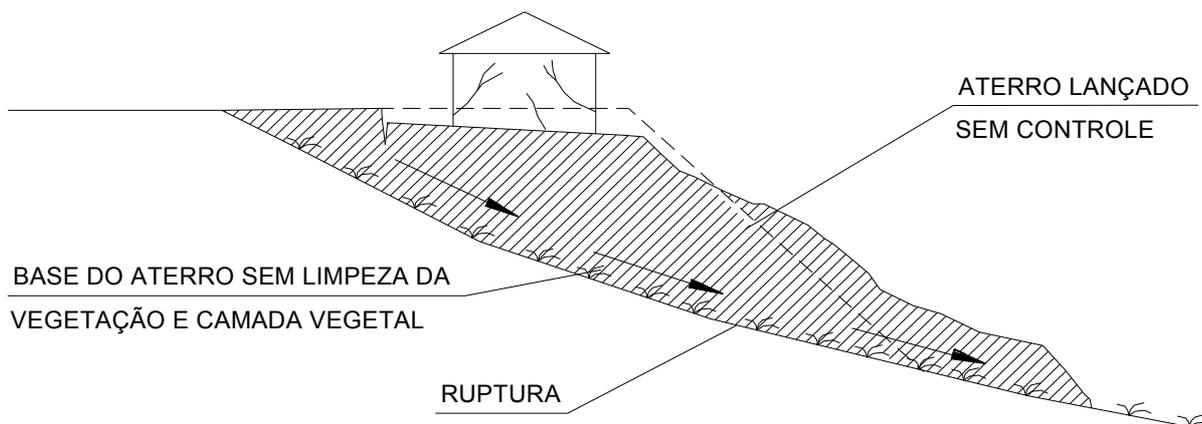
- impermeabilização da superfície do terreno ;
- desvio e canalização das águas conduzidas naturalmente para a superfície do corpo de tálus;
- execução de estudo de estabilidade de talude, com definições de estabilização com retaludamento e/ ou obras de contenção .
- execução de redes de drenagem superficial, com canaletas, escadarias hidráulicas e galerias, desviando e canalização as águas que naturalmente eram aduzidas para a área mobilizada ;

- execução de sistema de drenagem profunda;
- reparos e manutenção de redes de água e / ou esgoto.

### 7.2.1.3 – Aterros

#### Causa:

- em aterros executados sem qualquer controle tecnológico, onde geralmente o material é simplesmente lançado sem nenhuma compactação ou executados com compactação insuficiente, e não são tomados os cuidados necessários para limpeza e drenagem interna (quando necessária) da superfície de assentamento do aterro, podem apresentar condições de instabilidade;
- nas condições anteriores, em ocasião da ocorrência de chuvas, ocorre o desenvolvimento de caminhos preferenciais de escoamento, sobretudo na interface do aterro com o terreno natural, onde muitas vezes não foi removida a vegetação local, levando ao escorregamento do talude.



#### Solução:

- execução de obras de aterro com controle tecnológico;
- reconstrução do aterro com controle tecnológico, associada à drenagem e proteção vegetal;
- execução de drenagem da fundação do aterro quando necessário.

### 7.2.1.4 – Águas Pluviais

#### Causa:



- lançamento inadequado e concentração de águas de chuvas, devido à rede de drenagem deficiente, ou mesmo inexistente com capacidades insuficientes, acabam por infiltrar no terreno através de trincas e fissuras, comprometendo a estabilidade de taludes de corte e aterros, levando-os a ruptura;
- condição agravada por ocasião de chuvas intensas e prolongada.

**Solução:**

- implantação de sistemas adequados de coleta e condução das águas pluviais, provisórios com cordões e valetas, e definitivos, através de canaletas de base e crista de taludes, escadarias hidráulicas, galerias e lançamentos adequados;
- tamponamento das trincas com solo argiloso compactado e execução de proteção superficial.

## **7.2.2 – Fase de Ocupação**

### **7.2.2.1 – Águas Servidas**

**Causa:**

- lançamento de águas servidas no terreno, decorrente da inexistência de sistemas de esgoto adequados, permite uma infiltração contínua no solo, provocando sua saturação e conseqüente ruptura de cortes e aterros;
- problema agravado nos períodos chuvosos, quando a saturação do solo aumenta naturalmente.

**Solução:**

- implantação de sistema adequado de coleta e condução das águas servidas.

### **7.2.2.2 – Infiltrações de Água**

**Causa:**

- ruptura e vazamentos de tubulações da rede de abastecimento de água provocando a saturação do solo e a diminuição da sua resistência, levando a instabilização de cortes e aterros.

**Solução:**

- manutenção da rede existente;



- 
- implantação de sistema de abastecimento de água adequada.

### **7.2.2.3 – Fossa Sanitária**

#### **Causa:**

- fossas sanitárias, geram infiltrações no solo, onde, em função da sua quantidade e permeabilidade do solo, levam a uma saturação gradual do terreno. Esta saturação pode acarretar escorregamentos em taludes do loteamento. Quanto maior a densificação de fossas e a declividade do terreno, mais crítica é a situação.

#### **Solução:**

- implantação sistema de rede de coleta de esgotos e de dispositivos para tratamento e disposição de esgotos.

### **7.2.2.4 – Deposição de Lixo**

#### **Causa:**

- acúmulo de lixo e entulho em pontos do loteamento, sobretudo em terrenos inclinados e junto a taludes, gera uma massa com consistência muito fofa e alta porosidade, que com presença de água permite uma rápida saturação, levando ao escorregamento. Este escorregamento pode envolver apenas a massa de lixo, ou atingir parte da superfície do terreno;
- quadro torna-se crítico, quando o lixo é lançado juntamente com as águas servidas, junto a linhas de drenagem naturais, e margens de córregos;
- além do risco de escorregamentos, o acúmulo de lixo também é uma ameaça para a saúde da população.

#### **Solução:**

- remoção do lixo e definição de locais adequados para sua deposição;
- orientação e conscientização da população local;
- implantação ou melhoria do serviço público de coleta.

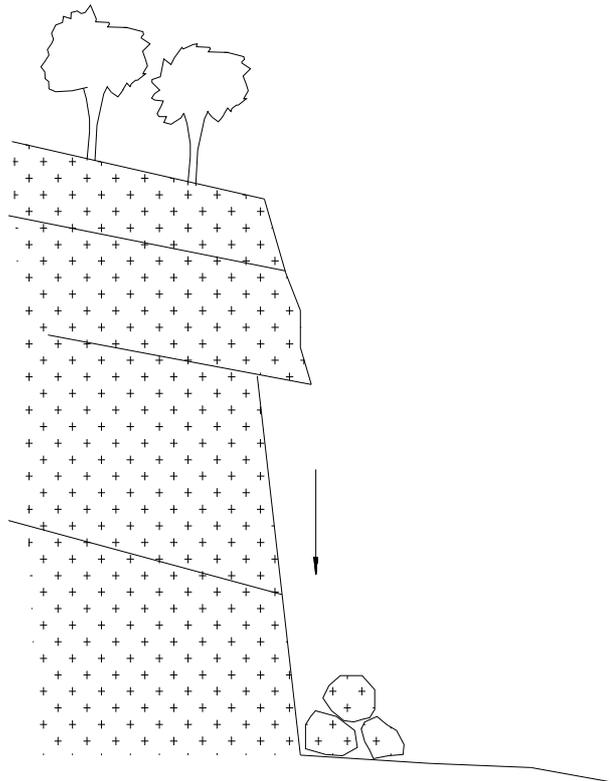
## **7.3 – QUEDAS DE PEDRAS**

A queda e rolamento de pedras se dão por ação da gravidade, constituído por movimentos rápidos, predominantemente em queda livre, que se dá em superfícies rochosas, ou terreno com presença de matacões, conforme descrito a seguir.

### 7.3.1 – Descontinuidade de Maciços Rochosos

#### Causa:

- taludes em rocha, naturais ou escavados, geralmente com altas declividades, que apresentam descontinuidades do maciço rochoso, propiciam isolamento de blocos unitários de rocha, subpressão através do acumulo de água, ação do intemperismo, descontinuidades ou penetração e crescimento de raízes, gerando a queda de blocos.



#### Solução:

- remoção manual e individual dos blocos instáveis;
- fixação dos blocos instáveis através de chumbadores ou tirantes ;
- execução de obras de pequeno porte para segurança da encosta rochosa (cintas, grelhas, montantes etc.) .

### 7.3.2 – Matacões

#### Causa:

- áreas onde ocorrem presença de matacões, ações de intemperismo, processos erosivos e escavações, podem acarretar no descalçamento da base de apoio do matacão, resultando o seu rolamento.



Solução:

- reforço das condições de apoio do matacão, com a execução de pequenas obras;
- desmonte e remoção do matacão.

## 7.4 – RECALQUES E SUBSIDÊNCIAS

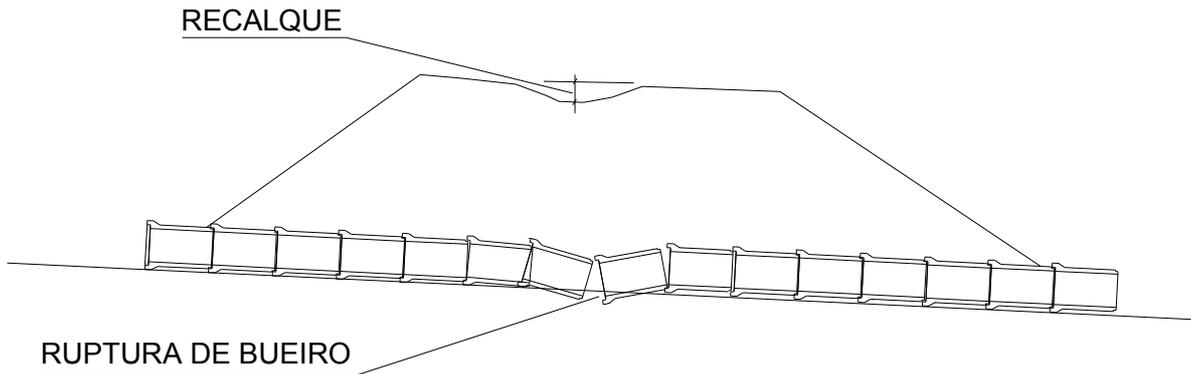
Consiste na movimentação vertical da superfície do terreno, manifestando-se pelo afundamento do terreno ocasionados pela deformação vertical de camadas do subsolo.

### 7.4.1 – Aterros

Causa :

- execução de aterros sobre solos compressíveis, onde o peso do aterro e eventuais sobrecargas provocam o adensamento da camada, acarretando-se recalques na superfície do aterro;

- compactação inadequada do aterro, gerando uma massa compressível, que com o tempo sofre ação do seu peso próprio e de sobrecarga acomodando-se, provocando afundamentos e deformações na superfície do aterro;
- deficiência do sistema de drenagem e rompimento de bueiros ou galerias, sob os aterros.



#### **Solução:**

- estudo de recalques com proposição de medidas estabilizadoras como troca do solo de fundação, drenagem profunda ou aplicação de sobrecarga prévia;
- execução de aterro adequadamente compactado com controle tecnológico;
- reconstrução de aterro e bueiro, com dimensionamento adequado de sua fundação.

#### **7.4.2 – Solos Colapsíveis**

##### **Causa :**

- em solos colapsíveis o fenômeno de subsidência ocorre pela destruição de uma estrutura muito instável do arranjo das partículas, solos porosos, quando submetido à ação da água, e certas condições de tensões, provocando uma brusca e acentuada redução de volume em função da movimentação do arranjo das partículas.
- a ação da água nestes solos pode ocorrer devido à ruptura de condutos de água ou esgoto, infiltração de águas de chuva, ascensão do lençol freático, etc.

##### **Solução:**

- execução de um levantamento geológico geotécnico da área, através de mapas e cartas e investigações, que permitam identificar a presença do fenômeno, afim de tomar-se medidas preventivas.



- 
- manutenção das redes de água e esgoto;
  - impermeabilização da superfície e rede de drenagem adequada.

### 7.4.3 – Áreas Cársticas

#### Causa :

- a carstificação é um fenômeno natural que consiste na dissolução de rochas por solúveis, como calcárias ou carbonáticas, por ação de águas subterrâneas, formando rios subterrâneos, aonde as fendas vão se alargando lentamente (centímetros por séculos)
- o processo de carstificação pode ser acelerado por ação humana, com alteração de das propriedades físico químicas da água através de poluentes ou movimentação das águas de superfície por ação exploração de águas subterrâneas com bombeamento, alterando sua dinâmica. Estas alterações nas feições cársticas podem desencadear processos de subsidência.

#### Solução:

- execução de um levantamento geológico geotécnico da área, através de mapas e cartas e investigações, que permitam identificar a presença do fenômeno, a fim de tomar-se medidas preventivas.

## 7.5 – Problemas em Pavimentos

### 7.5.1 – Trincas e Fissuras

#### Causa :

- quando ocorrem isoladamente , em direção paralela ou transversal ao tráfego, com dimensões inferiores a 1metro, caracterizam-se por trincas curtas , são ocasionadas por:
  - início de processo devido à execução de juntas sem ligação conveniente entre superfícies executadas em etapas distintas durante a sua construção;
  - escorregamento do revestimento.
- quando ocorrem isoladamente , em direção paralela ou transversal ao tráfego, com dimensões superiores a 1metro, caracterizam-se por trincas longas, são ocasionadas por:
  - execução de juntas sem ligação conveniente entre superfícies executadas em etapas distintas durante a sua construção;
  - deslocamento vertical causado por ruptura de camadas inferiores;
  - ruptura de corpo de aterro de base ;
  - retração de subleitos coesivos por secagem, nas bordas das pistas e acostamentos;
  - retração térmica do revestimento asfáltico durante inverno muito rigoroso.



- 
- quando ocorrem de maneira generalizada, em diversos sentidos, interligadas, apresentando aspecto de pele de jacaré, são conhecidas como jacaré. Podendo apresentar-se em pequenas áreas isoladas ou abranger grandes áreas, são geralmente ocasionadas por:
    - processo de fadiga do revestimento asfáltico;
    - ruptura generalizada causada por perda de resistência ou deformabilidade excessiva do subleito ou outras camadas do pavimento;
    - reflexão acelerada de trincas pré-existentes em uma superfície que recebeu um recapeamento.

#### **Solução:**

- execução de investigações e dimensionamento adequado, em função das condições de tráfego local;
- execução adequada das obras de pavimentação com controle tecnológico;
- para trincas isoladas, execução de selagem das mesmas com material asfáltico;
- no caso trincas tipo “jacaré”, em função da sua evolução e extensão podem ser executados desde de pequenos remendos com troca do revestimento, até execução de fresagem e recapeamento da área atingida; quando as condições estruturais forem abaladas deve-se optar pela reconstrução do pavimento.

### **7.5.2 – Afundamento**

#### **Causa :**

- afundamentos locais, caracterizados por depressões localizadas sem elevações laterais acarretados por:
  - recalque das camadas de fundação;
  - início de processo de solapamento em função de rompimento de tubulações enterradas;
  - perda de resistência e ruptura das camadas inferiores em função de saturação dos materiais.
- depressões contínuas em sentido longitudinal , acompanhando as trilhas de rodas , sem deslocamentos laterais ou elevação do revestimento, causadas por processo de deformações permanentes das camadas inferiores com alteração de volume.

#### **Solução:**

- estudo adequado das condições de fundação local e previsão de estabilização de camadas de solo mole, quando necessário;
- execução de um enchimento superficial com mistura asfáltica, para nivelamento da superfície local, em caso de pequenos afundamentos;
- manutenção das redes danificadas, com reposição das camadas do pavimento;

### **7.5.3 – Corrugações**



---

**Causa :**

- caracteriza-se por pequenas ondulações longitudinais, que resultam em vibrações para os veículos em movimento, observados geralmente em trechos de baixa velocidade e de parada, acarretados por:
  - execução inadequada da imprimação, excessiva ou insuficiente, do revestimento sobre a camada inferior, acarretando deslocamento longitudinal da mistura asfáltica quando submetidos a esforços horizontais de frenagens;
  - compressão inadequada da mistura asfáltica antes da liberação da pista ao tráfego;
  - viscosidade inadequada do cimento asfáltico para condições de uso específico.

**Solução:**

- execução das camadas com os cuidados necessários e devido controle tecnológico;
- execução de remendos superficiais em áreas localizadas, através de reposição do revestimento;
- execução de fresagem seguida de recapeamento em áreas extensas.

**7.5.4 – Exsudação****Causa :**

- é apresentada sob forma de manchas isoladas ou em grandes extensões onde se observa a presença de cimento asfáltico na superfície, observado geralmente por registrar marcas de pneus na superfície em dias quentes, acarretados por:
  - segregação da mistura em algum momento de sua execução;
  - compactação excessiva da mistura;
  - excesso de ligante na mistura;
  - emprego de ligante com viscosidade baixa em local com clima quente;
  - falta de adesividade do ligante asfáltico.

**Solução:**

- execução das camadas asfálticas do pavimento com controle tecnológico;
- aplicação de lama asfáltica ou micro concreto asfáltico;
- execução de fresagem seguida de recapeamento em áreas extensas.

**7.5.5 – Buracos ou Painelas****Causa :**



- 
- em geral os buracos ou panelas surgem em decorrência da evolução de outros defeitos que não foram tratados em tempo ou adequadamente, em que se pode destacar :
    - desagregação de revestimento trincado;
    - evolução de afundamentos localizados;
    - evolução de processo de descolamento de revestimento sobre antigos revestimentos ou bases por falta de imprimação.

#### **Solução:**

- manutenção adequada das vias, evitando-se a ocorrência de evoluções dos defeitos que levam ao agravamento dos defeitos e surgimento de buracos e panelas.
- execução de remendos superficiais ou profundos, com reposição do revestimento ou de uma ou mais camadas inferiores, executado através do requadramento dos defeitos existentes.
- execução de serviço tapa buraco que consiste no lançamento de mistura asfáltica nos buracos presentes na superfície, sem requadramento do defeito e menor controle de execução.



---

## ANEXO A

### NOÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE ESTABILIDADE DE TALUDES

#### 1- OBJETIVO

Apresentar procedimentos e critérios técnicos básicos serem utilizados para estudos de estabilidade de taludes.

#### 2- NOÇÕES BÁSICAS

O estudo de estabilidade de taludes é o conjunto de procedimentos de cálculo matemático destinados a determinar um fator que permita quantificar quão estável ou instável está o talude em questão, nas condições a que está sujeito, ou nas condições em que o mesmo foi projetado. Nos diversos métodos este fator é geralmente conhecido por fator ou coeficiente de segurança.

A ruptura do talude geralmente é estudada considerando-se a movimentação de uma massa de solo em relação ao restante do maciço.

Assim são analisados parâmetros resistentes, e atuantes para que ocorra a ruptura, sendo o coeficiente de segurança a relação entre estas duas componentes.

Quando os cálculos resultam em coeficiente de segurança igual a 1(um), o talude está na iminência de ruptura.

Assim para fatores menores que 1, indica condições de instabilidade do talude, isto é, para o caso de estudo de implantação de taludes projetados, com as condições adotadas o mesmo sofrerá uma ruptura. No caso de taludes existentes que não tenham rompido a situação deve representar no mínimo coeficiente de segurança igual a 1, caso contrário deve-se efetuar ajustes dos parâmetros adotados.

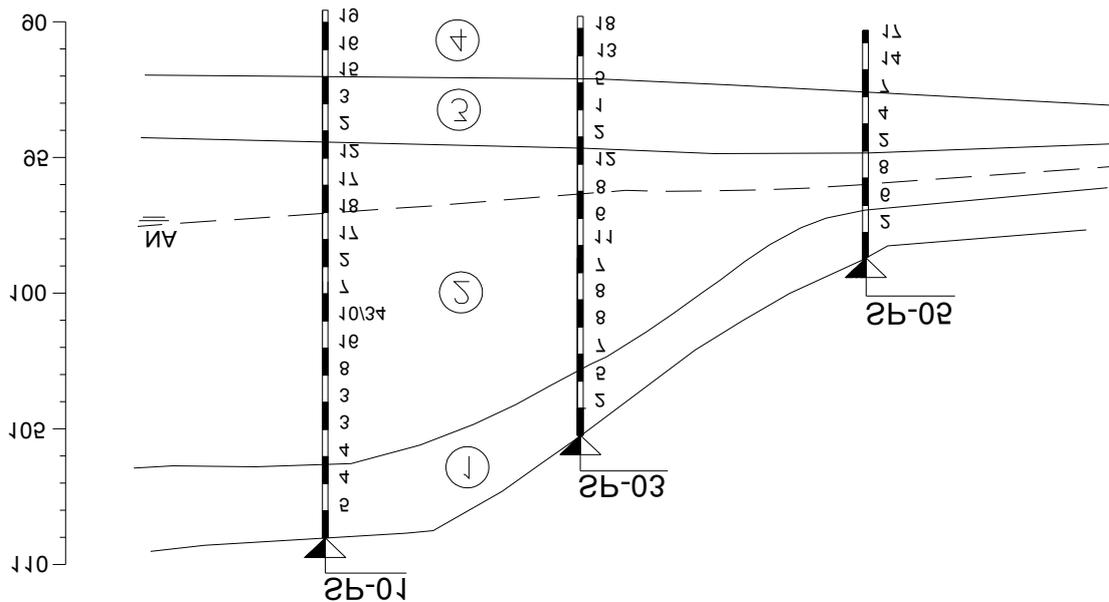
Para fatores maiores que 1, a condição do talude é estável, sendo que, quanto maior o fator maior é as condições de segurança do mesmo. Usualmente considera-se fator maior que 1,5 para condições ideais do talude.

#### 3- PROGRAMA, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE INVESTIGAÇÕES

Para o estudo de estabilidade de taludes camadas, é muito importante a execução de uma campanha de reconhecimento do subsolo da área através de sondagens á percussão e ensaios de laboratório, para definição geométrica e características geotécnicas (resistência) das camadas constituintes e definição do nível d'água.

Através das sondagens deve-se ser efetuado perfis geológicos geotécnicos da área, conforme figura a seguir, possibilitando uma visualização das camadas, onde se podem observar suas espessuras profundidades, caracterização e resistência em função de SPT e Torque.

## BGG - BEEBIF GEOLOGICO GEOTECNICO



### LEGENDA

- ① ATERRO - argila arenosa, avermelhada a marrom
- ② SOLO RESIDUAL MADURO - argila siltosa a arenosa, vermelha
- ③ SEDIMENTOS DO TERCIÁRIO SPT<3 - areia pco argilosa, variegada
- ④ SEDIMENTOS DO TERCIÁRIO SPT>3 - areia argilosa a siltosa, variegada
- — NÍVEL D'ÁGUA

Para as camadas que interfiram na área objeto de estudo de estabilidade de taludes , devem ser conhecidos os parâmetros de resistência ao cisalhamento dos materiais, coesão (c) e angulo de atritos ( $\phi$ ), obtidos através da ruptura de corpos de prova em laboratório.

Estas rupturas de corpos de prova devem ser obtidas por meio de execução de ensaios de compressão triaxiais, ver referencia bibliográfica nº 20.

Estes ensaios devem ser executados a partir de amostras indeformadas, para camadas de fundação e corte, e amostras compactadas para estudos com aterro compactados, onde previamente deve-se efetuar ensaios de compactação para definição das condições ideais de compactação do material.

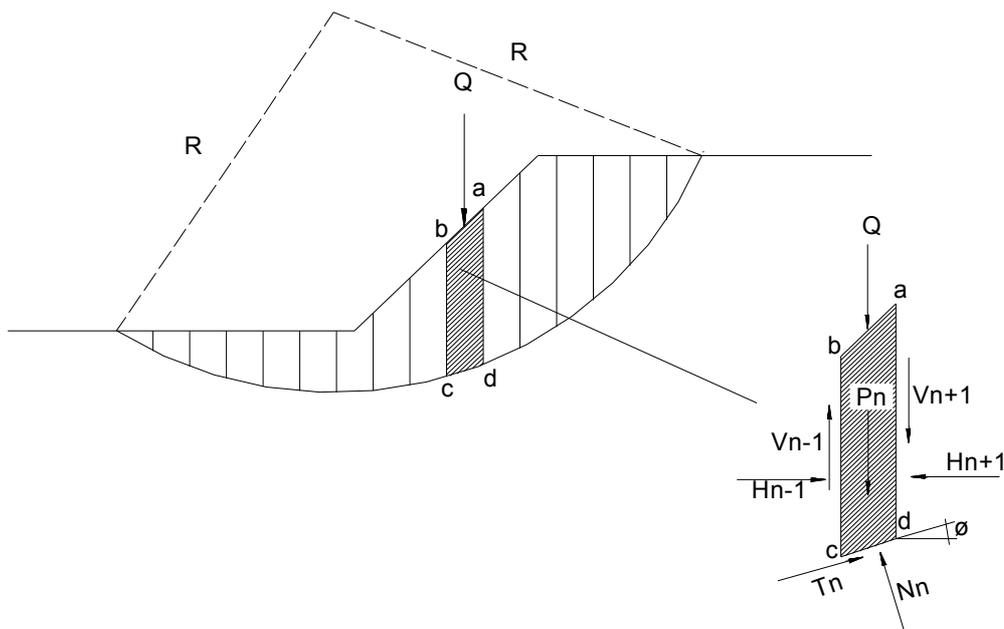
#### 4- MÉTODOS DE CÁLCULO

Os métodos mais comuns de análise de estabilidade de taludes são aqueles que se aplicam aos escorregamentos rotacionais.

As análises são feitas procurando-se associar à superfície de ruptura, uma forma geométrica de diretriz circular.

Entre os métodos mais utilizados destacam-se métodos suecos ou de Fellenius, e de Bishop Simplificado, que divide o talude em fatias ou lamelas verticais, fazendo-se o cálculo a partir de somatória de momentos das diversas lamelas, onde é admitida uma superfície de ruptura circular, e a partir da escolha de um centro e raio de círculo, se estuda o equilíbrio, com o conceito de segurança fixado pela seguinte expressão básica:

$$FS = \frac{M_{\text{resistente}}}{M_{\text{atuante}}}$$





---

Para estudos com este método, existem programas de computador que simplificam bastante a execução dos cálculos.

Os cálculos de estabilidade de taludes também podem ser efetuados utilizando ábacos específicos. Este método é utilizado geralmente para pré-dimensionamento do talude, tendo em vista que representam situação simulada para taludes, que não permitem o detalhamento do maciço em suas condições reais, quanto à geometria e quantidade de camadas existentes. Dentre os ábacos existentes podemos citar os ábacos de Taylor, gráficos de Bishop e Morgensten, e ábacos de Hoek e Bray, que podem ser consultados na referencia bibliográfica nº 13.

## ANEXO B

### NOÇÕES PARA CÁLCULO DE RECALQUES DE ATERROS SOBRE SOLOS MOLES

#### 1- OBJETIVO

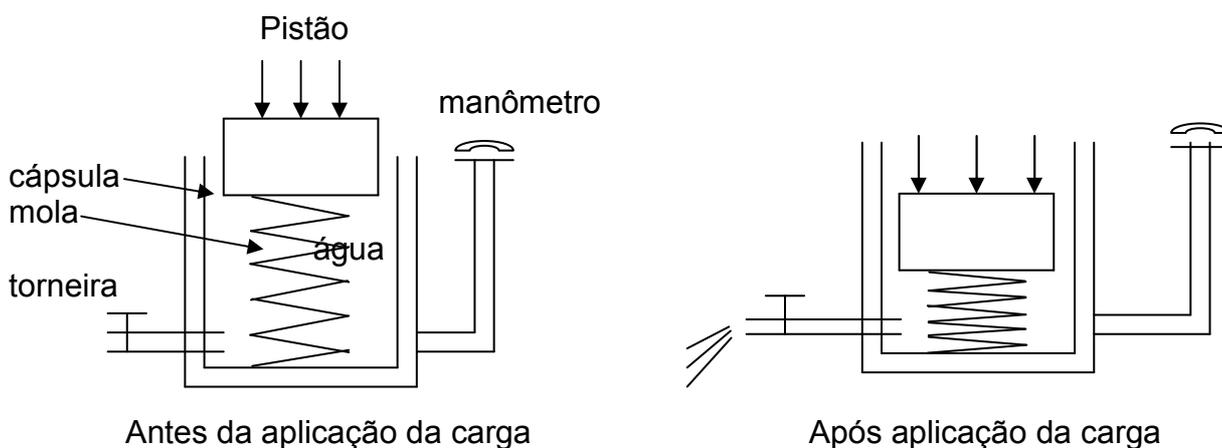
Apresentar procedimentos e critérios técnicos básicos serem utilizados para dimensionamento de determinação de recalques devido à presença de solos moles (compressíveis).

#### 2- NOÇÕES BÁSICAS

Quando existe uma camada de solo mole , os recalques ocorrem em função do processo de adensamento desta camada.

O processo de adensamento consiste basicamente na expulsão de água do interior dos vazios do solo com redução de volume em função de um carregamento. Considerando-se um solo saturado onde é aplicada uma pressão, esta se desenvolverá em termos de pressão neutra (pressão suportada pela água), estando os vazios cheios d'água, a pressão aplicada não será transmitida aos grãos como pressão efetiva imediatamente. Com o passar do tempo a sobrepressão se dissipará devido ao escoamento d'água, que é percolado para as faces de saída da camada, passando a transferir a pressão para estrutura do solo, provocando um acréscimo de pressões efetivas. Simultaneamente ocorre uma diminuição do volume, igual ao volume de água drenada.

Para melhor compreensão do fenômeno do adensamento faremos uma analogia mecânica, comparando-se o solo ao aparelho na figura abaixo:

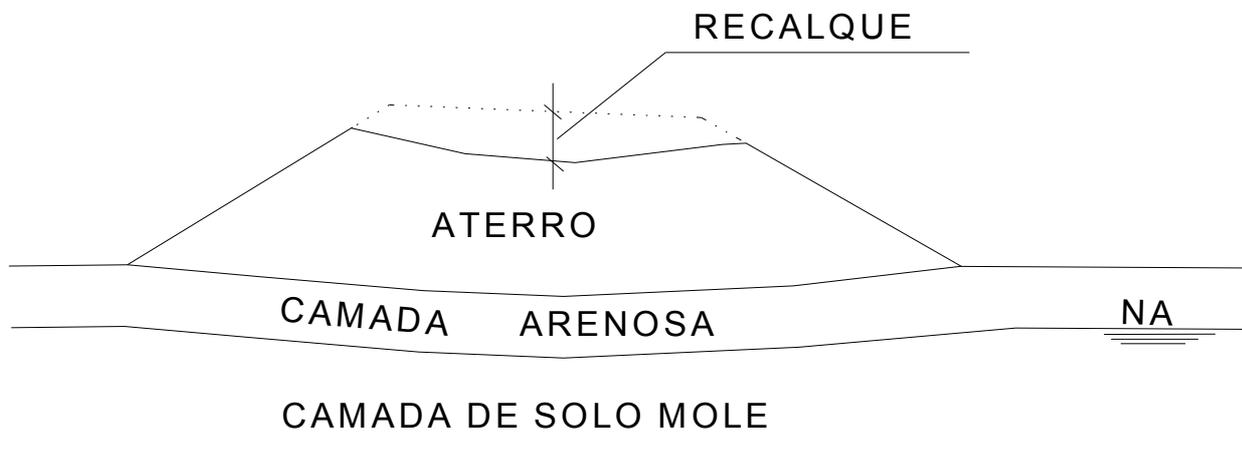




A mola do aparelho representa a parte sólida de um solo, a água representa a parte fluida do solo (ar + água), a torneira, que pode ser aberta ou bastante para permitir a saída de muita ou pouca água, representa a permeabilidade do solo e, o pistão e a pressão por ele aplicada representam uma condição de solicitação unidimensional.

Mantendo-se a torneira fechada, aplica-se uma pressão através do pistão e nota-se que o manômetro acusará um acréscimo de pressão, porém o pistão não desce pois a água que é considerada incompressível suporta toda a pressão aplicada e a mola (grão de solo) não está sendo solicitada.

Ao abrir-se a torneira (permeabilidade do solo) a água escapará e o pistão passará a descer lentamente, à medida que a água contida na capsula vai sendo expulsa pelo abaixamento do pistão. A mola que antes não resistia passa a oferecer uma resistência à pressão do conjunto,



e a partir de então a água não é mais expulsa. Nos solos, a água que inicialmente resiste à pressão exercida começa a fluir pelos vazios existentes no solo, havendo então uma transferência aplicada para os grãos.

Quanto maior a permeabilidade do solo maior a velocidade do processo. Assim em solos argilosos os recalques desenvolvem-se mais lentamente, podendo chegar a anos.

Um exemplo da ocorrência deste fenômeno é a execução de um aterro sobre uma camada de solo mole (compressível), que através da sobrecarga (peso do aterro), provoca o adensamento da camada de solo mole, resultando em recalques na superfície do aterro.



### 3- PROGRAMA, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE INVESTIGAÇÕES

Para que possa ser identificada a presença de camadas de solo mole na área estudada, é muito importante a execução de uma campanha de reconhecimento do subsolo da área, com execução de perfis geológicos geotécnicos, conforme descrito no anexo A.

Assim, nos perfis geológicos geotécnicos, é reconhecida a presença da camada de solo mole, onde se deve prever a execução de coleta de amostras indeformadas, que geralmente são efetuadas por amostrador Shelby a partir de furos de sondagem, tendo em vista que pela própria consistência do material não é possível a coleta de blocos.

Por fim devem ser executados ensaios de adensamento e de caracterização no material coletado, que possibilitarão o perfeito conhecimento do material. Através do ensaio de compressão edométrica, são obtidos: índice de compressão, índice de vazios e coeficiente de adensamento, parâmetros necessários para cálculo de recalques conforme demonstrado a seguir, ver referencia bibliográfica nº 20.

### 4- DETERMINAÇÃO DOS RECALQUES

Os cálculos de recalques ( $\Delta H$ ), utilizando a teoria do adensamento, podem ser efetuados através da seguinte fórmula, conforme referencias bibliográficas nº 6, 20 e 23:

$$\Delta H = (C_c \times H) / (1+e_0) \times \log (\sigma_{\text{final}} / \sigma_{\text{inicial}})$$

onde:

$\Delta H$  - recalque;

H - espessura da camada compressível;

$C_c$  - índice de compressão, obtido através de ensaio ;

$e_0$  - índice de vazios, obtido através de ensaio ;

$\sigma_{\text{inicial}}$  - tensão efetiva inicial no centro da camada compressível.

$\sigma_{\text{final}}$  - tensão efetiva final, após carregamento, no centro da camada compressível;

O tempo ocorrência para determinada % do recalque total, pela teoria do adensamento, conforme referencia bibliografia acima, pode ser representada pela fórmula a seguir:

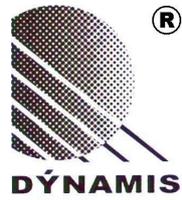
$$t = \frac{Hd^2 \times Tv}{Cv}$$

onde:

$t$  = tempo de recalque;

R. Visconde de Ouros, 282 -Cep. 04632-020 - Jd. Aeroporto - São Paulo - SP. Tel/Fax .: 5034-3848

e-mail: [dynamis@dynamisbr.com.br](mailto:dynamis@dynamisbr.com.br) - site: [www.dynamisbr.com.br](http://www.dynamisbr.com.br)



---

Tv = fator de tempo;  
Hd = altura de drenagem;  
Cv = coeficiente de adensamento obtido a partir de ensaio.



---

## ANEXO C

### NOÇÕES PARA DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL

#### 1- OBJETIVO

Apresentar procedimentos e critérios técnicos básicos serem utilizados para dimensionamento de pavimento.

#### 2- NOÇÕES BÁSICAS

O pavimento deve ser constituído basicamente das seguintes camadas:

- subleito: é a base do pavimento constituída pelo solo local que pode ser uma camada de aterro, ou camada natural constituinte do subsolo da área. Sua capacidade de suporte é a condicionante principal do dimensionamento do pavimento;
- reforço do subleito: consiste em uma camada compactada sobre o subleito, com suporte superior ao mesmo, executado quando a capacidade de suporte do subleito apresentar-se insatisfatórias;
- sub-base: é a camada de pavimento complementar à base, com as mesmas funções deste, porém com características de suporte inferior, executada por razões de ordem econômica, a fim de reduzir a espessura da base;
- base: é a camada destinada a resistir às ações dos veículos e a transmiti-las de forma conveniente, ao subleito. Esta camada deverá atingir CBR de no mínimo 40%;
- revestimento: camada destinada a resistir diretamente às ações do tráfego, impermeabilizar o pavimento, melhorar as condições de rolamento, no que se refere ao conforto e segurança, e a transmitir de forma atenuada, as ações do tráfego as camadas inferiores;

Estas camadas devem ser dimensionadas (isto é, ter espessuras adequadas) para transmitir, com segurança e durabilidade (período de vida útil), as cargas de tráfego sobre a superfície do pavimento para o subsolo. Portanto estas espessuras são função da resistência do solo local (fundação do pavimento).



---

### **3- PROGRAMA, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE INVESTIGAÇÕES**

#### **3.1- INVESTIGAÇÕES DE CAMPO**

Constará basicamente de sondagens a trado, ensaios de caracterização e classificação dos materiais, coleta de amostras indeformadas e deformadas para definição da capacidade de suporte do solo na condição natural e compactada.

##### **3.1.1- Subleito**

As investigações devem permitir definir os materiais tipicamente iguais a luz dos ensaios de caracterização e classificação .

Definidas as camadas típicas devem ser conhecidos os valores do CBR (Califórnia Bearing Ratio) na condição natural (“in situ”). O CBR indica a resistência do solo ou capacidade de suporte e é obtido em laboratório através de amostras compactadas ou na condição natural (subleito).

##### **3.1.2- Áreas de Empréstimo**

As áreas de empréstimo em um loteamento devem ser entendidas, inicialmente, como as escavações obrigatórias.

É extremamente interessante considerar no projeto a possibilidade de escavar materiais mais nobres existentes no loteamento, otimizando sua utilização como material de reforço de subleito ou misturas com materiais locais e com aditivos de cimento, cal, agregados siderúrgicos ou outros.

Caso não exista possibilidade de utilizar solo local do loteamento deve-se pesquisar outras áreas.

##### **3.1.3- Materiais Granulares (Fornecedores)**

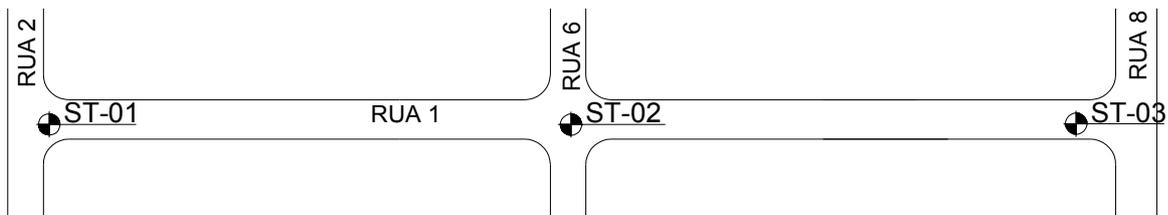
Entendem-se como materiais granulares areias, pedregulhos e agregados siderúrgicos, geralmente adquiridos de empresas fornecedoras, não sendo exploradas pelo interessado.

Deve-se pesquisar a disponibilidade local destes materiais e seus custos pois sempre pode ser possível efetuar misturas adequadas com solos locais procurando-se identificar soluções econômicas para as camadas de pavimentação.

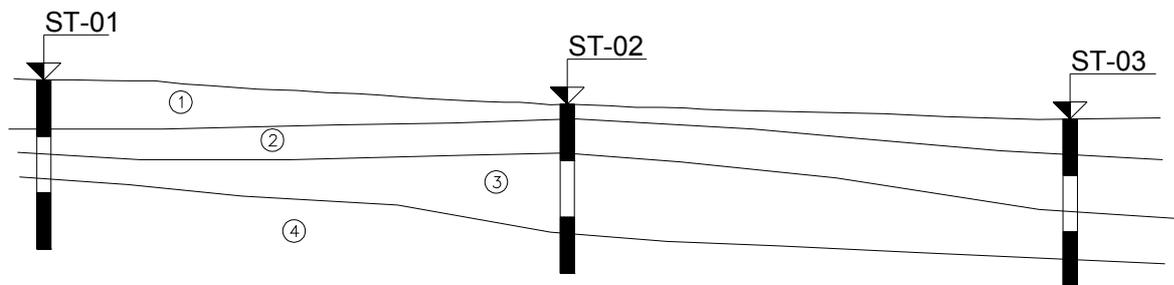
#### **3.2- INTERPRETAÇÃO**

A interpretação das sondagens a trado e dos ensaios de caracterização e classificação permitirá definir as camadas de comportamento tipicamente iguais do subsolo do loteamento.

Para tanto se deve efetuar um perfil geológico geotécnico ao longo do perfil longitudinal da rua, conforme apresentado na figura a seguir.



**PLANTA**



**PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO**

O êxito das pesquisas de laboratório dependerá da qualidade do programa e interpretação das investigações de campo.

Quanto maior o conhecimento a respeito dos solos e dos materiais granulares melhor será a qualidade de solução e menor o custo final das obras.

### **3.3 – ENSAIOS DE LABORATÓRIO**

#### **3.3.1 – Reforço do Subleito**

Esta camada poderá ser executada com material local do subleito, ou a partir de material importado das áreas de empréstimo.

A pesquisa desta camada deverá constar de ensaios de caracterização e classificação, capacidade suporte CBR e compactação Proctor Normal ou Intermediário.

### **3.3.2 – Sub-Base**

Esta camada poderá ser constituída de solo local ou de áreas de empréstimo quando o mesmo apresentar boa condição de suporte quando compactada. Estas condições poderão ser atingidas acrescentando-se material granular, agregados siderúrgicos, ou estabilizados com cimento ou cal.

A pesquisa de alternativas para esta camada deverá constar de ensaios de caracterização, e classificação e capacidade de suporte (CBR), considerando as possibilidades de misturas e utilização de aditivos nas energias de compactação intermediária e modificada.

### **3.3.3 – Base**

Esta camada geralmente é constituída de material granular, porém em função dos resultados de pesquisas poderá ser executado com misturas de solo local ou de áreas de empréstimo com materiais granulares ,agregado siderúrgico ou estabilizado com cimento ou cal e outros, ou até mesmo o próprio solo quando apresentar características de suporte adequadas.

A pesquisa de alternativas para esta camada deverá constar de ensaios de caracterização E classificação , capacidade de suporte (CBR), considerando as possibilidades de misturas e utilização de aditivos nas energias de compactação intermediária e modificada.

## **4 – MÉTODO DE CÁLCULO**

### **4.1 – TRÁFEGO E VIDA ÚTIL**

O projeto do pavimento deve ser executado visando o atendimento às condições de tráfego previstas para circulação em cada via, e a vida útil pretendida para o pavimento.

Assim para o dimensionamento é utiliza-se o número equivalente (N) de operações de um eixo tomado como padrão, durante um período de projeto (vida útil) escolhido, dado pelo volume médio diário de tráfego (Vm).

Para determinação de N determina-se, o volume total de tráfego (Vt) em função do volume médio diário (Vm), período de projeto (P) e taxa de crescimento anual (t%):

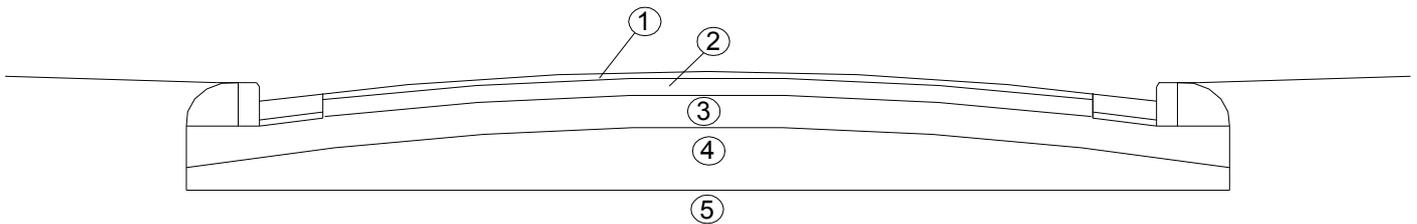
$$Vt = 365 \times P \times \frac{Vm \times (2 + (P-1) \times t/100)}{2}$$

Conhecido Vt, calcula-se N que é o número de operações do eixo simples padrão durante o período de projeto em função de fator de eixos (F.E.) e fator de carga (F.C.).

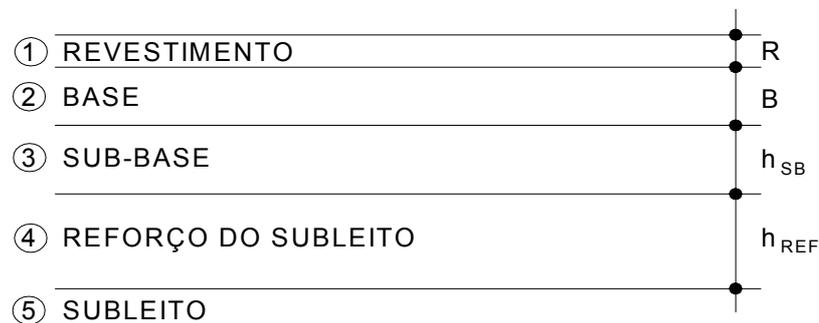
$$N = Vt \times (FE) \times (FC)$$

## 4.2- DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento das camadas do pavimento é efetuado á partir da capacidade de suporte do subleito e das camadas sobrejacentes.



## SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA DE UM PAVIMENTO



Fixa-se a espessura do revestimento (R) em função de N e em seguida as espessuras das camadas da base (B), sub-base ( $h_{SB}$ ) e reforço do subleito ( $h_{REF}$ ) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{SB}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} \geq H_{REF}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} + h_{REF} \times K_{REF} \geq H_{SL}$$

Onde :



---

$K_R$ ,  $K_B$ ,  $K_{SB}$ ,  $K_{REF}$ , representam os coeficientes estruturais do revestimento, sub-base e do reforço do subleito, ver referencias bibliográficas n° 9 e 18.

$H_{SB}$ ,  $H_{REF}$ ,  $H_{SL}$ , as espessuras fornecidas por ábaco mediante a entrada de valores de  $N$  e  $CBR_{SB}$ ,  $CBR_{REF}$ ,  $CBR_{SL}$ , respectivamente. Podem ser usados os ábacos do método DNER, ou do método proposto pela prefeitura de São Paulo, ver referencia bibliográfica n° 21 e 22.

$CBR_{SB}$ ,  $CBR_{REF}$ ,  $CBR_{SL}$ , representam a capacidade de suporte das camadas de sub-base, reforço do subleito e subleito, obtidos a partir de ensaios geotécnicos.



---

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. ABGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente. São Paulo, 1995.
2. ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8044 - Projeto Geotécnico
3. ÁVILA, I.G. et.al. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. A Exigência e a Importância de Laudos Geológicos na Implantação de Novos Loteamentos, São Paulo, XXVI Congresso dos Municípios de São Paulo, 1992.
4. BALBO, J.T. Pavimentos Asfálticos – Patologias e Manutenção. São Paulo, Plêiade, 1997.
5. BOTELHO, M. H. C. Águas de chuvas : Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades. São Paulo, Edgard Blücher, 1985.
6. CARVALHO, P. A. S. (Coordenador). IPT – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Geotecnia: Taludes de Rodovias : Orientações para Diagnóstico e Soluções de seus Problemas – DER/SP. São Paulo, 1991, (Publicação IPT ; n.1843).
7. CDHU – CIA de DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual Técnico de Projetos. São Paulo, 1995.
8. CDHU – CIA de DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Vias Urbanas. São Paulo.
9. CETESB/ ASCETESB. Drenagem Urbana : Manual de Projetos. 3.ed. São Paulo, 1986.
10. CINTRA, J.C.A. Fundações em Solos Colapsíveis. 1.ed. São Carlos, Serviço gráfico da EESC/USP, 1998.
11. CUNHA, M. A. (Coordenador). IPT – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ocupação de Encostas. São Paulo, 1991 (Publicação IPT; n.1831).
12. GRAPROHAB – GRUPO DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DE PROJETOS HABITACIONAIS. Manual de Orientação – Loteamentos – Conjuntos Habitacionais. São Paulo.
13. GUIDICINI, G. ; NIEBLE, C.M. Estabilidade de Taludes - Naturais e de Escavação. 2.ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1983.



14. IPT – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; EMPLASA. Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano (1:10.000) e Guia de Utilização. São Paulo, 1986.
15. LOZANO, M. H. Curso de Parcelamento do Solo e Desenvolvimento Urbano: Módulo de Engenharia. São Paulo, AELO/SECOVI-SP, 1988.
16. MASCARÓ, J. L. Manual de Loteamentos e Urbanização. Porto Alegre, Sagra-D.C Luzzatto editores, 1994.
17. MORETTI, R.S. Loteamentos: Manual de Recomendações de Projeto. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986 (Publicação IPT; n.1635)
18. MORETTI, R.S. et al. Loteamento na Grande São Paulo - Contribuição da Geologia de Engenharia(II): análise de projeto. In: 4º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 2v, Belo Horizonte, 1984.
19. OLIVEIRA, A. M. S. ; BRITO, S. N. A. (Editores). ABGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Geologia de Engenharia. São Paulo, 1998.
20. PINTO, C. S. Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas. São Paulo, Oficina de Textos, 2000
21. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO:
  - Classificação do Tipo de Tráfego- PMSP/SP CT/92.
  - Instruções Geotécnicas - PMSP/SP IG/92.
  - Procedimento de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Muito Leve- PMSP/SP P01/92.
  - Procedimento de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Médio- PMSP/SP P02/92.
  - Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis – MD –1 – Para tráfego pesado e muito pesado.
22. SENÇO, W. Manual de Técnicas de Pavimentação. São Paulo, PINI, 1997.
23. VARGAS, M. Introdução à Mecânica dos Solos. São Paulo, Mcgraw-Hill do Brasil, Editora da Universidade de São Paulo, 1997. v.1.