



Fundamentos de topografía

Fundamentos de topografia

Manuela de Almeida Andrade
Adriane Nunes Pereira

© 2017 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Éder Cícero Adão Simêncio

Editorial

Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Andrade, Manuela de Almeida.
A553f Fundamentos de topografia / Manuela de Almeida
Andrade, Adriane Nunes Pereira. – Londrina : Editora e
Distribuidora Educacional S.A., 2017.
216 p.

ISBN 978-85-522-0005-5

1. Topografia. I. Pereira, Adriane Nunes. II. Título

CDD 526.98

2017
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

| | |
|--|------------|
| Unidade 1 Divisões e representações da topografia | 7 |
| Seção 1.1 - Introdução aos elementos topográficos | 9 |
| Seção 1.2 - Normatização e instrumentação de topografia | 21 |
| Seção 1.3 - Topografia e Geodésia | 31 |
| Seção 1.4 - Topografia e mensurações planimétricas e altimétricas | 43 |
| | |
| Unidade 2 Planimetria e altimetria | 55 |
| Seção 2.1 - Perfis topográficos | 57 |
| Seção 2.2 - Declividade e hipsometria | 69 |
| Seção 2.3 - Aplicações dos conhecimentos topográficos e cartográficos na arquitetura | 79 |
| Seção 2.4 - Análise topográfica orientada | 89 |
| | |
| Unidade 3 Planialtimetria e terraplenagem | 101 |
| Seção 3.1 - Terraplenagem e propriedades físicas do solo | 103 |
| Seção 3.2 - Cortes, aterros e cálculos de volumes | 119 |
| Seção 3.3 - Determinação de platôs, taludes e rampas | 131 |
| Seção 3.4 - Equipamentos de terraplenagem | 145 |
| | |
| Unidade 4 Análise do lugar, georreferenciamento e sensoriamento remoto | 159 |
| Seção 4.1 - Representação de cartas topográficas | 161 |
| Seção 4.2 - Intervenção de obras urbanas na topografia | 175 |
| Seção 4.3 - Georreferenciamento remoto | 187 |
| Seção 4.4 - Introdução e aplicação do sensoriamento remoto | 199 |

Palavras do autor

A topografia é a ferramenta que confere ao homem a capacidade de descrever o espaço físico com medidas precisas, envolvendo limites de dimensões, ângulos, distâncias e desníveis. Ela permite a transcrição dos dados de campo para projetos técnicos e fornece dados para a representação gráfica do terreno em plantas e desenho. Tudo isso, para embasar projetos estruturais, agrários, arquitetônicos e ambientais.

Esta Unidade fornece informações sobre os conhecimentos básicos para a leitura e o reconhecimento de dados da superfície terrestre, que se fazem importantes nas fases de um projeto, desde o seu planejamento até sua implantação/operação, pois os aspectos físicos de um terreno são a base de um projeto sólido.

Com o aferimento e a transcrição destes dados elabora-se um levantamento topográfico, que fornece informações acerca da: dimensão, posição, forma, declividade, relevo e outras informações temáticas da superfície, como hidrografia, vegetação, acidentes geográficos etc.

Pode-se dizer que a topografia permite fazer um retrato com dimensões reais, do terreno em questão, trazendo todas as informações necessárias para se iniciar um projeto.

Por isso, é importante o domínio de conceitos, técnicas e medidas, para se fazer um estudo topográfico com excelência, sendo, portanto, o objetivo desta Unidade, apresentar e exercitar tais conhecimentos de forma clara e coesa.

A primeira seção irá introduzir os conceitos de base da topografia, termos específicos, suas subdivisões e áreas de atuação. A segunda seção já apresenta o embasamento técnico para se fazer um levantamento topográfico e os materiais utilizados para tal. A terceira trata das ferramentas, unidades e sistemas, abrangendo: coordenadas, datum, projeções cartográficas e o sistema geodésico brasileiro, e tecnologia GPS. E, por fim, a quarta seção aborda as diferentes formas de transcrição de dados topográficos (planimétricas e altimetrias).

Visto isso, o estudo desta Unidade será bastante completo, capacitando o aluno com um olhar profissional e despertando competências e habilidades para que ele possa executar um bom trabalho no âmbito dos estudos topográficos.

Na Unidade 2 você conhecerá formas de representação da superfície terrestre através de materiais como cartas e mapas aplicados à arquitetura, você aprenderá sobre o que é declividade e hipsometria, formas de representação, sua importância e quando se torna um dado relevante, encontrará conceitos e discussões a cerca da topografia/cartografia/arquitetura, aprenderão sobre o que são áreas de risco, desastres naturais e como deve ser feito um plano de gerenciamento para prevenção e mitigação de danos sociais e ambientais.

Na Unidade 3 buscaremos a compreensão das propriedades físicas do solo e sua interferência nos processos de terraplenagem, será abordado conceitos de "corte", "aterro" e cálculo de volume de terra, que fazem parte desse conjunto de operações manuais, mecânicas ou hidráulicas que caracterizam as movimentações de terra, bem como, a determinação de platôs, taludes e rampas.

Na Unidade 4 abordaremos a leitura, a interpretação e a representação de cartas topográficas, esperamos que você seja capaz de compreender processo de urbanização e políticas urbanas, questões ambientais e espaços urbanos, as dinâmicas e a função da paisagem, bem como compreender o que é um processo de georreferenciamento, como ele interfere nos trabalhos de geoprocessamento e como ele é importante nos dias atuais para o planejamento urbano e rural e ao final desta, esperamos que você, aluno, seja capaz de compreender a definição de Sensoriamento Remoto e suas aplicações em diversas áreas da Arquitetura e do Urbanismo.

Na Unidade 2 você conhecerá formas de representação da superfície terrestre através de materiais como cartas e mapas aplicados à arquitetura, você aprenderá sobre o que é declividade e hipsometria, formas de representação, sua importância e quando se torna um dado relevante, encontrará conceitos e discussões a cerca da topografia/cartografia/arquitetura, aprenderão sobre o que são áreas de risco, desastres naturais e como deve ser feito um plano de gerenciamento para prevenção e mitigação de danos sociais e ambientais.

Na Unidade 3 buscaremos a compreensão das propriedades físicas do solo e sua interferência nos processos de terraplenagem, será abordado conceitos de "corte", "aterro" e cálculo de volume de terra, que fazem parte desse conjunto de operações manuais, mecânicas ou hidráulicas que caracterizam as movimentações de terra, bem como, a determinação de platôs, taludes e rampas.

Na Unidade 4 será abordado a leitura, a interpretação e a representação de cartas topográficas, esperamos que você seja capaz de compreender processo de urbanização e políticas urbanas, questões ambientais e espaços urbanos, as dinâmicas e a função da paisagem, bem como compreender o que é um processo de georreferenciamento, como ele interfere nos trabalhos de geoprocessamento e como ele é importante nos dias atuais

Divisões e representações da topografia

Convite ao estudo

Caro aluno,

O estudo da topografia é uma ferramenta extremamente importante que proporciona o conhecimento necessário para a orientação, a segurança e a construção. Essa ferramenta é utilizada desde o início da história da ocupação do homem na Terra, passando pelos períodos das grandes navegações, guerras, até os dias de hoje.

A topografia dispõe de meios para que o homem tenha a capacidade de mensurar o espaço. O próprio significado deste termo já diz isso, a palavra topografia veio do grego *topos*, que significa lugar, e *graphen*, que significa descrição, sendo, portanto, nada mais que a "descrição do lugar". Visto isso, o estudo da topografia vem para capacitar o profissional com as habilidades de descrever e representar o espaço físico, visando determinar sua dimensão, posição, delimitação territorial, distâncias, desníveis, ângulos, entre outros aspectos físicos do terreno.

No âmbito profissional, a aplicação da topografia se dá em vários meios, como na Arquitetura, nas Engenharias, na Agricultura, na Agronomia e na Zootecnia, entre outros.

Veja os exemplos:

1. A definição da melhor alternativa locacional de uma obra (construções civis em geral) se inicia com o prévio serviço de topografia do terreno.
2. Para fazer a averbação da Reserva Legal de uma área, como determinado no Código Florestal Brasileiro, o proprietário necessita de um mapeamento

topográfico muito bem executado, para delimitar parte do seu território para conservação dos recursos naturais.

3. Para fazer a implantação de um sistema de drenagem em construções civis, minerações e outros empreendimentos, deve-se fazer o levantamento topográfico, previamente às instalações.

4. Em projetos arquitetônicos é necessário fazer o levantamento topográfico para o planejamento paisagístico e urbanístico da região.

5. Há ainda outros serviços para os quais o estudo topográfico se faz imprescindível, como:

- Planejamento agropecuário.
- Manejo de áreas de preservação ambiental e área de relevante interesse ecológico.
- Criação de corredores ecológicos ou unidades de conservação.
- Inventário florestal.
- Programa de recuperação de áreas degradadas.
- Planejamento de uso e ocupação do solo.

É importante perceber que a topografia estará presente em todas as fases de um projeto, desde o planejamento, passando pela execução e, posteriormente, monitorando e verificando tudo o que foi implantado. Portanto, esta unidade irá apresentar as informações necessárias para se realizar um estudo topográfico. Nesta disciplina, aprenderemos os fundamentos e as técnicas para analisar e caracterizar um terreno, identificando suas elevações, depressões, posição dos acidentes, bem como o contorno da superfície. Vejamos o seguinte exemplo: como elaborar um projeto de construção de um sítio sustentável? Imagine que uma empresa foi contratada para fazer o projeto desse sítio. Ele deverá conter uma casa de dois andares e uma horta, num terreno acidentado com declividade. Sabe-se que há um curso d'água passando próximo dos limites do terreno e o proprietário gostaria de aproveitar a água desse rio para fazer a irrigação da sua horta. Além disso, ele também gostaria de fazer uso da luz natural do sol nos cômodos do sítio, com o objetivo de utilizar menos luz elétrica.

Ao longo desta unidade, vamos aprender e entender como se dá aplicação da topografia para a execução deste projeto.

Seção 1.1

Introdução aos elementos topográficos

Diálogo aberto

Caro aluno,

Todo trabalho topográfico requer que os dados sejam coletados diretamente do terreno, sendo a etapa de visita de campo imprescindível para a coleta de dados. Claro que nos dias atuais existe uma série de tecnologias que captam informações da superfície terrestre, mas sempre vale lembrar que os dados coletados de satélites, radares, lasers e outros instrumentos tecnológicos também podem conter erros.

Considerando que a topografia busca trazer a descrição do terreno com o máximo nível de detalhe, cabe ressaltar que se deve evitar os erros no momento da coleta de dados.

Para tanto, o procedimento de coleta de dados em campo requer a utilização de instrumentos específicos, bem como requer um profissional bem treinado para tal prática. Dessa forma, vamos aprender os conceitos básicos que compõem a Topografia.

Visando atender a demanda da construção do sítio sustentável, você, como projetista, terá que fazer o projeto de uma casa de dois andares e uma horta, num terreno com declividade. Por onde começar? Quais são os primeiros passos que devem ser feitos para atender essa demanda? Quais são as etapas que se cumprem antes da elaboração do projeto?

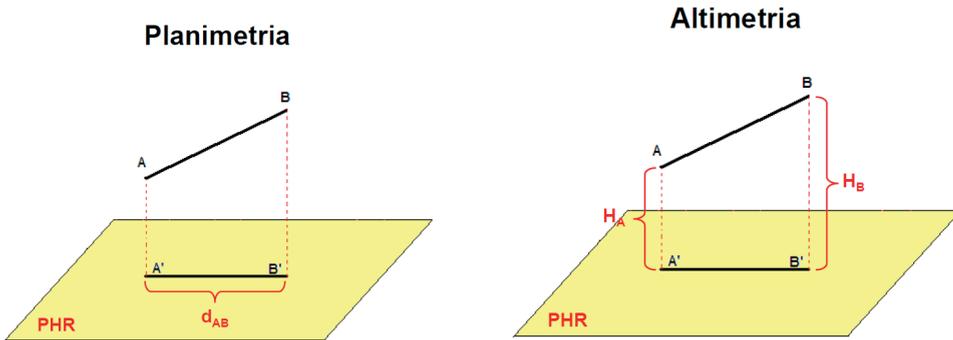
Nesta seção, serão apresentados alguns conceitos introdutórios sobre topografia para nortear o desenvolvimento dessa tarefa, como: declividade, planimetria, altimetria, planialtimetria, curvas de nível, escala etc. Tudo isso é importante para você executar um projeto de sucesso!

Preparado? Vamos aprender!

Não pode faltar

Inicialmente, devemos aprender que a topografia se divide em seções: **topometria** e **topologia**, sendo a primeira o estudo dos processos de medição envolvendo cálculos para o levantamento de dados, que podem se dar em planos verticais e horizontais. Existem duas formas de se fazer a medição de um terreno: a **planimetria** faz a representação em plano horizontal, medindo ângulos, distâncias e coordenadas, e a **altimetria** retrata o plano vertical, medindo desníveis, cotas e altitudes.

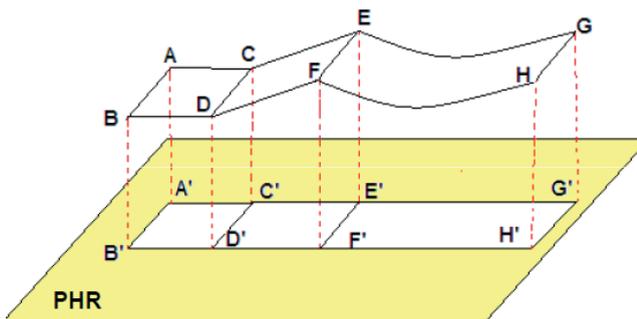
Figura 1.1 | Planimetria e altimetria



Legenda: PHR - Plano Horizontal; d_{AB} - distância entre A e B; H_A - altura entre A e A'; H_B - altura entre B e B'
 Fonte: <<http://www.labtopope.com.br/material-didatico/disciplinas/topografia-1/>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

Quando se esboça uma planta nos dois planos (planimétrico e altimétrico), trabalha-se com o espaço tridimensional, e assim temos a planta **planialtimétrica**.

Figura 1.2 | Planialtimetria



Legenda: PHR - Plano Horizontal
 Fonte: <<http://www.labtopope.com.br/material-didatico/disciplinas/topografia-1/>>. Acesso em: 26 jul. 2016.



Assimile

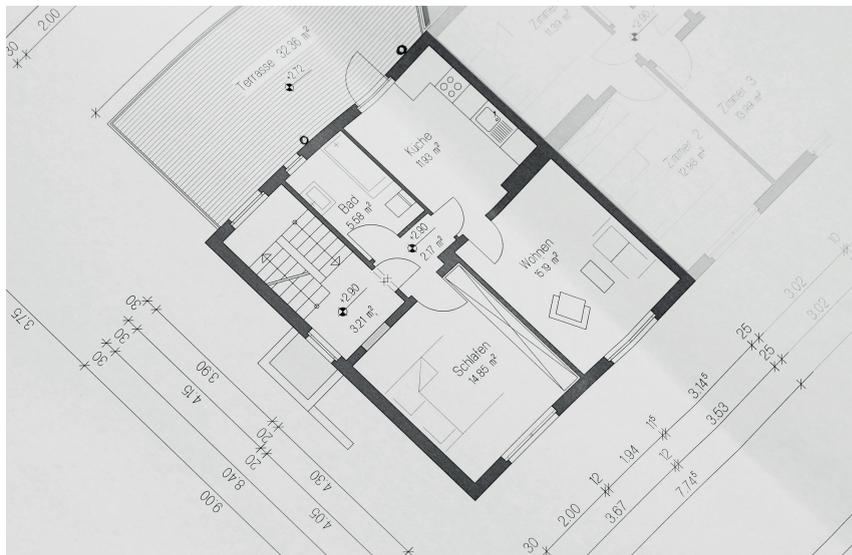
Planialtimetria: retrata o espaço tridimensional. Traz as informações do plano horizontal, como distâncias e ângulos, e as informações do plano vertical, como a altitude.



Exemplificando

A figura ilustra uma planta planialtimétrica, em que estão apresentadas informações dos planos horizontal e vertical.

Figura 1.3 | Exemplo de planta planialtimétrica

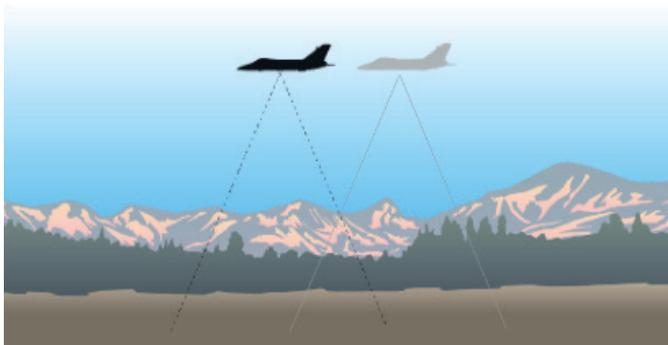


Fonte: <<https://pixabay.com/pt/planta-de-constru%C3%A7%C3%A3o-354233>>. Acesso em: 8 set. 2016.

Outra seção da topografia é a **topologia** que envolve as formas de representação gráfica a partir dos dados obtidos com a topometria. Esse campo estuda o relevo do terreno, ou seja, as formas exteriores da superfície. Mais adiante iremos aprender como fazer a representação gráfica da paisagem em tamanho reduzido, ou seja, com o uso da **escala**.

Você sabe o que é a fotogrametria? A **fotogrametria** é o levantamento da altimetria de uma região a partir de fotos aéreas tiradas simultaneamente por duas câmeras posicionadas em pontos diferentes, proporcionando uma visão de ângulos diferentes da mesma área. Esse método possibilita que a imagem gerada pelas fotos seja vista em formato tridimensional com o uso de equipamentos apropriados.

Figura 1.4 | Fotogrametria



Fonte: Maia, Botelho e Costa (2014, p. 19).

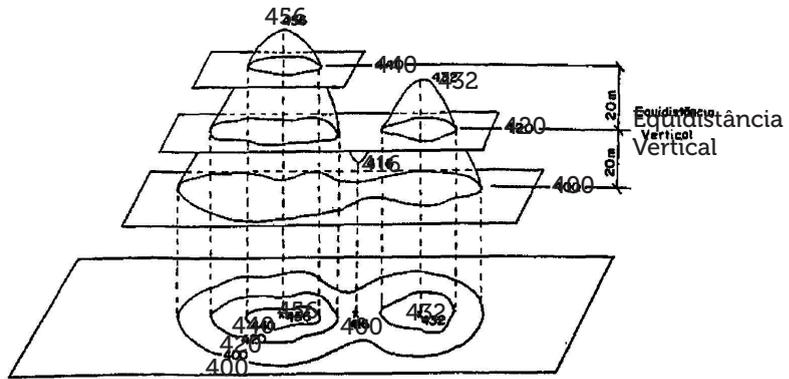
Para o projeto do sítio, uma das primeiras etapas será a equipe ir ao local desejado para conhecer o terreno e fazer o reconhecimento das suas características. Essa é a etapa da **coleta de dados**. Durante o trabalho de campo, serão coletados vários dados, como:

1. Coordenadas geográficas: latitudes e longitudes da localização.
2. Ângulos do limite da propriedade.
3. Cotas do terreno: altura (distância vertical) de um local até a superfície de referência.
4. Área do terreno.
5. Relevo do terreno.
6. Desníveis do terreno.
7. Declividade: diferença de altura entre dois pontos distintos do terreno.
8. Hidrografia: identificação dos cursos d'água superficiais e/ou subterrâneos.

A coleta de dados é realizada com instrumentos de medição de distâncias, declividade e ângulos para aferir as características do terreno. Também são feitos registros fotográficos e marcação de coordenadas geográficas. Além disso, são feitas anotações para caracterizar os aspectos físicos com alto nível de detalhes.

Na planta, a representação da declividade virá ilustrada pelas curvas de nível, que tem como objetivo demonstrar a elevação do terreno. A curva de nível é a linha representada no mapa que junta todos os pontos de uma mesma altitude, permitindo identificar o relevo terrestre.

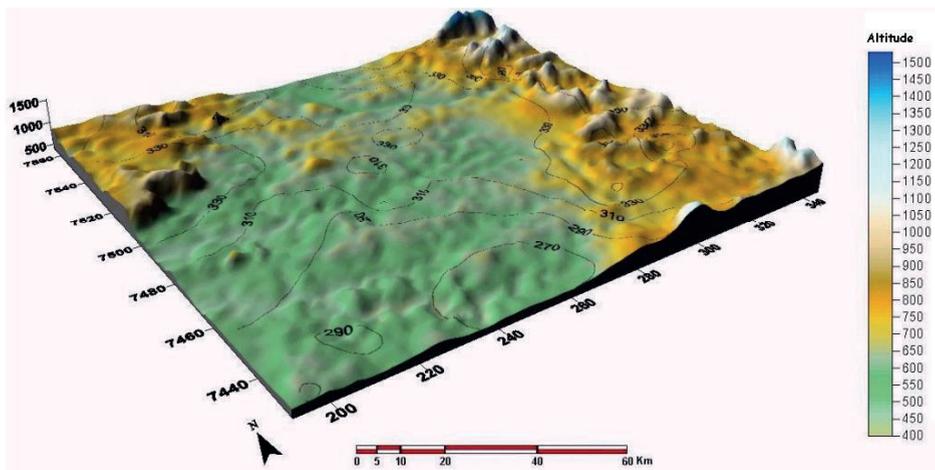
Figura 1.5 | Curvas de nível



Fonte: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/elementos_representacao.html>. Acesso em: 8 set. 2016.

De acordo com o IBGE (1998), o perfil topográfico é a representação cartográfica de uma seção vertical da superfície terrestre. Inicialmente é preciso conhecer as altitudes de um determinado número de pontos e a distância entre eles.

Figura 1.6 | Curvas de nível



Você sabe o que é Geodésia?

A Geodésia estuda as dimensões da Terra, e os marcos geodésicos são estruturas fixadas com materiais resistentes às intempéries que indicam uma localização de referência para a rede geodésica, servindo de apoio à cartografia e à topografia.

Figura 1.7 | Piquete



Fonte: <http://andregamino.weebly.com/uploads/1/7/2/4/17243086/topografia_equipamentos_acessorios.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.

Figura 1.8 | Marco geodésico



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Marco_geod%C3%A9sico_IBGE_2895J_-_SP255_180709_REFON_4.JPG>. Acesso em: 8 set. 2016.

Após a coleta de dados do terreno em questão, deve-se realizar o **processamento** dos dados. Nesta fase, devem ser feitas as análises das informações topográficas e o seu alinhamento com o objetivo do trabalho. Feitas as interpretações necessárias, é chegada a fase da **representação gráfica**, em que serão gerados croquis, mapas ou plantas.



Refleta

Você já imaginou como eram feitos os mapas no século XVI, na época das Expansões Marítimas? Como os navegantes se orientavam e mapeavam seus trajetos?

Os mapas existem antes mesmo do século XV, diante da extrema necessidade dos homens, na luta pela sobrevivência e ocupação territorial.

Há séculos, os mapas eram feitos com diversos elementos naturais, como argila, madeira, peles de animais, rochas e outros meios.

Na presente situação, será feito o desenho topográfico em grande escala, a fim de retratar a situação real do terreno para a representação em papel.

A escala gráfica é a relação entre as dimensões reais e as dimensões representadas do desenho gráfico (planta ou mapa). A escala pode ser utilizada para projeções em tamanho natural, ampliado ou reduzido. A escala numérica é indicada por uma relação

numérica em forma de fração, em que o numerador indica o valor no desenho gráfico e o denominador indica a correspondência do valor real. Já a escala gráfica indica que 1 cm representado no desenho equivale a um valor indicado, normalmente em **metros** ou **quilômetros**, no terreno real.

Figura 1.9 | Escala numérica e gráfica

| Escala numérica | Escala gráfica |
|---|---|
| 1:100 1 cm no mapa equivale a 100 cm no terreno real |  1 cm no mapa equivale a 1 m no terreno real |

Fonte: elaborada pela autora.

Utiliza-se a seguinte a seguinte fórmula para calcular a escala:

Escala: $D = d \times E$ $D =$ distância real; $d =$ distância no mapa; $E =$ escala

Vamos ver como se aplica? Para fazer a irrigação da horta com a água do rio, será instalado um cano de 25 m de comprimento para conduzir a água para o sistema de irrigação. Na planta, a escala gráfica adotada é de 1:100, ou seja, 1 cm na planta representa 100 cm no terreno real. Sendo assim, o desenho do cano na planta será desenhado com 25 cm de comprimento, o que representa 2500 cm na distância real (25 m).



Assimile

- Croqui: desenho que traz informações topográficas sem nível de detalhe, sem escala.
- Mapa: representação gráfica plana, geralmente em pequena escala, dos elementos físicos naturais e artificiais. Leva em conta a curvatura da superfície terrestre.
- Planta: representação gráfica plana de uma área restrita, geralmente em grande escala, com alto nível de detalhe. Não leva em conta a curvatura da superfície terrestre.

$$D = 25 \times 100$$

$$D = 2.500 \text{ cm} = 25 \text{ m}$$

E agora, a última etapa para finalizar a demanda do projeto do sítio, é a elaboração do **memorial descritivo**. Esse documento é um relatório com a transcrição dos dados apresentados no desenho gráfico e que direciona o planejamento e a implantação do projeto.



Pesquise mais

Material para aprender e reforçar conceitos acerca da cartografia, ferramenta-chave para ser utilizada na topografia:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Noções básicas de cartografia**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/representacao.html>. Acesso em: 26 jul. 2016.



Vocabulário

- Cota: altitude de um ponto no terreno.
- Escala: relação entre as dimensões reais e as dimensões representadas do desenho gráfico (planta ou mapa).
- Topologia: estudo do relevo do terreno.

Fonte: <http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf>. Acesso em: 13 set. 2016.

Sem medo de errar

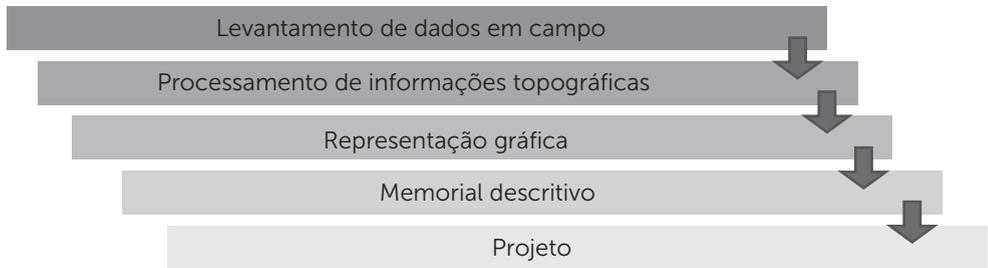
Vimos que os conhecimentos da topografia estão presentes em várias etapas para atender a demanda do projeto do sítio sustentável. No entanto, antes mesmo de se fazer o projeto, é preciso cumprir algumas etapas fundamentais para ter embasamento para o projeto final. Na construção de um sítio sustentável, quais são os primeiros passos que devem ser feitos para atender essa demanda? Quais são as etapas que se cumprem antes da elaboração do projeto?

Sendo assim, vimos que a primeira fase a ser feita é a visita de campo para **coleta de dados**. Neste momento, a equipe irá medir a extensão do terreno, coletar os pontos topográficos, medir os ângulos do limite da propriedade, identificar a declividade do terreno, verificar os desníveis e demarcar as coordenadas geográficas de localização.

Em seguida, será feito o **processamento de dados**, em que todas essas informações serão compiladas em escritório e a equipe irá transformar os dados em informações para o projeto. A terceira fase será a representação gráfica. Neste momento, o projetista e sua equipe irão fazer desenhos gráficos (mapas, plantas ou croquis) representando o sítio com o uso da escala 1:100, ou seja, cada 1 cm representado na planta, equivale a 1 metro da distância real. Nessa planta, será representada a casa de dois andares, posicionada no terreno de forma que aproveite a maior incidência da luz do sol, bem como a horta com sistema de irrigação com água captada no curso d'água.

Ainda nessa mesma etapa, será elaborado um arquivo de descrição conceitual desta planta, informando todos os detalhes do desenho gráfico, este é o memorial descritivo. Feito tudo isso, temos o projeto do sítio sustentável.

Figura 1.10 | Etapas anteriores ao projeto



Fonte: elaborada pela autora.



Atenção

Estudos topográficos podem conter erros que prejudicam o projeto. Esses erros podem ocorrer por motivos variados, como por exemplo:

- manuseio de instrumentos: calibração, verificação, ajustes;
- condições ambientais: chuvas, ventos, temperaturas, neblina;
- erros do profissional: falta de treinamento, falta de atenção.

Avançando na prática

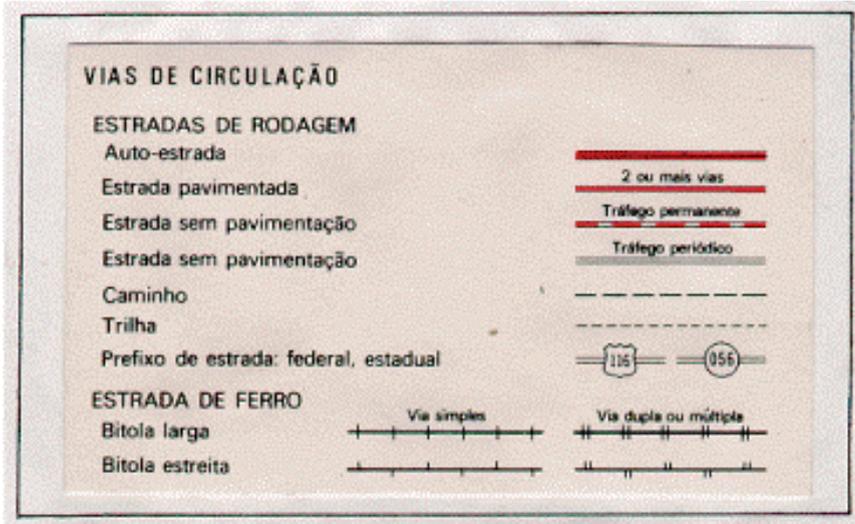
Projeto urbanístico

Descrição da situação-problema

O projeto urbanístico de uma cidade visa à interligação do centro de eventos da cidade com as linhas de transporte público (metrô e ônibus). Para fazer esse projeto, é preciso fazer um estudo prévio da área abrangida. Uma das primeiras etapas será a realização do estudo topográfico. Quais são as etapas para fazer este projeto?

Vale lembrar que, ao se tratar de uma paisagem urbana, o estudo topográfico também envolve os aspectos físicos artificiais, além dos naturais, como estradas, passarelas, trilhos, túneis, edificações e afins. Inclusive, para a retratação dessas estruturas no desenho gráfico, a seguir são apresentados alguns símbolos utilizados, conforme a orientação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Figura 1.11 | Classificação de vias de circulação



Fonte: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/elementos_representacao.html>. Acesso em: 8 set. 2016.



Lembre-se

Fórmula para calcular Escala: $D = d \cdot E$

D = distância real

d = distância no mapa

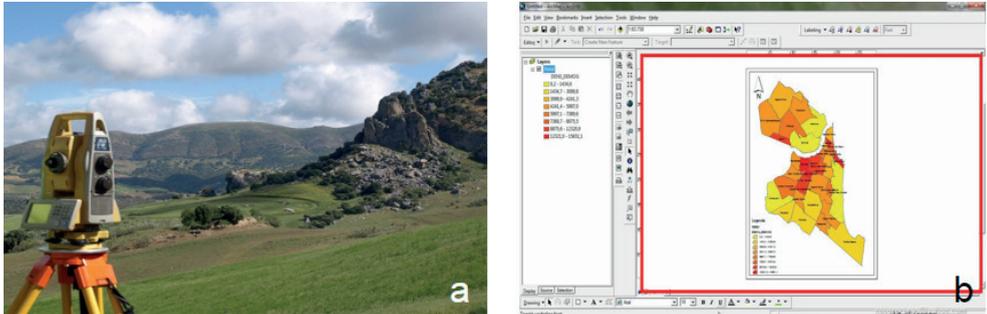
E = escala

Resolução da situação-problema

Os passos a serem seguidos para atender a essa nova demanda são:

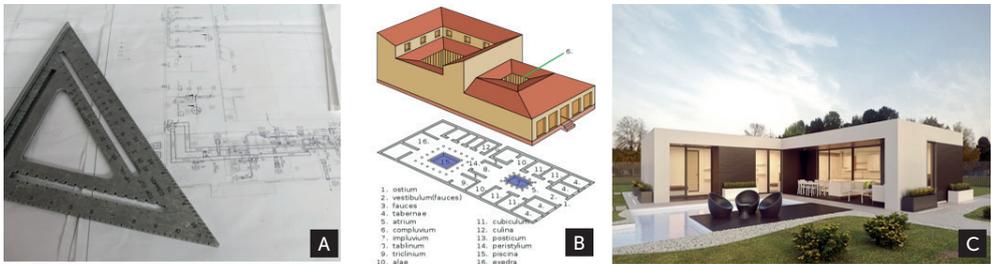
1. Levantamento de dados em campo (Figura 1.12a).
2. Processamento de informações topográficas (Figura 1.12b).
3. Representação gráfica (elaboração de croquis, mapas ou plantas) (Figura 1.13a).
4. Memorial descritivo (planejamento, implantação e execução) (Figura 1.13b).
5. Projeto (Figura 1.13c).

Figura 1.12 | (a) levantamento de dados em campo; (b) processamento de informações topográficas



Fonte: (a) <<https://pixabay.com/pt/topografia-esta%C3%A7%C3%A3o-medi%C3%A7%C3%A3o-202278/>>. Acesso em: 14 set. 2016. (b) <<https://i.ytimg.com/vi/DJRzexVUcal/maxresdefault.jpg>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

Figura 1.13 | (a) representação gráfica; (b) memorial descritivo; (c) projetos



Fonte:

(a) <<https://pixabay.com/pt/constru%C3%A7%C3%A3o-planos-pra%C3%A7a-plano-370588/>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

(b) <https://en.wikipedia.org/wiki/Domus#/media/File:Domus_romana_Vector002.svg>. Acesso em: 15 jul. 2016.

(c) <<https://pixabay.com/pt/arquitetura-tomar-externo-design-1477103/>>. Acesso em: 15 jul. 2016



Faça você mesmo

Dê exemplos de situações em que se possa fazer uma representação gráfica em:

- Escala natural.
- Escala ampliada.
- Escala reduzida.

Faça valer a pena

1. O estudo da topografia de um local traz informações fundamentais para a execução de um projeto.

A topografia estuda:

- a) A descrição dos espaços considerando características físicas do terreno, relevo, clima, fauna e flora.
- b) A descrição dos espaços considerando apenas as características naturais do terreno.
- c) A descrição dos espaços considerando as características físicas naturais e artificiais e do terreno.
- d) A descrição de um terreno urbano.
- e) A descrição das características socioambientais de uma região.

2. Para o estudo topográfico de uma área bastante acidentada, em que se quer obter informações acerca dos desníveis do terreno, deve-se fazer um estudo:

- a) Angular.
- b) Altimétrico.
- c) De escalas.
- d) Planimétrico.
- e) Planialtimétrico.

3. Em uma planta, a área do terreno foi representada na escala 1:20.000. A área real do terreno, em centímetros, para cada centímetro no mapa é igual a

- a) 200.
- b) 2.000.
- c) 20.000.
- d) 200.000
- e) 2.000.000.

Seção 1.2

Normatização e instrumentação de topografia

Diálogo aberto

Prezado aluno,

Para que um trabalho de topografia seja realizado, é fundamental que, antes de qualquer ida a campo, o profissional esteja bem embasado nos conhecimentos técnicos, tenha uma equipe segura e toda a instrumentação necessária para a realização do serviço.

A relevância da topografia para as sociedades e a boa condução da atividade em campo já foram discutidas na introdução da seção anterior. Nesta seção, veremos em detalhes a normatização indicativa sobre levantamentos topográficos e a instrumentação usada para a realização de estudos de topografia. Tratando especificamente da Arquitetura e Engenharias, é fundamental a boa realização do estudo prévio e (re)conhecimento do terreno onde será feita a obra, de modo a resultar em um empreendimento mais barato e mais bem-elaborado.

Há normas a serem seguidas, assim como instrumentos adequados, a fim de orientar os estudos e/ou mesmo de se evitar ou minimizar erros durante o trabalho de coleta. Boa parte dos erros observados em serviços topográficos são ocasionados pelo não cumprimento das normas ou mesmo pelas más condições de uso e conservação dos instrumentos utilizados.

Retomando a proposta do trabalho, em que uma equipe de profissionais foi contratada para elaborar um projeto de construção de um sítio sustentável (contendo uma casa de dois andares e uma horta, num terreno acidentado), você faz parte da equipe de projetistas que fará o levantamento topográfico do terreno para escolher o melhor local para alocação das estruturas. Sendo assim, qual método deverá ser seguido? Qual/quais instrumento(s) mais indicado(s) para esse tipo de trabalho? O que devemos saber antes da preparação para campo?

É importante ressaltar que, apesar de todo o acervo tecnológico disponível, a ida a campo é uma etapa de fundamental importância para a realização de qualquer

trabalho de topografia, de modo que o produto gerado seja o mais semelhante possível à realidade do local estudado.

Não pode faltar

A topografia tem como objetivo o levantamento de informações de um determinado terreno, através de medições de ângulos, distâncias e desníveis, que permitam determinar a forma e as dimensões da terra, ou seja, representar uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada. Esse levantamento, chamado de Levantamento Topográfico, é realizado a partir de medidas (lineares e angulares) realizadas sobre a superfície da terra, das quais calculam-se coordenadas, áreas, volumes etc. Para tanto, é necessário um sólido conhecimento sobre instrumentação, técnicas de medição, métodos de cálculo e estimativa de precisão (KAHMEN; FAIG, 1988).

De acordo com a NBR 13133 (ABNT, 1994, p. 1), o levantamento topográfico é definido como:



Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhe visando a sua exata representação planimétrica numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ou pontos cotados.

O trabalho de topografia deve ser realizado por profissionais qualificados, com auxílio de uma equipe integrada e instrumentação adequada. No entanto, para organizar uma incursão a campo para levantamento e coleta dos dados, é fundamental que se conheça a fundo as normas vigentes, seguindo as orientações de uso dos instrumentos.

De acordo com a NBR 13133, para realização do levantamento topográfico de qualquer finalidade, deverão ser seguidas as seguintes etapas:

1. Planejamento, seleção de métodos e aparelhagem: conhecimento prévio, escolha do melhor método e instrumentos a serem usados.
2. Apoio topográfico: parâmetros geodésicos utilizados.
3. Levantamento de detalhes: incursão a campo. Levantamento de todas

especificidades do terreno.

4. Cálculos e ajustes: quando necessário, para adequação do método proposto.
5. Original topográfico: desenvolvido a partir dos dados levantados em campo.
6. Desenho topográfico final: carta/mapa.
7. Relatório técnico.



Assimile

Levantamento topográfico: é o conjunto de métodos e processos realizados por meio de medições, com instrumentos adequados que objetivam a representação planimétrica/altimétrica de um terreno em uma carta ou planta.

Seguindo a proposta de um levantamento topográfico em um terreno acidentado (que tenha porções íngremes e planas de forma alternada), o primeiro passo para realização do trabalho é conhecer normas vigentes para a se fazer esse levantamento.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) estabelece e aplica parâmetros que servem de base para o desenvolvimento tecnológico nacional. Para a realização do levantamento topográfico ou levantamento planimétrico, inúmeros procedimentos podem ser utilizados e, em alguns casos, de acordo com os critérios estabelecidos para o trabalho, associar mais de um método. Toda metodologia, instrumentação e precisões estão normatizadas pela NBR 13133 - Execução de levantamento topográfico, de 1994. A norma NBR 13133 fixa as condições exigíveis para a execução de levantamentos topográficos destinados (ABNT, 1994, p. 1), que são:

- Conhecimento geral do terreno: relevo, limites, confrontantes, área, localização, amarração e posicionamento.
- Informações sobre o terreno destinadas a estudos preliminares de projeto.
- Informações sobre o terreno destinadas a anteprojetos ou projeto básicos.
- Informações sobre o terreno destinadas a projetos executivos.

É, ainda, objetivo dessa norma estabelecer condições exigíveis para a execução de um levantamento topográfico que deve compatibilizar medidas angulares, medidas lineares, medidas de desníveis e as respectivas tolerâncias em função dos erros, relacionando métodos, processos e instrumentos para a obtenção de resultados compatíveis com a destinação do levantamento, assegurando que a propagação dos erros não exceda os limites de segurança inerentes a essa destinação (ABNT, 1994, p. 1).



Pesquise mais

NBR 10647: Dispõe sobre desenho técnico - Norma geral.

Disponível em: <<http://www.unicep.edu.br/biblioteca/docs/engenhariacivil/NBR%2010647%20-%20Desenho%20Tecnico.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) definem e normatizam procedimentos como uso de trenas, GPS (Global Position System – Sistema de Posicionamento Global), além dos procedimentos como referência cadastral municipal e o sistema de desenho empregado na Cartografia e Topografia. Destaca-se as seguintes normas:

NBR 8196 - Desenho técnico - emprego de escalas.

NBR 10124 - Trena de fibra - fibra natural ou sintética.

NBR 14166 - Rede de referência cadastral municipal – procedimento.

Norma DIN 18723: exemplos de cadernetas de campo e monografias, convenções topográficas e procedimento de cálculo de desvio padrão de uma observação em duas posições da luneta.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Resolução PR nº 22, de 21 de julho de 1983, publicada no Boletim de Serviço nº 1602, de 1º de agosto de 1983 - Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - dezembro de 1992, versão preliminar - Especificações e Normas Gerais para Levantamentos GPS.



Vocabulário

De acordo com Brandalize (2015):

- **Anteprojeto:** projeto elaborado previamente, antes do trabalho em campo.
- **Desenho topográfico:** desenho da forma do terreno, da topografia.
- **Relatório técnico:** relatório em que devem constar, além do desenho topográfico, todas as observações feitas em campo, análises e cálculos.



Pesquise mais

Decreto nº 89.317, de 1984 - Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, quanto aos padrões de exatidão Especificações e

Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos - IBGE.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm>. Acesso em: 11 jul. 2016.

Após o estudo sobre a normatização de trabalhos topográficos, é a vez da realização do estudo prévio da área a ser levantada, conhecendo suas especificidades e escolha dos instrumentos a serem utilizados. Para execução de atividades topográficas, são indicados (ainda pela NBR 13133) o uso de teodolitos, níveis e medidores eletrônicos de distâncias (MED).

Os teodolitos (Figura 1.14), geralmente usados como componentes da Estação Total (Figura 1.15) têm sua precisão classificada de acordo com chamado desvio padrão de precisão angular, sendo baixa precisão, média precisão ou alta precisão. É importante ressaltar que essa classificação deve ser feita pelo fabricante, caso contrário, deve ser realizada por entidades oficiais e/ou universidades.

Os ângulos verticais e horizontais são medidos com o uso de um teodolito. Atualmente, existem os eletrônicos, que permitem escolher o tipo de ângulo e a direção (se a direção positiva do ângulo horizontal é para a direita ou para a esquerda) a ser usada.



Refleta

Você já pensou na importância de se criar normas de trabalho e padronização para uso dos instrumentos? Quais parâmetros eram analisados nos trabalhos topográficos, realizados e avaliados antes da elaboração da NBR 13133?

Figura 1.14 | Uso do equipamento teodolito



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Theodolite_in_use.JPG>. Acesso em: 14 jul. 2016.

Figura 1.15 | Estação Total



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/agrimensor-geod%C3%A9sia-esta%C3%A7%C3%A3o-total-585460>>. Acesso em: 14 jul. 2016.

Os níveis (Figura 1.16) são classificados a partir do desvio-padrão de 1 km de duplo nivelamento, sendo: precisão baixa quando o desvio padrão for maior do que 10 mm/km e precisão muito alta quando o desvio-padrão for menor ou igual a 1 mm/km, ou seja, quanto mais baixo o desvio padrão, mais exato é o seu nivelamento.

Figura 1.16 | Uso do nível em campo



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Us_land_survey_officer.jpg>. Acesso em: 14 jul. 2016.

Os medidores eletrônicos de distâncias também são classificados como baixo, médio e alto. Esses aparelhos, assim como os teodolitos, devem ser calibrados por entidades oficiais e/ou universidades, sendo calibrados no máximo a cada dois anos, e deve ser expedido um certificado de calibração.

De acordo com o tipo de trabalho a ser realizado, como no caso proposto, deve-se fazer o uso conjunto dos instrumentos complementares, como: balizas; prumos esféricos; trenas; miras; prismas; termômetro; barômetro; psicrômetro; dinamômetro; sapatas; para-sol.



Exemplificando

Para um levantamento topográfico simples, é possível realizá-lo com o uso de teodolito, baliza, trena e mira.

Ainda antes da saída para campo, todo o material/equipamento utilizado deverá ser revisado, principalmente após serviços de longa duração, a fim de evitar resultados errôneos e gerar grandes transtornos para assim ter, portanto, um trabalho bem executado. A partir daí, com os dados coletados em campo, trabalho em desenvolvimento, passa-se à fase final que é a elaboração do desenho topográfico e relatório técnico.



Atenção

Boa parte dos erros topográficos é causada por problemas como a imperfeição na construção de equipamento, mau uso ou mesmo erro no ajuste. Esses erros podem ser mitigados ou mesmo reduzidos quando a revisão/calibração dos equipamentos é realizada de forma correta e constante.



Faça você mesmo

Faça o croqui (desenho à mão livre) de diferentes estradas em que você tenha passado recentemente. Observe as diferenças de inclinação da estrada e analise se elas têm condições de segurança para tráfego de:

- Motocicletas;
- Carros;
- Ônibus;
- Caminhões.

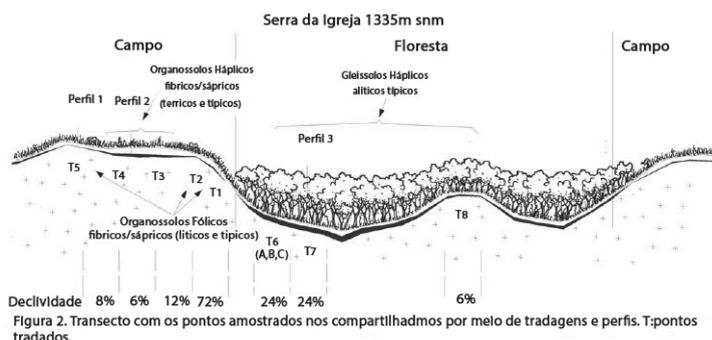
Sem medo de errar

No caso proposto, foi solicitado a você e sua equipe de trabalho um levantamento topográfico de um terreno acidentado (que tenha porções íngremes e planas de forma alternada) semelhante à Figura 1.17, para a construção de uma casa de dois andares e uma horta, de forma sustentável.



Exemplificando

Figura 1.17 | Exemplo de um perfil topográfico



Fonte: Scheer, Curcio e Roderjan (2011, p. 1.017).

Para o que foi proposto, o melhor instrumento a ser usado é o teodolito, dando preferência à Estação Total (equipamento de medição topográfica que faz a medição de ângulos, a medição de distâncias e o armazenamento dos dados coletados). Vale lembrar que todas as orientações e normas a serem usadas para o levantamento estão dispostas na NBR 13133 e que o perfil topográfico deve ser apresentado no relatório técnico.



Atenção

Erros topográficos podem ser causados por problemas no equipamento, no mau uso ou no seu ajuste. Um resultado pode ser completamente alterado caso eles ocorram. Portanto, é fundamental que todas as normas sejam seguidas de forma rigorosa, evitando um relatório com resultados equivocados.

Avançando na prática

Construção de autopista de trânsito rápido

Descrição da situação-problema

A ligação entre dois municípios (município X e município Y) é feita através de uma

estrada não pavimentada secundária e há algum tempo surgiu a necessidade de ampliação. A proposta então é de construção de uma estrada para a circulação de veículos em alta velocidade.

É proposta, então, a realização de um estudo de topografia para seleção da melhor área para a construção dessa estrada.



Lembre-se

O trabalho de topografia deve ser realizado por profissionais qualificados, seguindo a NBR 13133, partindo das etapas descritas na norma, que vão desde o planejamento até o relatório final.

Uma vez em campo, todos os instrumentos usados deverão estar calibrados e revisados.

Passando pela etapa de planejamento, o levantamento topográfico deverá ser realizado nas diferentes áreas propostas, a fim de se ter um resultado comparativo entre elas. Este resultado deverá ser descrito no relatório técnico final, juntamente aos perfis topográficos estudados.

Resolução da situação-problema

Seguindo as orientações descritas na NBR 13133, para realização do levantamento topográfico de cada área investigada para futura instalação da estrada, seguiremos as etapas de trabalho já citadas nesta seção:

1. Planejamento, seleção de métodos e aparelhagem.
2. Apoio topográfico.
3. Levantamento de detalhes.
4. Cálculos e ajustes.
5. Original topográfico.
6. Desenho topográfico final.
7. Relatório técnico.

Para apresentação do resultado, ou seja, apresentação da área escolhida para a implantação da estrada, todos os originais topográficos e desenhos topográficos finais deverão constar no relatório técnico, que ainda contará com uma análise/avaliação técnica justificando a escolha.

Faça valer a pena

1. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) estabelece a norma NBR 13133, que prevê:

- a) A execução de levantamentos topográficos.
- b) A normatização do solo.
- c) O uso da cartografia aplicado à topografia.
- d) Os critérios para desenho técnico.
- e) O guia de certificação de qualidade.

2. A alternativa que apresenta a instrumentação básica de topografia é:

- a) Nível, baliza e trena.
- b) Teodolito, MED e termômetro.
- c) Sapatas, balizas e prismas.
- d) Baliza, nível e teodolito.
- e) Nível, teodolito e Medidor Eletrônico de Distância (MED).

3. NBR 13133 – Execução de Levantamentos Topográficos fixa as condições exigíveis para a execução de levantamentos topográficos destinados (ABNT, 1994, p. 1).

Das alternativas a seguir, qual delas NÃO é condição exigível para a execução de levantamentos topográficos, pela norma:

- a) Informações sobre o terreno destinadas a estudos preliminares de projetos.
- b) Conhecimento geral do terreno: relevo, limites, confrontantes, área, localização, amarração e posicionamento.
- c) Informações sobre o terreno destinadas a projetos executivos.
- d) Desenvolvimento de um croqui, com informações levantadas a distância sem necessidade de ida ao local de estudo.
- e) Informações sobre o terreno destinadas a anteprojetos ou projetos básicos.

Seção 1.3

Topografia e Geodésia

Diálogo aberto

Caro aluno,

Os conhecimentos da Topografia e Geodésia vão contribuir com a formação do futuro arquiteto na elaboração de plantas, mapas e planejamento dos projetos.

Você sabe o que é Geodésica? Como isso influencia no nosso trabalho? O significado da palavra Geodésia vem do grego e é traduzido como "dividir a terra". Sendo assim, essa ciência vai te possibilitar identificar as formas da Terra, levando em conta seu relevo, contorno, orientação e curvatura.

Para isso, aprenderemos nesta seção sobre as coordenadas geográficas, latitudes e longitudes, Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e vários outros termos que irão direcionar nossos estudos.

Considerando a proposta desta unidade, imagine-se na equipe de planejamento e construção do sítio sustentável, em que um dos objetivos será otimizar o uso da luz natural do sol nos cômodos e a captação de luz solar com painéis para gerar energia, visando utilizar menos luz e energia elétrica. Para isso, o arquiteto deve avaliar qual será a melhor localização geográfica para a construção do edifício e identificar a melhor disposição de cômodos e janelas para aproveitar ao máximo a incidência da luz solar durante o dia. Sendo assim, a equipe do projeto irá investigar em campo essas informações. Como serão utilizadas as ferramentas de geoprocessamento e geodésica para levantar os dados? E a partir desses dados, é possível elaborar uma planta com a finalidade proposta?

Sempre que um trabalho exigir a produção de dados geográficos, é necessário definir o sistema geodésico que será adotado, pois assim os dados se tornam uniformes para todos os usuários desta informação. Qual é o sistema geodésico que devemos adotar?

Veremos adiante quais são os sistemas geodésicos de referência utilizados no Brasil, além de aprender os conceitos e a aplicação da Geodésia na vida prática da arquitetura, engenharia e outras áreas. Além disso, também vamos aprender sobre as formas de projeções cartográficas da superfície terrestre e sobre o uso do GPS.

Bons estudos!

Não pode faltar

Para iniciar os trabalhos de campo, a equipe do projeto irá visitar o terreno do proprietário para aferir a localização e identificar o local ideal para a construção da infraestrutura do sítio. Para isso, a equipe irá identificar com precisão as coordenadas geográficas do terreno em questão.



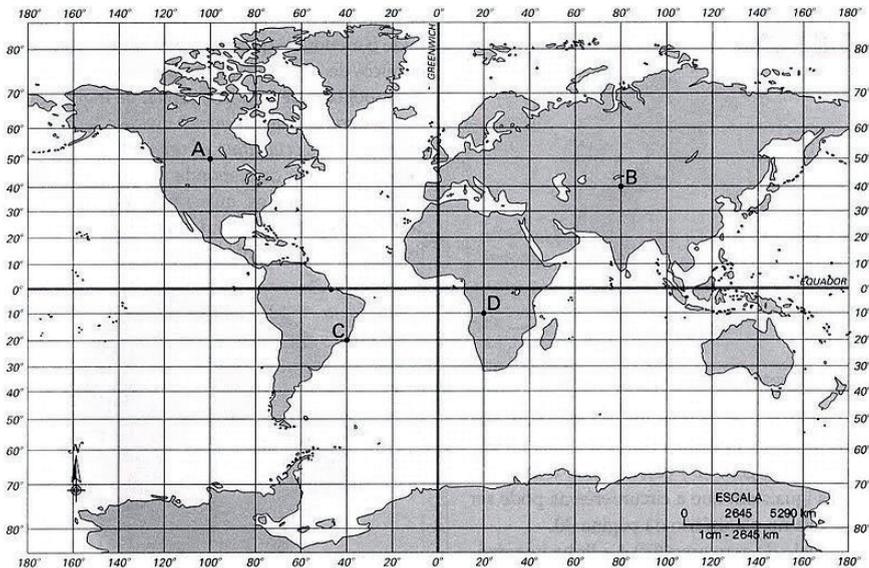
Assimile

O que são as coordenadas geográficas?

São linhas imaginárias que dividem a superfície terrestre e indicam o cruzamento de meridianos e paralelos. Assim, se define uma localização geográfica!

A Figura 1.18 apresenta a representação do planeta Terra, dividido igualmente por linhas que se juntam nos polos. Essas linhas são denominadas **meridianos**, e se dividem a cada 15° ao longo dos 360° da circunferência do planeta. O meridiano central, indicado na longitude 0° é **Meridiano de Greenwich**, que divide a Terra em Hemisfério Oriental (Leste) e Hemisfério Ocidental (Oeste). Cortando a Terra horizontalmente, têm-se os **paralelos**, que cruzam os meridianos formando ângulos retos (90°). O paralelo central, localizado na latitude 0° é a **Linha do Equador**, que separa a Terra nos Hemisférios Norte e Sul.

Figura 1.18 | Ilustração das linhas de latitude e longitude da Terra



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_coordenadas_geogr%C3%A1ficas_editado.jpg>. Acesso em: 21 jul. 2016.

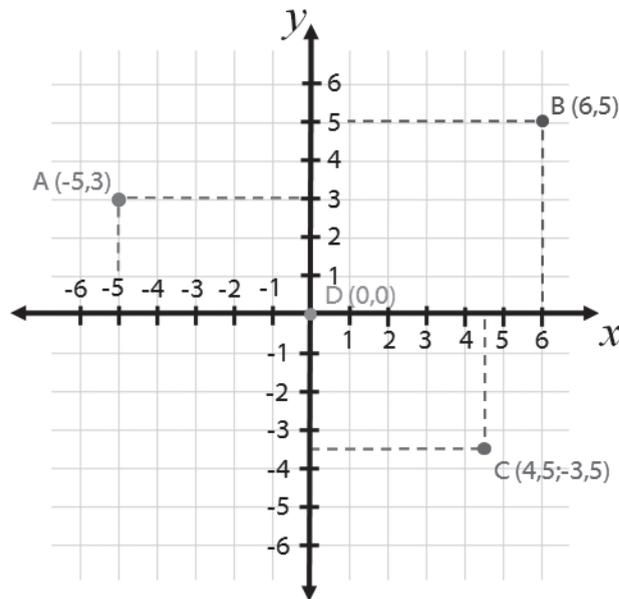


Assimile

- **Longitude:** Linhas imaginárias paralelas ao meridiano de Greenwich que variam de 0° à 180° em direção a Leste e a Oeste. Utiliza-se os sinais positivo (+) e negativo (-) indicando Leste e Oeste, respectivamente.
- **Latitude:** Linhas imaginárias paralelas à Linha do Equador que variam de 0° à 90° em direção ao pólos geográficos Norte e Sul.

Utilizam-se as coordenadas cartesianas para indicação dos marcos topográficos do terreno, dos limites de uma propriedade ou localização de instalações. O sistema de coordenadas cartesianas se dá pela junção de eixos ortogonais que se interceptam numa origem como apresentado na Figura 1.19.

Figura 1.19 | Ilustração de um sistema cartesiano de coordenadas



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_coordenadas_cartesiano#/media/File:PlanoCartesiano.PNG>. Acesso em: 8 set. 2016.



Lembre-se

Como fazer a conversão:

- Cada grau tem 60 minutos.
- Cada minuto tem 60 segundos.
- Cada segundo tem 100 centésimos de segundos.

As coordenadas geográficas podem ser apresentadas de formas diferentes. Veja o exemplo:



Exemplificando

Tabela 1.1 | Exemplo de notações de coordenadas geográficas

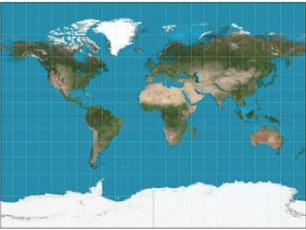
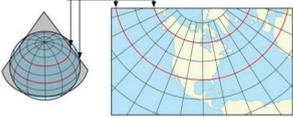
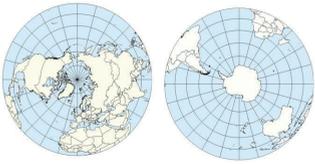
| | |
|---------------------------|-----------------------|
| Graus | 36°N 44°W |
| Graus decimais | 35,76°N 43,88°W |
| Graus, minutos decimais | 35°45,6'N 43°58,8'W |
| Graus, minutos e segundos | 35°45'36"N 43°58'48"W |

Fonte: elaborada pela autora.

Projeções cartográficas

Você já viu que existem várias formas de se reproduzir o planeta Terra em um mapa? Vamos ver no quadro quais são as mais usuais.

Quadro 1.1 | Projeções geográficas

| Cilíndrica | Cônica | Azimutal |
|--|--|---|
| <p>A projeção cilíndrica apresenta todos os paralelos e meridianos formando ângulos de 90°. A visualização dos países localizados no hemisfério norte, fica bastante distorcida nesta projeção, pois gera deformações na imagem.</p> <p>Figura 1.20 Projeção cilíndrica</p>  <p>Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Miller_projection_SW.jpg>. Acesso em: 2 ago. 2016.</p> | <p>A imagem na projeção cônica (Figura 1.21) apresenta as linhas dos paralelos em círculos e as linhas dos meridianos numa disposição radial. As latitudes médias ficam bem expressas nessa projeção.</p> <p>Figura 1.21 Projeção cônica</p>  <p>Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lambert_conformal_conic.svg?uselang=pt-br>. Acesso em: 21 jul. 2016.</p> | <p>Na projeção azimutal (Figura 1.22) os polos são representados no centro do mapa, no entanto, as linhas meridionais estão dispostas em círculos concêntricos e as linhas dos paralelos estão dispostas e de forma radial.</p> <p>Figura 1.22 Projeção azimutal</p>  <p>Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Lambert_azimuthal_equal-area_projection?uselang=pt-br#/media/File:Northern_Hemisphere_LamAz.png>. Acesso em: 21 jul. 2016.</p> |

Fonte: elaborado pela autora.



Pesquise mais

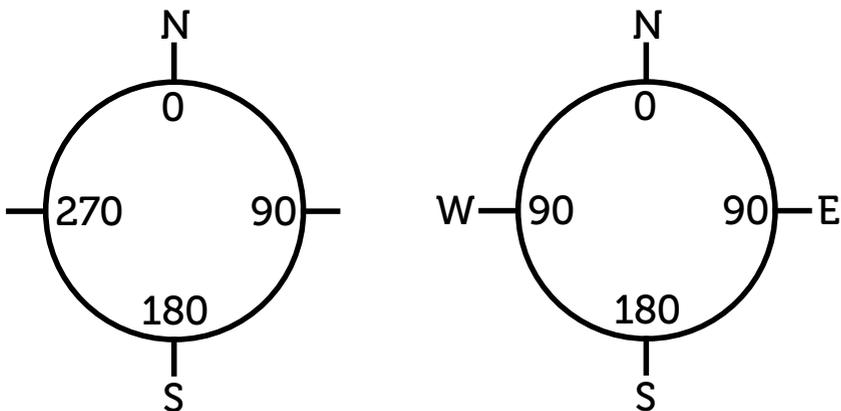
A projeções cartográficas podem ser classificadas de acordo com o modo, superfície de projeção, quanto às propriedades e ao tipo de contato entre a superfície e a referência. O IBGE descreve com detalhe todas essas formas. Confira essas informações: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Noções básicas de cartografia.** [s.d.]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/representacao.html>. Acesso em: 21 jul. 2016.

Além disso, é importante você saber o que é Azimute e Rumo. Confira as figuras:

O que é azimute? É o ângulo que se forma entre a direção considerada e a direção Norte/Sul, a partir do Norte geográfico da Terra, e no sentido horário, podendo variar entre 0° e 360° .

O que é rumo? É o menor ângulo no plano horizontal que se forma entre a direção Norte/Sul. O valor numérico pode variar de 0° a 90° e deve ser indicado com a sigla do quadrante (NE, SE, SW, NW).

Figura 1.23 | Ilustração de azimute e rumo



Fonte: elaborada pela autora.

Veja na Figura 1.24 como se faz a conversão dos valores numéricos do rumo para o azimute:

Figura 1.24 | Conversão de valores do rumo para azimute

| QUADRANTE | FÓRMULA |
|-----------------|-----------------------|
| NE (nordeste) → | RUMO = AZIMUTE |
| SE (sudeste) → | RUMO = 180° – AZIMUTE |
| SW (sudoeste) → | RUMO = AZIMUTE – 180° |
| NW (noroeste) → | RUMO = 360° – AZIMUTE |

Fonte: elaborada pela autora.



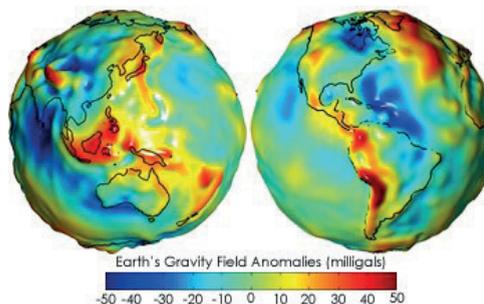
Refleta

Você sabe o que é um geóide?

A imagem do planeta Terra (Figura 1.25), comumente, é representada por uma figura elíptica (quase redonda), achatada nos polos, como o conhecido globo terrestre, em que sua superfície se encontra plana e lisa.

No entanto, a forma real do planeta Terra, não é plana e lisa como a do globo. A superfície da Terra possui elevações e depressões, não sendo aquela imagem esférica e achatada que costumamos ver nos livros. O formato real é um geóide, que nada mais é do que o modelo físico da Terra. Esse modelo foi introduzido por C. F. Gauss em 1828. Ele contempla a forma elíptica como referência, com uma superfície ondulada, pois as ondulações representam as altitudes do terreno real. Confira a figura:

Figura 1.25 | Ilustração de um geóide



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geoids_sm.jpg>. Acesso em: 21 jul. 2016.



Vocabulário

- **Elipsoide:** modelo matemático mais utilizado para representar a superfície terrestre de forma plana, contribuindo para a realização de cálculos. Possui formato arredondado e achatado nos polos.
- **Geoide:** modelo mais semelhante da representação da superfície terrestre. Apresenta a topografia real, trazendo variações de altitudes com base na superfície física.
- **Superfície física:** superfície verdadeira da Terra, com desníveis, topografia real. É a base em que se localizam os receptores GPS.

Fonte: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/introducao.html> Acesso em: 21 jul. 2016.



Vocabulário

- **Datum:** formato elipsoide de referência para a representação da superfície terrestre.
- **Geoprocessamento:** ferramentas (*softwares* e equipamentos) que geram o desenvolvimento e implantação do SIG.
- **SIG:** Sistema de Informações Geográficas.

Fonte: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/introducao.html> Acesso em: 21 jul. 2016.

Sistema Geodésico Brasileiro (SGB)

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) define o SGB como o:

sistema de referência composto por uma figura geométrica representativa da superfície terrestre, posicionada no espaço, permitindo a localização única de cada ponto da superfície em função de suas coordenadas tridimensionais, e materializado por uma rede de estações geodésicas. Coordenadas, como latitude, longitude e altitude, necessitam de um sistema geodésico de referência para sua determinação. (IBGE, 1998)



Nos dias atuais, o sistema adotado oficialmente pelo Brasil é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, conhecido pela sigla: SIRGAS2000.

Antigamente, os datums utilizados eram o Córrego Alegre (CA) e South American Datum 1969 (SAD 69), ambos não estão mais em uso oficial no país, portanto, não se deve utilizá-los para evitar erros e inconsistências nos dados.

Sem medo de errar

Um arquiteto deve avaliar qual será a melhor localização geográfica para a construção do sítio sustentável e identificar a melhor disposição dos cômodos e janelas para aproveitar ao máximo a incidência da luz solar durante o dia. Sendo assim, a equipe de trabalho irá fazer um levantamento de campo com a finalidade de identificar a localização exata do terreno e verificar a posição do caminho aparente do sol naquele ponto. Para realizar a marcação de pontos do terreno, será utilizado o GPS. Nos dias atuais, o principal instrumento para a coleta de dados espaciais, sejam esses pontos, linhas ou poligonais, é o GPS (Global Positioning System). Ele funciona com a navegação de satélites, captando com precisão a localização desejada. Dessa forma, o GPS fornece as coordenadas geográficas da posição precisa na superfície. O GPS deve estar regulado e configurado no datum SIRGAS2000. Além disso, deve-se também observar a margem de precisão. Por exemplo: se o GPS indica uma precisão 1/1950, significa que para cada 1950 metros aferidos, há 1 m de erro. A equipe irá coletar as coordenadas geográficas de cada ponto relevante do terreno, além dos limites da propriedade. Nas anotações de campo, deverá anotar junto a cada ponto de coordenada geográfica as características, indicando as informações para o projeto (posição de janelas, portas, luminosidade etc.). Todas essas informações serão processadas no escritório, a fim de gerar uma planta com a localização das coordenadas geográficas, além do esboço da casa, indicando a posição das janelas e das placas de captação de raios solares para geração de energia. Para tal, será calculada a distância entre a antena do GPS portado por um receptor na Terra até o satélite, e assim obtém-se a coordenada geográfica precisa. Para isso, utiliza-se o GPS para marcar as coordenadas geográficas e anotar as características de cada ponto da situação apresentada. A Figura 1.26 mostra um aparelho de GPS e seu respectivo funcionamento.

Figura 1.26 | GPS e seu funcionamento



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/gps-geocaching-cache-pesquisa-473888>> e <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Good_gdop.png>. Acesso em: 13 set. 2016.

O funcionamento do GPS se dá pela leitura da distância dos vários satélites que estão rastreados em órbita. Cada satélite possui sua localização definida em um sistema de referência apropriado.



Assimile

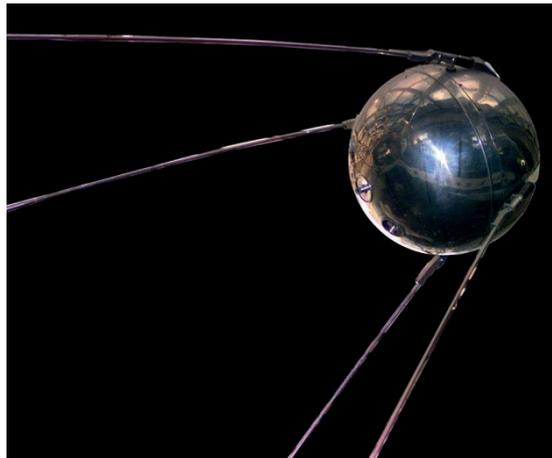
O objetivo básico do GPS é determinar as coordenadas geográficas de um ponto na superfície terrestre.



Refleta

Em 1957, o primeiro satélite artificial foi lançado em órbita: **Sputnik 1**. Ele ficou em órbita por três meses e pesava cerca de 83,6 gramas, medindo 50 cm. Executada pela antiga União Soviética, essa missão, embora tivesse por fim o desenvolvimento de tecnologias bélicas, acabou abrindo novos caminhos para o progresso de pesquisas e tecnologias no campo da ciência, trazendo várias informações sobre o espaço, emissão de ondas, radiação e gravidade.

Figura 1.27 | Sputnik



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/sputnik-sat%C3%A9lite-astron%C3%A1utica-nasa-986/>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

O primeiro passo para o uso correto do GPS é configurá-lo para o datum utilizado no Brasil.



Atenção

O sistema geodésico oficial de referência no Brasil, utilizado desde 2015, é o SIRGAS2000.

Caso os dados pesquisados em determinado projeto estejam em outro datum (ex.: WGS84), eles devem ser convertidos.

Após a definição do datum, será definido qual o sistema de referência de coordenadas será utilizado, por exemplo: graus, minutos e segundos.



Exemplificando

Para o uso do GPS, devemos verificar a precisão do equipamento. Por exemplo, o que quer dizer um GPS com precisão 1/1799?

Significa que a cada 1.799 metros aferidos, há 1 m de erro.

Avançando na prática

Projeto paisagístico de um Centro de Eventos

Descrição da situação-problema

Será construído um centro de eventos cujo jardim será composto pelas espécies arbóreas da Mata Atlântica que já se encontram no terreno. O arquiteto deverá fazer um projeto paisagístico em que a posição de cada árvore esteja indicada com a correta localização geográfica, pois assim essas árvores não serão suprimidas durante as obras. Como será feito o levantamento de dados e a apresentação dessas informações no projeto?



Lembre-se

Antes de utilizar o GPS, é importante verificar o datum configurado e o erro de precisão, lembrando que o sistema geodésico oficial de referência no Brasil, utilizado desde 2015, é o SIRGAS2000.

Resolução da situação-problema

A equipe de trabalho de campo irá percorrer o terreno com a finalidade de identificar a localização exata de cada árvore da área em questão. Para isso, será utilizado o GPS, que deve estar regulado e configurado no datum SIRGAS2000. A equipe deverá dirigir-se a cada árvore e marcar um ponto de coordenada geográfica no GPS. Nas anotações de campo, deverá anotar junto ao ponto de coordenada geográfica as características relevantes de cada espécie (nome científico, nome popular, porte, estágio de crescimento, bioma etc.). Todas essas informações serão processadas no

escritório, a fim de gerar um mapa, contendo o limite da área do terreno do centro de eventos, bem como a indicação da localização com as coordenadas geográficas de todas as árvores nativas que serão conservadas no projeto paisagístico.



Faça você mesmo

Preencha as lacunas da tabela a seguir, fazendo a conversão das coordenadas, conforme o modelo:

Tabela 1.2 | Conversão de coordenadas

| Graus - Minutos - Segundos | Grau - Minuto | Grau |
|----------------------------|--------------------|------------------|
| 03°20'16,44" | 03°20, 274' | 03, 3379° |
| | 60°30, 750' | |
| | | 12, 0555° |
| 89°51'23" | | |

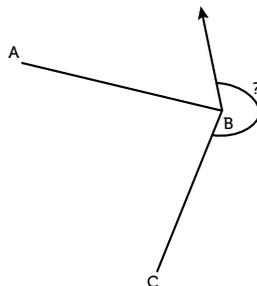
Fonte: elaborada pela autora.

Faça valer a pena

1. No levantamento topográfico de uma obra, foi feita a delimitação da propriedade, em que o ponto inicial foi determinado o azimute $40^{\circ}30'$ SE. Qual é o rumo correspondente?

- $220^{\circ}30'$ SE
- $220^{\circ}30'$ NE
- $139^{\circ}30'$ SE
- $139^{\circ}30''$ NE
- $40^{\circ}30'$ NE

2. Transforme no caminhamento ABC ilustrado na figura a seguir, o rumo calculado no ponto B é $15^{\circ}43'21''$ SW. Indique o azimute correspondente:



Fonte: elaborada pela autora.

3. No levantamento topográfico realizado para ampliação de uma estrada, foram identificadas algumas árvores imunes de corte. Para identificar a localização dessas árvores, foi demarcado o posicionamento de cada uma no terreno. Para isso, fez-se o uso do GPS para coleta de dados. Sobre esse equipamento, está correto afirmar que ele dimensiona:

- a) A distância da Terra ao Sol.
- b) A circunferência da Terra.
- c) As coordenadas geográficas, combinando os graus de latitude e longitude do ponto indicado.
- d) Os ângulos dos limites de uma propriedade.
- e) A área de um terreno.

Seção 1.4

Topografia e mensurações planimétricas e altimétricas

Diálogo aberto

Olá!

Como já vimos nas seções anteriores, para que o trabalho topográfico seja realizado de forma consistente, é imprescindível a ida a campo, para coleta de dados. Para a caracterização e a representação cartográfica de uma área, é importante ficar atento aos detalhes do relevo, como as formas e as variações de altitude.

As representações do relevo são, geralmente, apresentadas na forma de cartas, plantas e mapas. Como será feita essa representação? Vamos tratar, ao longo desta seção, dos parâmetros de medição da topografia: altimetria e planimetria. Abordaremos conceitos importantes para a ciência e o trabalho topográfico, através das representações gráficas. Veremos métodos de levantamento altimétrico e planimétrico e suas aplicações, alguns cálculos e medições utilizados.

No trabalho proposto, uma equipe de profissionais foi contratada para elaborar um projeto de construção de um sítio sustentável (contendo uma casa de dois andares e uma horta, num terreno acidentado). Você faz parte da equipe contratada para elaborar uma planta topográfica do terreno em que serão alocadas as estruturas. O que a equipe de projetistas e técnicos deverá fazer? Quais são as demandas para realização desse serviço?

Tenha um bom aproveitamento!

Não pode faltar

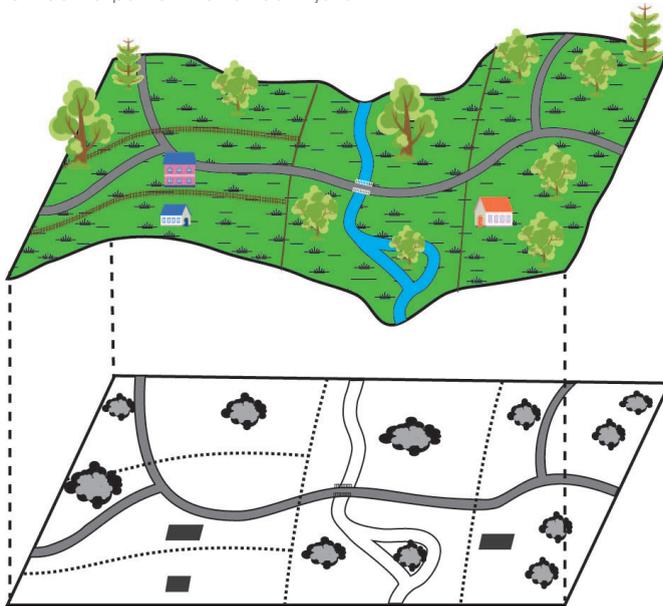
Levando em consideração a situação-problema proposta, o primeiro passo é entendermos o que é uma planta topográfica. As **Plantas** topográficas são a representação gráfica da planimetria e/ou da altimetria de uma determinada região.

Nessa representação são apresentados os aspectos naturais e artificiais em escala adequada, enquanto os **Mapas** são representações através de símbolos convencionais de representação de elementos, tanto naturais quanto artificiais e culturais, de uma área geográfica ou parte da superfície da Terra, desenhada ou impressa em uma superfície. Já a **Carta** traz a representação, seguindo escala apropriada dos acidentes topográficos, tanto naturais quanto artificiais que podem ser mensurados e geralmente representados pelas curvas de nível. A posição altimétrica especificamente, as plantas, as cartas e os mapas que apresentam tanto os dados de planimetria quanto de altimetria são chamados de planialtimétricos.



Exemplificando

Figura 1.29 | Representação de levantamento altimétrico na parte superior e planimétrico na parte inferior da figura



Fonte: Almeida, Freitas e Machado (2007, p. 4).

A planialtimetria é a soma da altimetria com a planimetria, ou seja, o conjunto de métodos e/ou técnicas de detalhamento do terreno, tanto no plano horizontal quanto no vertical, representação 3D, que dependendo da escala utilizada pode ser útil na realização de projetos de engenharia em geral. A planialtimetria é a forma mais completa para representação da superfície terrestre.

Para a realização do levantamento proposto, a equipe deverá fazer em campo o levantamento topográfico. Tradicionalmente, o levantamento topográfico é dividido em duas partes: altimetria e planimetria.



Assimile

- **Levantamento topográfico:** representação da superfície da Terra, por meio de medições, em escala adequada.

Altimetria

A altimetria é parte da topografia que estuda métodos e procedimentos para representação da superfície terrestre, o relevo de uma determinada área. Nesses métodos são realizados cálculos de alturas, sendo elas as altitudes ou cotas dos pontos de interesse e posterior representação gráfica desses dados. Essas representações são feitas através dos chamados Pontos Cotados ou das Curvas de Nível.



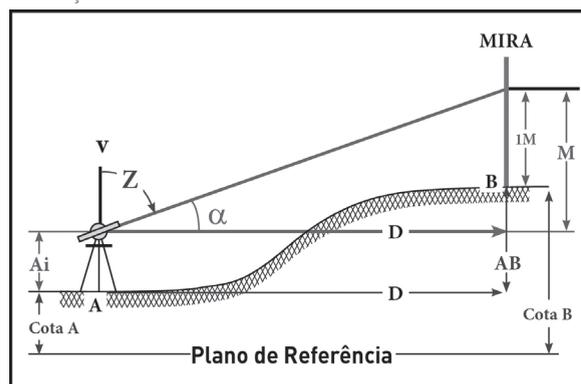
Refleta

Na elaboração dos mapas históricos, a representação da altimetria sempre foi problemática devido à inexistência de técnicas precisas para sua medida e figuração. Com o surgimento das fotos aéreas foi possível representar o relevo de forma precisa (por meio das curvas de nível e pontos cotados).

Para a confecção da planta topográfica solicitada, é preciso fazer um **Levantamento Altimétrico**, que deve ser realizado em campo e com os equipamentos de medição, como o clinômetro da bússola, e, posteriormente, fazer o cálculo trigonométrico para saber as medições horizontais ou inclinadas.

- Nivelamento: A representação altimétrica é a representação do relevo do terreno, sendo considerados os desníveis existentes entre os pontos selecionados para o levantamento, o chamado nivelamento. Há dois métodos para a realização do nivelamento, sendo um por meio do cálculo de distâncias verticais (levantamento trigonométrico) e o nivelamento geométrico, que é bastante preciso.

Figura 1.30 | Representação de nivelamento



Fonte: Froes (2013, p. 60).



Vocabulário

Segundo IBGE (1998):

- **Cota:** elevação de um ponto/terreno em relação ao nível hidrográfico de referência.
- **Curva de nível:** curvas planas que unem pontos que têm a mesma altura/altitude.

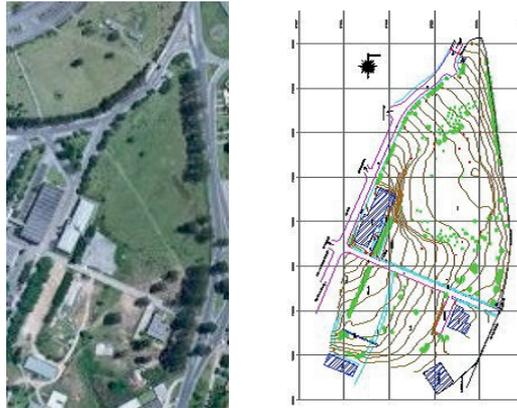
Planimetria

A planimetria é o conjunto de métodos e procedimentos usados para se fazer a representação de um terreno sobre um plano horizontal, sendo necessário o uso de escala adequada e a projeção dos pontos de interesse. No levantamento planimétrico, não há preocupação em detalhar o relevo.



Exemplificando

Figura 1.31 | Exemplo de desenho representando a planimetria



Fonte: Veiga, Zanetti e Faggion (2012, p. 83).

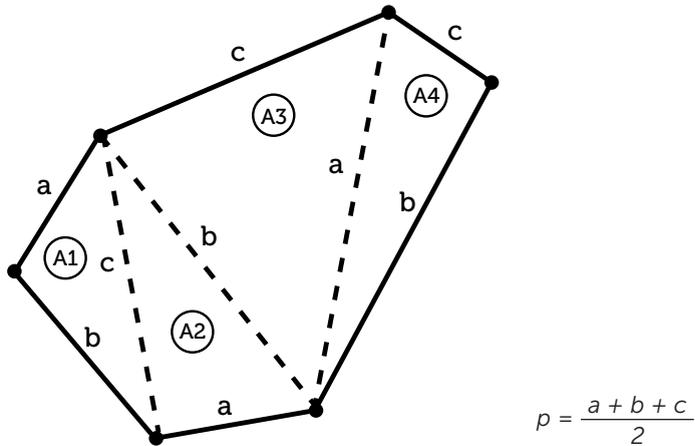
O levantamento planimétrico pode ser realizado a partir de diferentes métodos:

- Levantamento por triangulação: esse método é geralmente aplicado a pequenas áreas. A área levantada é desmembrada em triângulos, medindo-se com trena e baliza todas as distâncias.

A área de cada triângulo é calculada pela fórmula do semiperímetro:

$$p = \frac{a+b+c}{2} \quad A = \sqrt{p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)} \quad AT = A1 + A2 + A3 + A4$$

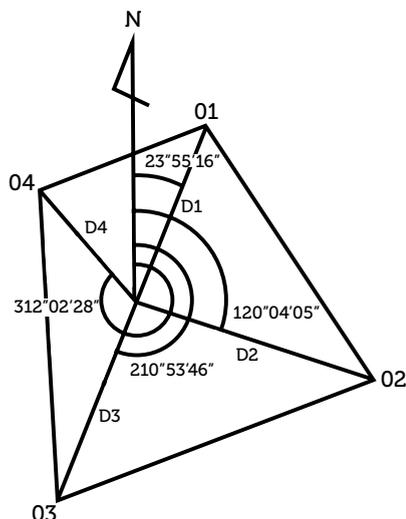
Figura 1.32 | Exemplo de triangulação



Fonte: Froes (2013, p. 31).

- Levantamento por irradiação: O método por irradiação é utilizado para levantamentos mais detalhados e, geralmente, recomendado para áreas pequenas e relativamente planas.

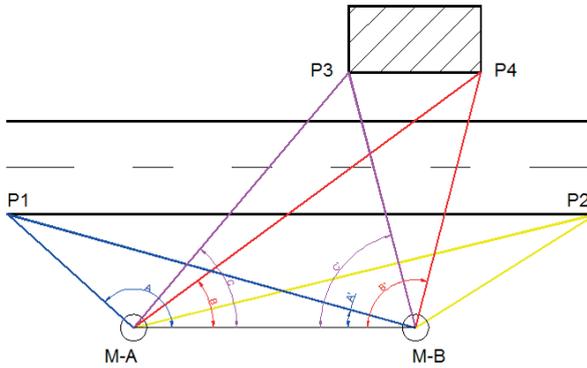
Figura 1.33 | Exemplo de levantamento por irradiação



Fonte: Froes (2013, p. 32).

- Levantamento por interseção: apesar de se apresentar preciso, esse método é pouco utilizado. Aqui são medidos os ângulos das duas extremidades do alinhamento da área a ser levantada. É utilizado também para áreas pequenas, porém acidentadas.

Figura 1.34 | Exemplo de levantamento por interseção



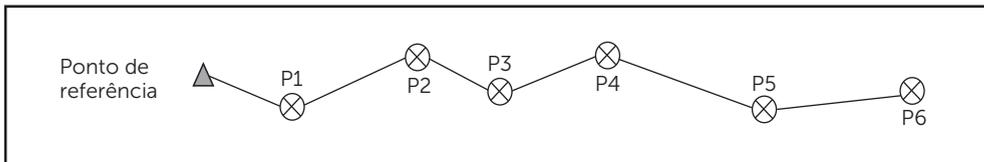
Fonte: Froes (2013, p. 33).

- Levantamento por poligonação: neste método são consideradas as medidas lineares e angulares. Elas podem ser classificadas como abertas ou fechadas:

Poligonal aberta: inicia num ponto e finaliza em outro.

Exemplo: levantamento realizado para construção de estradas

Figura 1.35 | Representação de levantamento por poligonação: poligonal aberta

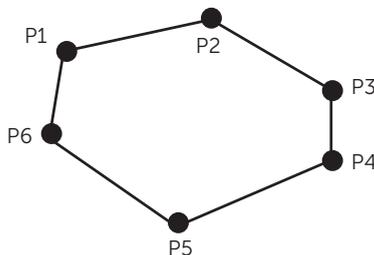


Fonte: elaborada pela autora.

Poligonal fechada: Inicia num ponto e finaliza no mesmo ponto.

Exemplo: levantamento de uma área delimitada, como área de uma propriedade.

Figura 1.36 | Representação de levantamento por poligonação: poligonal fechada



Fonte: elaborada pela autora.



Pesquise mais

Conheça mais sobre cartas planialtimétricas. Acesse o link disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas>>. Acesso em: 9 ago. 2016.

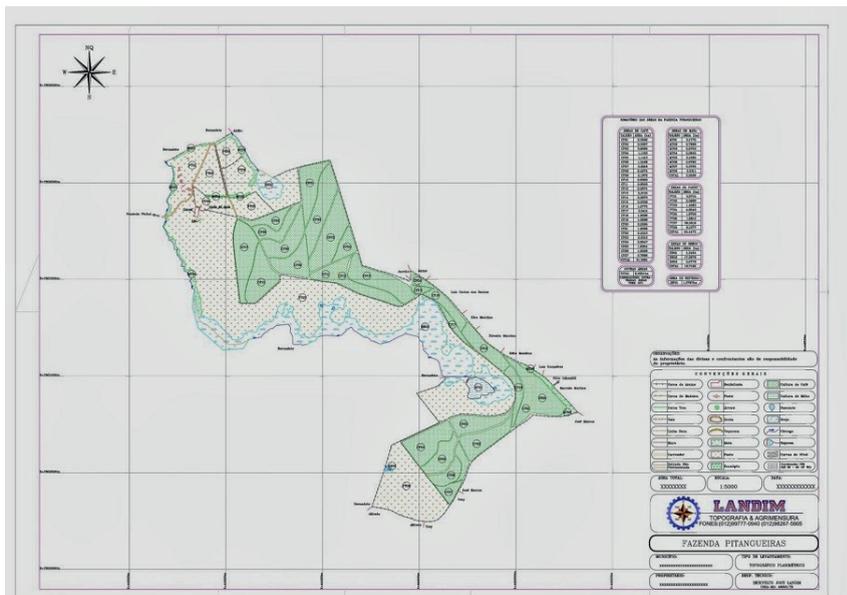
Sem medo de errar

Voltando à situação-problema em que você faz parte da equipe contratada para elaborar uma planta topográfica do terreno em que serão alocadas as estruturas de um sítio, o que a equipe de projetistas e técnicos deverá fazer? Quais são as demandas para realização desse serviço?



Exemplificando

Figura 1.37 | Exemplo de planta topográfica



Fonte: <http://fotos.habitissimo.com.br/foto/planta-topografica_521669>. Acesso em: 30 ago. 2016.

O primeiro passo: definir e delimitar a área de estudo. Temos que lembrar que a planta topográfica apresenta as características detalhadas do terreno.

A escolha do método de coleta de dados e de verificação dos equipamentos a serem usados faz parte do momento de preparação para o campo. Para a realização do levantamento em campo, a bússola é uma importante aliada. Para o trabalho

solicitado, seria importante um levantamento planialtimétrico, a fim de representar as características do lugar (principalmente o relevo) de forma mais real.



Atenção

A planta topográfica é orientada pelo Norte Verdadeiro (direção imutável) ou Norte Magnético (direção variável). O Norte deve estar sempre na vertical, na folha de desenho na direção indicativa do Norte Verdadeiro, mas a posição do desenho pode ser alterada conforme a identificação do norte em campo.

O método de nivelamento somado ao método poligonação (poligonal fechada) seria uma alternativa relevante para realização do trabalho, mas, após a coleta em campo, é preciso fazer o desenho da planta do levantamento topográfico, indicando os pontos de interesse e de relevância.

Avançando na prática

Estudo altimétrico para escolha da área de cultivo em uma propriedade

Descrição da situação-problema

João é agricultor e sempre sonhou em ter um terreno para viver e cultivar. Depois de anos de trabalho, comprou um terreno na área rural para morar com a família e montar sua própria plantação, no entanto, a região é propícia a alagamentos. Dessa forma, ele precisa saber em qual área não há risco de alagar ou onde deverá ser aterrado.

Quando regularizou a propriedade, ele recebeu um levantamento planimétrico e apenas com isso achou que conseguiria solucionar o problema. Com a ajuda de um amigo projetista, conseguirão encontrar a melhor forma de realizar o trabalho? Qual será o melhor método? O que deve ser observado durante o trabalho?



Lembre-se

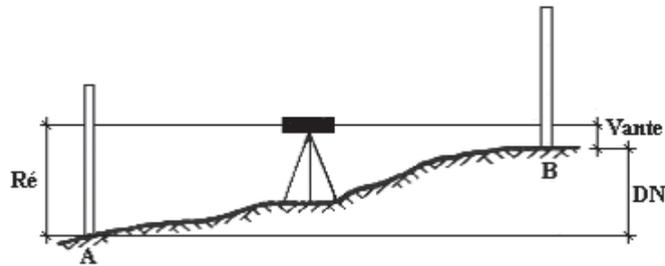
A curva de nível é a forma mais utilizada para representação do relevo em cartas, plantas e mapas. Elas são resultado das medições altimétricas, representando assim o relevo da área estudada.

Resolução da situação-problema

Em campo, é importante se fazer uma observação geral de todo o terreno, o que facilitará na caracterização.

O método de nivelamento (simples ou composto) poderá ser adotado para medição do relevo no terreno, lembrando-se de cuidar para que o desnível entre os pontos não exceda o comprimento da régua, como na figura a seguir.

Figura 1.38 | Representação de levantamento altimétrico por nivelamento



Fonte: Brandalize (2015, p. 26).

Após a medição e leitura dos fios estadiométricos (FS, FM e FI) nos pontos de ré e vante e coleta dos dados, o desnível pode ser analisado a partir da relação:

$$DN = FM_{ré} - FM_{vante}$$

Segundo Brandalize (2015): se DN+, então o terreno está em aclive (de ré para vante). Se DN-, então o terreno está em declive (de ré para vante).

Após essa análise, é possível encontrar o local onde não ocorre alagamento, ou seja, em áreas mais altas e planas, fugindo, assim, de áreas íngremes. Agora João pode construir sua casa tranquilamente e montar sua plantação.



Faça você mesmo

Observe na sua cidade, durante o trajeto para o trabalho ou descanso, como é o relevo.

- Há variações?
- O que interfere no desenho do relevo em uma área urbana?
- Qual a maior diferença entre o relevo da área urbana e de uma área rural?

Faça valer a pena

1. A topografia pode ser dividida em duas partes: altimetria e planimetria. O que estuda a altimetria?

- a) A população de uma determinada região.
- b) A representação do relevo.
- c) A análise de fotos aéreas.
- d) O uso de tecnologias para demarcação de terrenos.
- e) A normatização em topografia.

2. A planimetria estuda:

- a) Representação do terreno no plano horizontal.
- b) Representação da variação do relevo.
- c) Detalhamento do relevo.
- d) Relação de uma população com o espaço.
- e) Representação de comunidades isoladas.

3. O relevo de uma área de estudo pode ser representado a partir das curvas de nível. Assim, podemos definir curva de nível como:

- a) Linha que liga dois pontos de mesma altitude.
- b) Linha que liga o ponto mais alto ao mais baixo de um terreno.
- c) Linha que acompanha a forma do terreno.
- d) Desenho da área de estudo.
- e) Desenho da forma do terreno.

Referências

ALMEIDA, A. P. P.; FREITAS, J. C. P.; MACHADO, M. M. M. **Topografia**: fundamentos, teoria e prática. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133**: Execução de Levantamento Topográfico. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BRANDALIZE, M. C. B. **Topografia**. Paraná: PUC/PR, 2015.

DOMINGUES, F. A. A. **Topografia e Astronomia de posição para Engenheiros e Arquitetos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1979.

FROES, V. N. **Topografia básica**: curso de engenharia civil. Goiás: PUC/GO, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Noções básicas de cartografia**: III - Elementos de representação. 1998. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/elementos_representacao.html>. Acesso em: 22 jun. 2016.

_____. **Noções básicas de cartografia**: II - Representação cartográfica. [s.d.]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/representacao.html>. Acesso em: 21 jul. 2016.

MAIA, D.; BOTELHO, F.; COSTA, CARVALHO, G. **Topografia aula 1**. Recife: Unicap, 2014. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/14732210-Topografia-aula1-porque-prof-m-sc-engenharia-civil-diogo-maia-diogomai-gmail-com.html>>. Acesso em: 8 set. 2016.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z; FAGGION, P. L. **Fundamentos de topografia**. Paraná: UFPR, 2012.

SCHEER, M. B; CURCIO, G. R.; RODERJAN, C. V. Funcionalidades ambientais de solos altomontanos na Serra da Igreja, Paraná. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1.013-26, jul./ago. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832011000400005&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 30 ago. 2016.

SILVA, I. **Curso de Geomática**. São Paulo, 2013. Slides do Curso de Engenharia da Universidade de São Paulo (Capítulo 4).

Planimetria e altimetria

Convite ao estudo

Prezado aluno, assim como para a medição e a representação da superfície terrestre, saber se localizar no espaço sempre foi fundamental para realizar as atividades do dia a dia. Como já vimos na primeira unidade, a topografia é de grande importância para o homem desde o início da sua história. Para compreendermos as representações cartográficas, é preciso ter em mente os conceitos vistos na Unidade 1 sobre a topografia.

Conhecer os fundamentos introdutórios de topografia e as técnicas de análise topográfica do solo, além das definições para execução de obra como determinação de platôs, taludes e rampas, é fundamental para que o profissional desenvolva habilidades de descrição e representação da superfície terrestre a partir de técnicas sofisticadas e detalhadas.

Nesta unidade, você conhecerá formas de representação da superfície terrestre por meio de materiais como cartas e mapas aplicados à arquitetura, seja de grande escala, como as representações de regiões, cidades ou até mesmo países, até pequenas áreas ou terrenos, como de um trecho de uma bacia hidrográfica ou uma propriedade.

Sendo assim, vamos considerar que a prefeitura de uma pequena cidade realizou um censo e percebeu que muitas famílias não estavam tendo acesso aos serviços básicos de saúde e educação, pois as propriedades não eram regularizadas e localizavam-se em uma área determinada. Não há registros se estão dentro ou fora do limite da cidade. Pensando nisso, a prefeitura contratou uma empresa para realizar o serviço de demarcação e mapeamento de toda a área da cidade.

Como será feito esse trabalho? A partir de quais dados? Qual será

o produto final? Nas próximas páginas, ao longo desta unidade, você aprenderá sobre o trabalho cartográfico, suas aplicações e seus métodos.

Vamos começar?

Bom estudo!

Seção 2.1

Perfis topográficos

Diálogo aberto

A ciência cartográfica é de suma relevância em diferentes áreas do conhecimento, como a Geografia, as Engenharias e até mesmo a Arquitetura, por se tratar da forma como representamos e entendemos a superfície terrestre. Para que possamos nos aprofundar no tema, é preciso antes conhecer alguns conceitos e ferramentas fundamentais para a cartografia, como as curvas de nível e os perfis topográficos, assim como suas aplicações e usos, tanto em cartas como em mapas.

Na unidade anterior, discutimos a importância da topografia, dos seus métodos e da descrição da superfície terrestre. Partindo de sua origem, a palavra topografia veio do grego *topos*, que significa lugar, e *graphen*, que significa descrição, ou seja, a "descrição do lugar". Com o auxílio da cartografia, passa a ser possível representar essa descrição do lugar a partir da elaboração de mapas, cartas e plantas.

Sendo assim, nesta seção vamos aprofundar um pouco mais os estudos sobre a descrição do relevo e começar a compreender sua representação de forma cartográfica. Como é feita a representação de um relevo montanhoso, por exemplo, numa folha de papel? Ou como representar uma área de forma detalhada e prática?

Bem, considerando a situação proposta no "Convite ao estudo", a prefeitura de uma cidade contratou uma empresa para realizar o serviço de demarcação e mapeamento dos seus limites. Você faz parte de uma equipe multidisciplinar que conhecerá os limites da cidade e deverá elaborar os respectivos perfis topográficos.

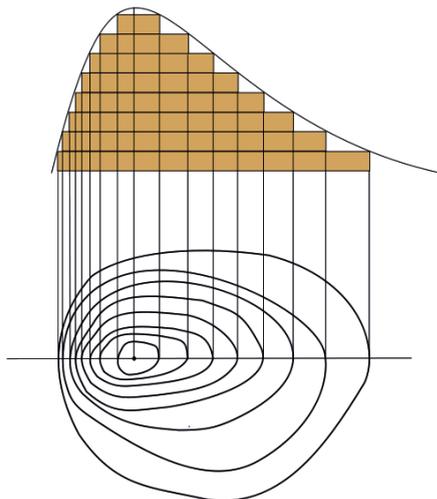
Então, o que é necessário saber para a realização do serviço? Quais dados serão coletados? Como serão representados e por fim, como é feito um perfil topográfico?

Vamos juntos aprender?

Não pode faltar

A superfície terrestre e suas características morfológicas, ou seja, o relevo terrestre, podem ser representadas de diferentes formas em uma carta topográfica. Entretanto, as formas mais comuns são os chamados pontos cotados e as curvas de nível.

Figura 2.1 | Exemplo de uma representação de Curvas de Nível



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Courbe_niveau.svg?uselang=pt-br>. Acesso em: 22 jul. 2016.

Nos mapas do século XVIII, as serras e os alinhamentos de serras eram representados a partir do uso de elementos e símbolos artísticos. Mais tarde, começou-se a fazer uso de técnicas um pouco mais desenvolvidas, como as hachuras (técnica em que se faz "traços" para destacar um lado do desenho, nesse caso, para destacar as áreas de sombra) e sombreados (usa-se diferentes tonalidades de determinada cor para ressaltar a área de sombra) com objetivo de definir as áreas de serras e destacá-las das demais.

Com o desenvolvimento da técnica de triangulação (método em que são marcados pontos em volta das cotas para se calcular o valor das curvas de nível) e o advento da fotografia aérea, tornou-se possível a representação do relevo de forma mais precisa, por meio do uso das curvas de nível e dos pontos cotados.

O ponto cotado é uma projeção perpendicular em relação ao terreno com indicação da altitude, sendo assim, uma forma de representação do relevo mais simples. Geralmente, são utilizadas em pontos isolados, como picos de morro, cruzamento de estradas etc.

As **Curvas de Nível**, também chamadas de isolinhas de "altitude" são a forma mais usual de representação do relevo em cartas topográficas. São linhas imaginárias,

traçadas sobre o nível do solo, que representam todos os pontos de mesma altitude de uma superfície de referência que, no caso, é o nível médio do mar e que sempre tem fim (uma linha se fecha em si mesma, dentro ou fora dos limites da representação).



Assimile

- **Isolinhas de altitude:** linhas que representam todos os pontos do terreno de mesma altitude.

- **Curva Mestra:** curva de nível mais grossa e numerada que ocorre de 5 em 5 curvas. A quinta curva é sempre uma curva mestra nas cartas topográficas.



Pesquise mais

No mapeamento topográfico realizado pelo IBGE (escalas 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000), as curvas de nível são representadas em equidistância compatível com a escala da carta (10 m, 20 m, 50 m e 100 m, respectivamente). Para saber mais sobre o assunto, acesse o site a seguir:

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências (Org.). **Mapeamento Topográfico.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_topo_int.shtm>. Acesso em: 23 jul. 2016.

Uma característica muito importante de se ressaltar é que duas (ou mais) curvas de nível são paralelas, ou seja, nunca se tocam ou se cruzam. Em alguns casos, pode parecer que houve o cruzamento das Curvas, mas isso é apenas um efeito visual, já que uma curva de nível está sob a outra e deveria estar representada por uma linha pontilhada ou tracejada, a fim de se evitar possíveis erros de interpretação (Figura 2.2).

Figura 2.2 | Características das curvas de nível



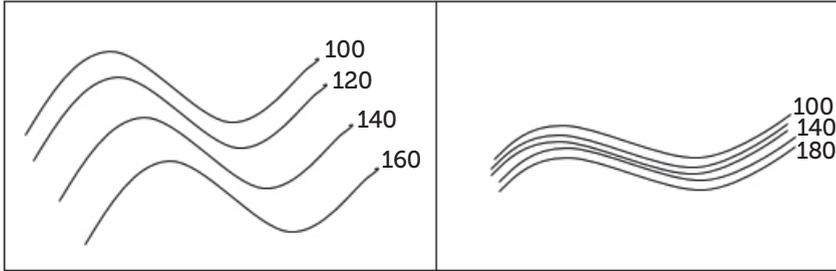
Fonte: elaborada pela autora.



Exemplificando

Em terrenos planos, geralmente, as curvas de nível apresentam-se de forma mais espaçadas, enquanto em terrenos acidentados as curvas de nível apresentam-se mais próximas umas das outras (Figura 2.3).

Figura 2.3 | curvas de nível. À esquerda, curvas de nível espaçadas (terrenos planos), curvas de nível mais próximas (terrenos íngremes ou acidentados)

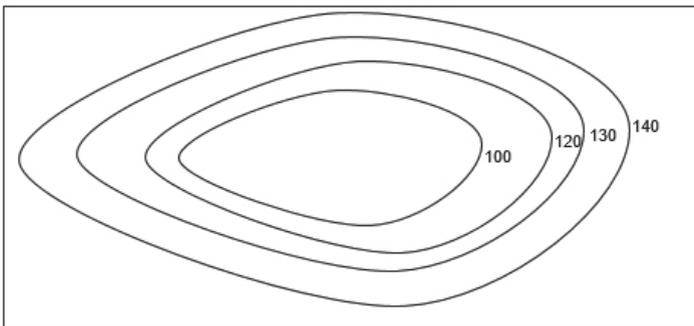


Fonte: elaborada pela autora.

Com relação à representação da curva de nível de um relevo e sua respectiva cota, há diferenças quanto à forma que essa informação é apresentada numa carta topográfica. Um relevo em elevação é representado pelas curvas de nível de menor valor e envolvem as de maior valor, enquanto em uma depressão, as curvas de nível de valor maior envolvem as curvas de valor menor, como se pode observar nas Figuras 2.4 e 2.5.

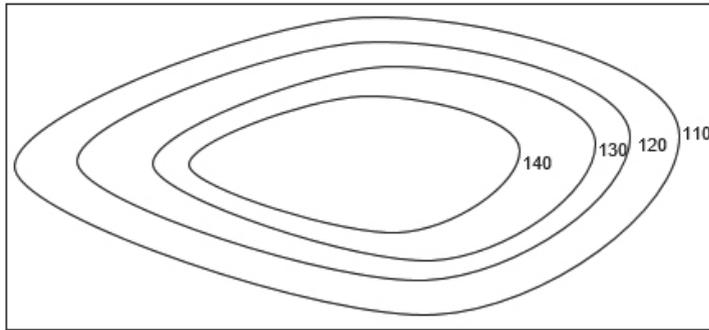
Encontramos ainda, em cartas topográficas, em áreas que representam topos de morros ou serras, um "x" ou ponto ao lado de um número. Esse "número" (que geralmente não é um valor inteiro, como 100, 220 ou 250, e sim um valor intermediário, como 103, 221, 259) é o ponto cotado daquele topo, a altitude daquele ponto que não está representado pela curva de nível (Figura 2.6).

Figura 2.4 | Representação de uma depressão



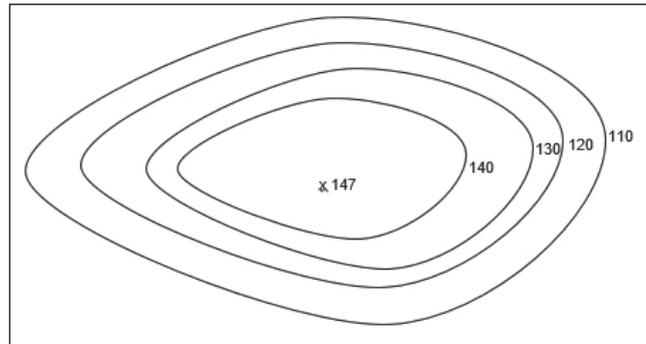
Fonte: elaborada pela autora.

Figura 2.5 | Representação de uma elevação



Fonte: elaborada pela autora.

Figura 2.6 | Representação de um ponto cotado no topo de uma serra



Fonte: elaborada pela autora.

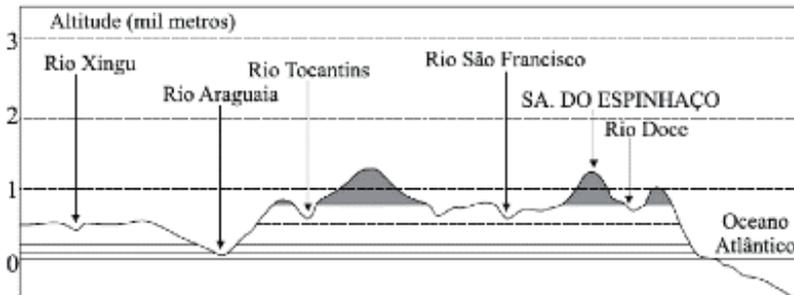
A partir das curvas de nível e dos pontos cotados, o Perfil Topográfico é construído. O perfil topográfico (Figura 2.7) é uma das técnicas morfométricas de representação gráfica de um "corte" no terreno, uma técnica que consiste na caracterização detalhada do relevo de uma dada área, representada ao longo de um transecto. Para a definição da direção do transecto, deve-se observar que a linha traçada deverá ser o mais perpendicular possível às curvas de nível.

O perfil topográfico pode ter diferentes aplicações, como na construção de estradas, loteamento, verificação e demarcação de limites de propriedades, entre outras.



Exemplificando

Figura 2.7 | Exemplo de perfil topográfico



Fonte: Ferreira (2003, p. 308).

Para a elaboração de um perfil topográfico, deve-se seguir as seguintes etapas:

- Com a carta topográfica em mãos, deve-se traçar uma reta, referente ao transecto do perfil que se pretende elaborar.
- Em seguida, deve-se observar a rede hidrográfica e as curvas de nível que cruzam o transecto demarcado e destacá-las.
- Utilizando um papel milimetrado ou quadriculado sobre o transecto, de modo que o eixo horizontal sobre o qual será elaborado o perfil fique paralelo ao transecto.
- As interseções desse transecto com cada curva de nível, rios etc. deverão ser projetadas sobre o eixo horizontal, sempre observando a cota (ou valor) da altitude correspondente.
- Nesta etapa, um eixo vertical deverá ser traçado, representando as altitudes ou as cotas.
- No eixo vertical traçado, é feita a localização de cada ponto, de acordo com seu valor de altitude.
- Uma vez marcados, é só interligá-los em correspondência com as curvas de nível projetadas por meio de uma linha contínua, dando assim, origem ao seu perfil topográfico.

Para a elaboração de um perfil topográfico, é necessário considerar duas escalas: a horizontal (que indica a variação da altitude ao longo do perfil) e a vertical (que indica a distância percorrida ao longo do perfil). Segundo Sanchez (1975, p. 69), a escala horizontal é a mesma de onde se extrai o perfil topográfico:

A escala vertical é escolhida pelo operador em conformidade com seus objetivos e considerando sempre a relação que deve existir entre a escala horizontal e a vertical, para que não se situe em nenhuma posição extrema: atribuir muitos metros para cada centímetro e, então, o perfil estará próximo de uma linha reta, ou atribuir poucos metros e, então tem-se uma caricatura do terreno mapeado, exagerando-se nas saliências e depressões.



Atenção

Para finalizar a elaboração do seu perfil topográfico, é necessário estabelecer sua orientação geral e relacionar os elementos planimétricos e o título.



Refleta

Você já pensou em como eram feitos os perfis topográficos antigamente? E para qual finalidade? Como foram criadas as primeiras cartas topográficas?

Qual a importância da cartografia para a história do homem?

Sem medo de errar

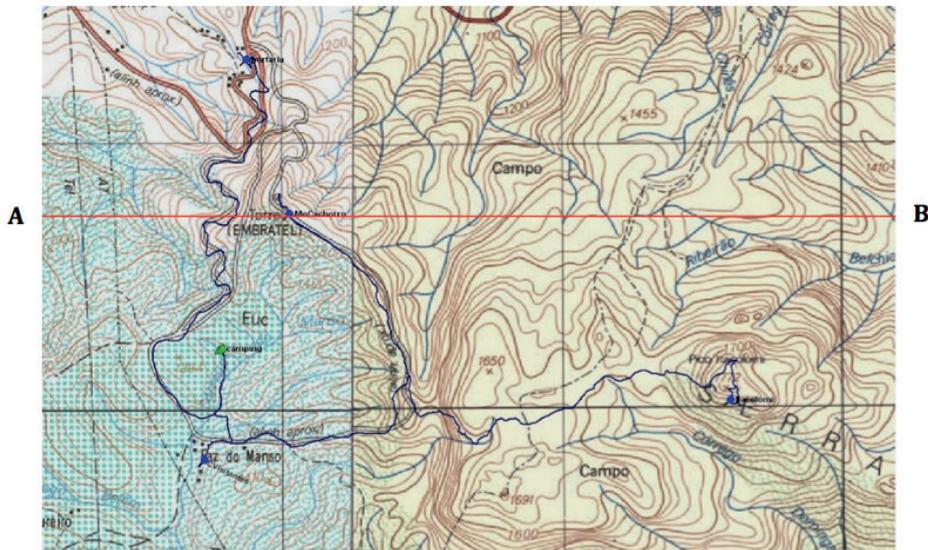
Você faz parte de uma equipe multidisciplinar que elaborará os perfis topográficos dos limites da cidade proposta e já entende sobre curvas de nível. É hora de elaborar os perfis topográficos. Então, o que é necessário saber para a realização do serviço? Quais dados serão coletados? Como serão representados e, por fim, como é feito um perfil topográfico?

O primeiro passo para a elaboração dos perfis é ter em mãos a carta topográfica da região. Geralmente, encontramos esse material no site do IBGE ou outros órgãos que disponibilizam esse material. Você precisará na carta que tenha a cidade em questão e os municípios vizinhos.

A partir daí, analisar as áreas limítrofes e seguir as etapas de elaboração para cada um dos perfis topográficos.

Lembre-se: você precisa traçar o transecto da área a ser representada. Com a carta topográfica em mãos, traça-se uma reta, que corresponde ao transecto do perfil que se pretende elaborar (Figura 2.8).

Figura 2.8 | Exemplo de transecto demarcado em Carta Topográfica. A linha A–B representa o transecto definido



Fonte: <<http://www.mochileiros.com/pico-do-itacolomi-e-travessia-ouro-preto-lavras-novas-mg-jan-14-t91300.html>>. Acesso em: 8 set. 2016.

O produto do trabalho será um relatório contendo todos os perfis, elaborado de forma sistemática, com a representação do relevo feita em curvas de nível e pontos cotados de acordo com o relevo observado nas cartas. Para que o trabalho seja enriquecido e refinado, você pode confirmar os dados em campo e confirmar as informações presentes nas cartas topográficas.



Atenção

Lembre-se: uma curva de nível nunca corta outra.

As curvas de nível começam e terminam em si próprias.

Avançando na prática

Análise de áreas de risco

Descrição da situação-problema

Com a chegada do início do período chuvoso, surge a preocupação com as casas construídas em áreas consideradas de risco. A fim de se evitar tragédias, a Defesa Civil desenvolveu uma campanha com seus técnicos para que avaliações e ações para conscientização das comunidades sejam realizadas ao longo do ano, mesmo durante

os períodos de seca. Um dos técnicos da Defesa Civil, com a sua equipe, foi designado a fazer vistorias em residências construídas em uma área considerada de risco, em função da declividade do terreno. Entretanto, apesar das visitas ao campo, a equipe não tem em mãos o perfil topográfico de uma área considerada bastante íngreme, mesmo possuindo a carta topográfica do local. É proposto, então, que se faça o perfil topográfico do terreno para que uma análise topográfica seja feita e os dados avaliados sejam entregues tanto aos moradores quanto às autoridades. É importante observar que bem próximo às consideradas áreas de risco há um rio pertencente à bacia hidrográfica do Rio das Velhas.



Lembre-se

Um relevo em elevação é representado pelas curvas de nível de menor valor e envolvem as de maior valor, enquanto em uma depressão as curvas de nível de valor maior envolvem as curvas de valor menor.

Resolução da situação-problema

Após visita a campo e definição da área de trabalho, é o momento do trabalho em gabinete. Com a carta topográfica em mãos é só dar início à elaboração do perfil topográfico da área em questão.

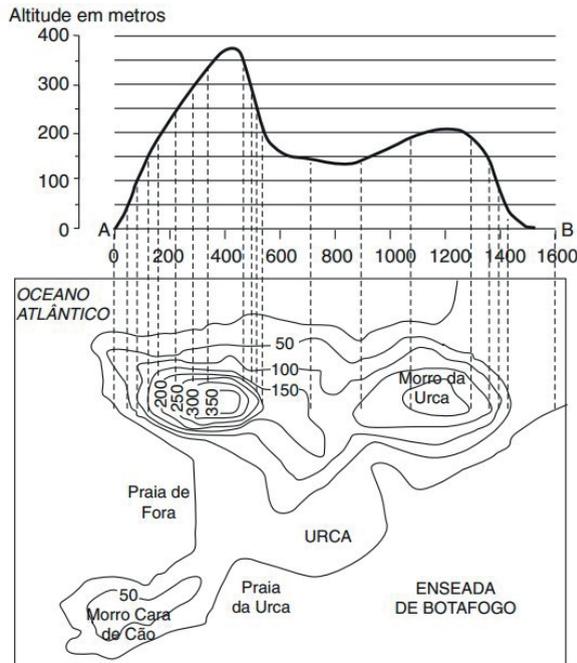
Relembrando as etapas de elaboração de um perfil topográfico:

- Com a carta topográfica em mãos, traça-se uma reta, que corresponde ao transecto do perfil que se pretende elaborar.
- Em seguida, deve-se observar a rede hidrográfica e as curvas de nível que cruzam o transecto demarcado e destacá-las.
- Utilizando um papel milimetrado ou quadriculado sobre o transecto, de modo que o eixo horizontal sobre o qual se vai elaborar o perfil fique paralelo ao transecto.
- As interseções deste transecto com cada curva de nível, rios etc. deverão ser projetadas sobre o eixo horizontal, sempre observando a cota (ou valor) da altitude correspondente.
- Nesta etapa, um eixo vertical deverá ser traçado, representando as altitudes ou as cotas.
- No eixo vertical traçado, é feita a localização de cada ponto, de acordo com seu valor de altitude.
- Uma vez marcados, é só interligá-los em correspondência com as curvas de nível projetadas por meio de uma linha contínua, dando assim, origem ao seu perfil

topográfico.

Observe a Figura 2.9, a seguir. Ela servirá como modelo para a elaboração do trabalho proposto:

Figura 2.9 | Exemplo de elaboração de perfil topográfico a partir de carta topográfica e suas curvas de nível



Fonte: <<http://geografalando.blogspot.com.br/2013/03/cartografia-escala-e-curvas-de-nivel.html>>. Acesso em: 8 set. 2016.

Para finalizar o trabalho, basta juntar as informações: confecção do relatório de vistoria que contará com, além do perfil topográfico, as observações e as análises feitas em campo.



Faça você mesmo

Tente fazer um croqui do relevo do seu bairro. Observe se as ruas são íngremes ou planas, se há curso d'água. Tente imaginar como seriam as curvas de nível e transcreva para o papel. Esse é um ótimo exercício para fixação dos seus conhecimentos sobre curvas de nível.

Faça valer a pena

1. A proximidade das curvas de nível, observada em diferentes cartas topográficas, é indício de:

- a) Terreno plano.
- b) Terreno íngreme.
- c) Terreno estreito.
- d) Terreno de topo.
- e) Terreno de fundo de vale.

2. As curvas de nível que são representadas da seguinte forma: curvas de menor cota que envolvem curvas de cotas maiores, estão representando que tipo de relevo?

- a) Topo de morro.
- b) Depressão.
- c) Elevação.
- d) Planície.
- e) Planalto.

3. As linhas traçadas ao nível do terreno, chamadas de curvas de nível, também são conhecidas por:

- a) Linhas paralelas.
- b) Isolinhas angulares.
- c) Isolinhas de cota.
- d) Linhas de curva.
- e) Isolinhas de altitude.

Seção 2.2

Declividade e hipsometria

Diálogo aberto

Olá! Para a realização de estudos de um determinado ambiente, sejam geológicos, hidrográficos, geomorfológicos etc., é importante conhecer e entender sobre a declividade. Cartograficamente, a declividade de uma região pode ser representada a partir de mapas temáticos, que podem ser elaborados a partir do interesse ou objetivo proposto.

Nesta seção, você aprenderá o que é declividade e hipsometria, formas de representação, sua importância e quando se torna um dado relevante. Observe um exemplo de mapa hipsométrico na Figura 2.10.

Figura 2.10 | Exemplo de mapa hipsométrico da Polônia



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Regiony_Kondrackiego-hipsometria.png>. Acesso em: 9 set. 2016.

Voltamos à proposta da prefeitura de uma pequena cidade que realizou um censo e percebeu que muitas famílias não estavam tendo acesso aos serviços básicos devido à irregularidade na localização das propriedades e contratou uma empresa para realizar o serviço de demarcação e mapeamento de toda a área da cidade. Outra equipe da empresa recebeu os dados do mapeamento realizado e ficou responsável pela análise de declividade e coleta de dados para enviar à equipe de geoprocessamento, responsável pela elaboração do mapa hipsométrico da região. O que é um mapa hipsométrico? Como será feito o trabalho de confecção do mapa? Vamos começar discutindo os conceitos de base para logo aprender a fazer esse tipo de análise e mapa. Bom aproveitamento!

Não pode faltar

A declividade é uma variável ligada ao grau de inclinação de uma vertente, ou seja, a inclinação que a encosta tem em relação ao eixo horizontal. A análise da declividade é muito utilizada em trabalhos de planejamento urbano, agrário etc., dada a importância da variação da inclinação, já que quanto mais uma vertente é inclinada, maior é o risco de ocorrer algum processo erosivo ou mesmo de se acentuar.

O IBGE (1999, p. 28) define declividade como a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre eles. A declividade (também chamada de clinografia) é medida pelo ângulo de inclinação de uma vertente e pode ser medida em percentual ou em graus, sendo que 100% equivale a 45° de inclinação de uma encosta.



Assimile

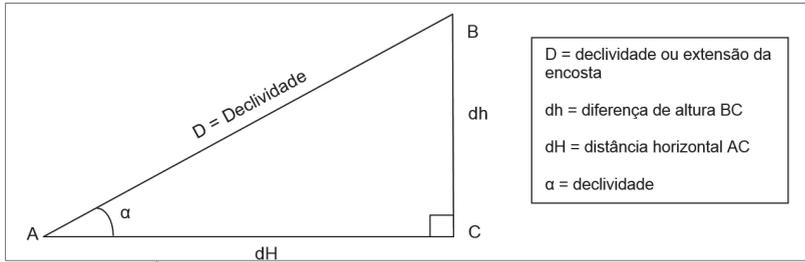
Nas cartas topográficas, a declividade pode ser observada a partir da proximidade das curvas de nível, uma vez que, quanto mais próxima uma linha da outra, maior será a declividade.

Vale lembrar que quando dois pontos são marcados em um mesmo nível topográfico, quanto maior é a distância horizontal menor é a declividade e vice-versa, ou seja, quanto maior a distância em um terreno em pontos de mesmo valor de altitude, mais plano é terreno.

A declividade é a relação dh/dH (observe a Figura 2.11), e pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{Declividade (D)} = \frac{dh(\text{cateto oposto})}{dH(\text{cateto adjacente})}$$

Figura 2.11 | Representação de esquema de declividade



Fonte: adaptada de IBGE (1999).

Ainda segundo o IBGE (1999), a declividade (α) é a relação dh/dH . A tangente (tg) expressa o coeficiente angular de uma reta em relação ao eixo das abscissas:

$$tg \alpha = \frac{dh \text{ (cateto oposto)}}{dH \text{ (cateto adjacente)}}$$

Para se calcular a declividade em graus, é usada a seguinte fórmula:

$$\alpha = 45^\circ > tg \alpha = \frac{\text{sen } \alpha}{\text{cos } \alpha} > tg \alpha = 1$$

E para representar a declividade em percentual, utilizamos a fórmula:

$$\text{Rampa} = tg \alpha \times 100\% = \frac{dh}{dH} \times 100\%$$

$$tg \alpha = 1 > \text{Rampa} = 1 \times 100 = 100\%$$

De acordo com a inclinação, o relevo pode receber diferentes denominações com relação a sua forma, alguns deles são: relevos declivosos, ondulados, movimentados, dentre outras. Essas denominações ajudam a entender como se desenvolvem os processos erosivos (movimentação do terreno em que há desagregação e remoção do solo devido à ação de fatores ambientais, como água, vento ou mesmo de microrganismos).

É importante ressaltar que, em vertentes mais inclinadas, os processos erosivos ocorrem com maior intensidade do que em vertentes com menor inclinação.

A Carta de Declividade ou Clinográfica é muito utilizada em trabalhos técnicos, principalmente em trabalhos de planejamento agrário e regional, com outras representações gráficas, como incidência solar ou orientação de vertentes. A carta de declividade apresenta as características morfológicas e de estrutura do terreno estudado.



Refleta

Como é feita a escolha de alocação de uma obra com relação à declividade do terreno? Além da declividade, quais são os outros parâmetros que se deve levar em conta para a elaboração de um projeto?

Hoje temos diferentes ferramentas, como mapas, cartas, equipamentos de medição em campo, GPS etc. Como eram feitas as medições de declividade antes da chegada dessas tecnologias?

Para a elaboração da carta de declividade, deve-se medir a declividade do terreno. A metodologia proposta por De Biasi (1992) é amplamente difundida e utilizada, o chamado método do ábaco. Consiste em estabelecer porcentagens de declividade através da relação entre os desníveis de duas ou mais curvas de nível e o espaçamento entre elas. Esse espaçamento deve ser verificado usando a seguinte fórmula:

$$Dc = \frac{Dn}{Dh} \times 100$$

Sendo:

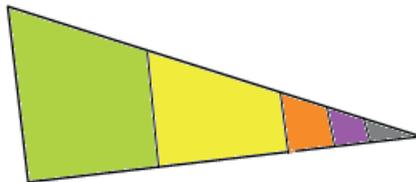
Dc = declividade

Dn = equidistância

Dh = distância horizontal

Para medir a declividade, é necessário a construção de um ábaco, que é basicamente a confecção de um triângulo retângulo (Figura 2.12). Suas medidas são geradas a partir da escala em que se vai trabalhar e das classes de declividades utilizadas. Segundo De Biasi (1992), é recomendável utilizar as classes de declividade já estabelecidas por lei para diferentes usos e ocupação do território, porém essas classes podem ser definidas pelo pesquisador de acordo com seu objetivo.

Figura 2.12 | Representação de um ábaco. Cada intervalo de cor representa um valor de declividade



Fonte: elaborada pela autora.

A representação das diferentes classes de declividade é feita através de cores. Geralmente, essa representação é feita em escala de intensidade, ou seja, da cor/tom mais clara para mais escura, relacionando com a declividade. De Biasi (1992) sugere a seguinte tabela:

Tabela 2.1 | Classes de declividade

| Classes de Declividade | Afastamento das Curvas | Cores |
|------------------------|------------------------|--------------|
| < 5% | >0,4 cm | Verde claro |
| 5 a 10% | 0,4 a 0,2 cm | Verde escuro |
| 10 a 15% | 0,2 a 0,13 cm | Amarelo |
| 15 a 20% | 0,13 a 0,10 cm | Laranja |
| 20 a 25% | 0,10 a 0,08cm | Vermelho |
| >25% | < 0,08 cm | Marrom |

Fonte: adaptada de De Biasi (1992).

Com o ábaco pronto e feitos os cálculos das medidas, o trabalho seguinte será:

1. O ábaco deverá ser deslizado sobre o mapa, a fim de conferir o ajuste das classes.
2. As regiões onde houver mudanças deverão ser marcadas no mapa, com a respectiva cor.
3. Repita o procedimento em toda a área do mapa, até que fique colorido em sua totalidade.



Assimile

Registre/pinte com a cor definida referente à declividade sempre que, ao deslizar o ábaco, formar um ângulo de 90° entre as curvas de diferentes valores.

A medida de altitude, também chamada de hipsometria é um dos métodos adotados para se fazer análise e interpretação de compartimentos do relevo de uma determinada região ou bacia hidrográfica, ou seja, é considerada uma técnica de representação da elevação do terreno. A partir dos estudos hipsométricos, é possível conhecer o relevo dessa região ou bacia de forma mais profunda, além de se entender os fenômenos que ocorreram/se desenvolveram em sua superfície.



Pesquise mais

Você pode conhecer mais sobre a aptidão agrícola das terras (como a declividade interfere na realização de determinadas atividades) através do seguinte material:

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. Disponível em: <http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i11658_001.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2016.

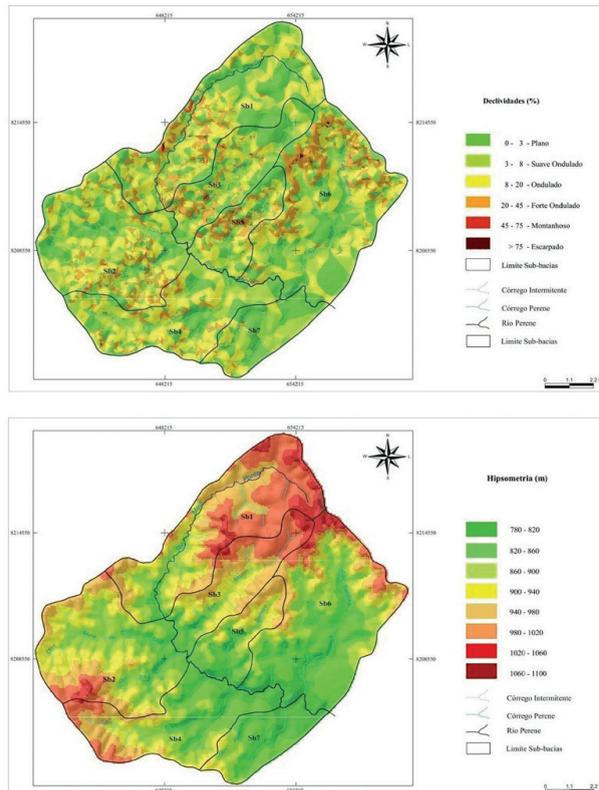
A hipsometria é um processo de medição de altitudes de diferentes pontos de um terreno e de interpretação dessa representação em uma planta ou mapa topográfico. É obtida através da generalização das curvas de nível de uma carta topográfica, estando estas em intervalos regulares ou não, sendo assim, divididas em classes altimétricas.

Essas classes são geralmente representadas nos mapas por um sistema de graduação de cores, as chamadas cores hipsométricas, que variam, obedecendo a uma convenção de cores, do marrom (em alguns casos também é usado o alaranjado) mais escuro para representar as maiores altitudes (geralmente acima dos 1.000 metros de altitude) que englobam as montanhas, as serras, as cordilheiras, as chapadas, e sua tonalidade vai sendo clareada na medida em que as altitudes diminuem, usando, portanto, o amarelo para representar as altitudes médias (que geralmente são os planaltos) até chegar ao verde, que é a baixa altitude (as planícies) que estão abaixo de 600 metros (Figura 2.13).



Exemplificando

Figura 2.13 | Classes de declividade e hipsometria da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás



Fonte: Calil et al. (2012, p. 113).

As águas dos rios e lagos, chamadas águas continentais e marítimas, são representadas pela cor azul, sendo que, quanto mais profundo, mais escura é sua tonalidade, como se pode observar na Figura 2.14.



Exemplificando

Figura 2.14 | Mapa hipsométrico da Austrália



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Austrália_mapa.png>. Acesso em: 30 jul. 2016.

Tanto os mapas de declividade quanto os mapas hipsométricos são de fundamental importância para o desenvolvimento e execução de obras. A partir da inclinação do terreno e/ou da região, é possível elaborar planos de trabalho para minimizar os transtornos gerados em terrenos íngremes ou mesmo para o aproveitamento da inclinação das vertentes para a construção.



Faça você mesmo

Busque mapas hipsométricos brasileiros na internet e observe os intervalos de classificações de declividade.

Qual região apresenta mais trechos em verde? Há regiões em que o relevo é apresentado pela cor marrom? O que significa isso?

Sem medo de errar

Na situação proposta no início desta seção, a prefeitura de uma pequena cidade contratou uma empresa para realizar o serviço de mapeamento de uma região, e uma equipe da empresa recebeu os dados do mapeamento realizado e ficou responsável pela análise de declividade e coleta de dados para enviar à equipe de geoprocessamento, responsável pela elaboração do mapa hipsométrico da região.

O primeiro passo é verificar se imagens de satélites e fotos aéreas coincidem com a forma do relevo na região estudada. A partir daí, é fundamental que se tenha em mãos a carta topográfica em que a área de estudo está inserida e fazer a interpretação dos dados. A equipe pode ir a campo para confirmar a análise feita na área.

É importante também fazer uma análise da declividade, uma vez que o mapa será gerado através das informações sobre a inclinação das vertentes. O resultado do trabalho pode ser apresentado na forma de um parecer ou relatório técnico, no qual constará o material utilizado para análise, como cartas topográficas, fotos aéreas e imagens de satélites (quanto tiver), seu parecer e fotos retiradas em campo.



Atenção

É importante lembrar que as áreas em cor marrom representam as maiores altitudes e, na medida em que as altitudes diminuem, o amarelo é usado para representar as altitudes médias até chegar ao verde, que é a baixa altitude.

Avançando na prática

Caminhada ecológica

Descrição da situação-problema

Uma família tem a tradição de realizar todos os anos um grande encontro para rever os familiares e amigos. A cada ano eles fazem uma nova atividade recreativa (já fizeram festas, viagens, reuniões) e tiveram a ideia de fazer uma caminhada ecológica na região onde os patriarcas da família nasceram.

Como a família é grande e tem membros de todas as faixas etárias, a comissão de organização deverá encontrar um trajeto de acesso fácil, com pouca variação de declividade, ou seja, querem que o passeio seja um momento de diversão sem que precisem se preocupar com terrenos íngremes e sem risco aos idosos e às crianças.

Para isso, você como membro da família com experiência em interpretação de mapas hipsométricos e de declividade foi chamado para ajudar a programar o trajeto. Então, qual o melhor caminho escolher? Como enxergar isso nos mapas e explicar à comissão de organização?



Lembre-se

A partir dos estudos hipsométricos, é possível conhecer o relevo de uma determinada região ou bacia hidrográfica de forma mais profunda, além de entender os fenômenos que ocorreram e se desenvolveram em sua superfície. Sendo assim, você consegue entender os riscos presentes nesse local.

Resolução da situação-problema

Com a carta topográfica em mãos e os mapas hipsométrico e de declividade, você verificará, a partir da graduação de cores, que é possível traçar um trajeto onde há maior predomínio das cores amarela e verde, áreas menos íngremes. Verifique também se há presença de corpos d'água ao longo do caminho, pois toda a família precisará de um ponto de apoio com água.

Tendo o trajeto analisado nos mapas em mãos, é importante que um grupo vá ao local e percorra o caminho para confirmar se é realmente "tranquilo" e como será o acesso de tantas pessoas ao curso d'água. Isso é uma medida fundamental para se evitar incidentes e surpresas desagradáveis.



Faça você mesmo

Tente fazer, à mão livre, o croqui de um mapa de declividade ou hipsométrico de alguma região a que você tenha ido recentemente que tenha variação de formas de relevo.

O croqui deverá ser feito seguindo a escala de cores padrão, normatizadas, para sua fixação.

Faça valer a pena

1. Relevos ondulados, declivosos e movimentados são denominações que ajudam a entender:

- a) As movimentações tectônicas.
- b) As variações climáticas no relevo.

- c) O desenvolvimento de processos erosivos nas vertentes.
- d) A ocupação das vertentes.
- e) O surgimento de novas cordilheiras.

2. Em um mapa hipsométrico, as áreas representadas pela cor verde são:

- a) Topos das montanhas e serras.
- b) Floresta densa.
- c) Fundos de vale.
- d) Planícies.
- e) Vertentes.

3. Entre as cores hipsométricas, obedecendo a convenção de cores, as áreas de cordilheiras e os planaltos são representados, respectivamente, pelas cores:

- a) Azul e rosa.
- b) Verde e azul.
- c) Marrom e vermelho.
- d) Amarelo e rosa.
- e) Marrom e amarelo.

Seção 2.3

Aplicações dos conhecimentos topográficos e cartográficos na arquitetura

Diálogo aberto

Caro aluno, a topografia e a cartografia têm importante papel na realização de diferentes serviços, como na demarcação dos limites do terreno, locação da obra, estudo do terreno, implantação de estradas, barragens, construção de pontes etc. Elas podem ser entendidas como importantes ferramentas para avaliação e escolha de áreas em que serão implantadas as obras.

A cartografia apresenta dados levantados/coletados em campo, de representação do relevo. Por isso, ter uma base sólida dos conhecimentos topográficos e cartográficos é fundamental à Arquitetura.

Vamos retomar a situação proposta no início da unidade, na qual a prefeitura de uma pequena cidade realizou um censo e percebeu que muitas famílias não estavam tendo acesso aos serviços básicos de saúde e educação devido à irregularidade na localização das propriedades em uma determinada região da cidade. Pensando nisso, a prefeitura contratou uma empresa para realizar o serviço de demarcação e mapeamento de toda a área da cidade.

Com os resultados da demarcação e mapeamento em mãos, um arquiteto foi convidado a escolher o melhor local para a construção de uma casa que servirá de sede para a associação comunitária da região. O imóvel a ser construído deverá aproveitar ao máximo a ventilação, a iluminação solar e a localização no terreno. Como será feito esse trabalho? O que o arquiteto deverá observar e levar em consideração para atender a demanda solicitada?

Na Seção 2.3, você encontrará conceitos e discussões acerca da topografia/cartografia/Arquitetura. Entender bem esses conceitos ajudará a realizar esse projeto.

Vamos começar?

Bom estudo!

Não pode faltar

A Cartografia pode ser considerada, ao mesmo tempo, arte, ciência e técnica (de elaboração de mapas). Para os geógrafos, a cartografia é um desenho que acompanha os movimentos de transformação da paisagem.

As chamadas Ciências Geodésicas (Cartografia, Astronomia, Geodésia, Fotogrametria e Imageamento por Satélites) estudam a representação do globo terrestre e podem ser divididas em três grupos: 1) Cartografia; 2) Geodésia (de onde se deriva a topografia) e 3) Sensoriamento Remoto. Esses três grupos tiveram forte evolução tecnológica ao longo das últimas décadas e culminaram na tecnologia amplamente utilizada nos dias atuais, como o SIG (Sistemas de Informações Geográficas), Posicionamento e Imageamento por Satélites. Na Arquitetura, a cartografia é importante ferramenta desde a elaboração de um projeto até sua fase de conclusão, apresentando informações sobre o relevo do terreno.

A Topografia é uma técnica aplicada, como forma de simplificação da Geodésia, usando como base a geometria e a trigonometria planas, destinada ao uso cotidiano de engenheiros, arquitetos, geógrafos, etc.

As atividades de topografia e cartografia estão diretamente ligadas a diferentes etapas da construção civil, sendo de grande importância no desenvolvimento urbano e social de uma obra. Tanto o estudo da Topografia quanto o da Cartografia são a base para o desenvolvimento de diferentes trabalhos na Arquitetura, como implantação de sistemas de irrigação, monitoramento de estruturas, alocação de obras etc. Aplicar os conhecimentos sobre topografia e cartografia na arquitetura é fundamental para se tomar decisões acerca de um projeto, como:

- Logística e elaboração do projeto.
- Aproveitamento da forma do relevo.
- Ventilação e incidência solar.
- Técnicas de construção.
- Definição de contenções, fundações e terraplanagem.

Conforme supracitado, em diversos trabalhos a topografia faz parte da etapa de planejamento/elaboração do projeto. Ao se planejar uma construção, a primeira coisa a ser feita pelos responsáveis, após adquirir uma propriedade para construção de um empreendimento imobiliário, é solicitar a realização do levantamento topográfico, ou seja, o levantamento planialtimétrico do terreno, que pode estar ou não apresentado com um relatório ou memorial descritivo, além de verificar a legislação vigente sobre o Plano Diretor do município em que se realizará a obra.

É importante lembrar que as atividades e ações (de levantamento de dados, medições e observações) realizadas em campo compõem o chamado levantamento topográfico.

A primeira atividade realizada já em campo é o chamado reconhecimento de campo, onde há escolha do local e são feitas as primeiras observações da área escolhida. Aplicando os conhecimentos acerca do tema a partir da análise feita sobre o levantamento topográfico, é possível confirmar se a metragem de uma propriedade ou terreno está compatível com o informado, bem como avaliação do preço e relevância em investir nessa propriedade a partir resultados apresentados no levantamento planialtimétrico.

O reconhecimento de campo é fundamental para aqueles profissionais que desejam realizar um trabalho em que há aproveitamento das características do terreno, por exemplo, em áreas que o relevo é acidentado ou íngreme.



Assimile

- **Planialtimetria:** é a soma da altimetria com a planimetria, ou seja, o conjunto de métodos e/ou técnicas de detalhamento do terreno tanto no plano horizontal quanto no vertical, representação 3D, que dependendo da escala utilizada pode ser útil na realização de projetos de engenharia em geral.

- **Perfil Topográfico:** é a representação gráfica de um "corte" no terreno, uma técnica que consiste na caracterização detalhada do relevo de uma dada área, representada ao longo de um transecto.

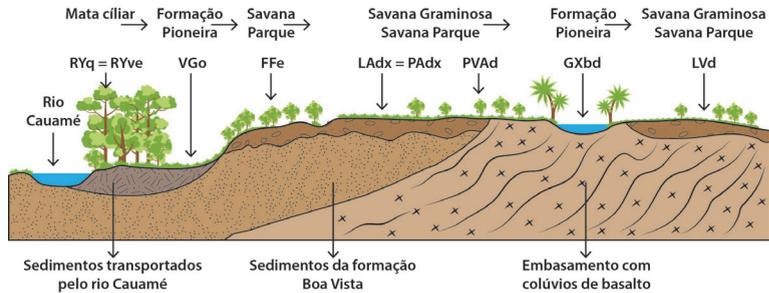
Para que um levantamento topográfico seja bem executado, é importante que, durante o desenvolvimento do serviço, sejam observados e apontados todos os elementos existentes que possam caracterizar a área estudada (Figura 2.15), como árvores, cercas, meio-fio, caixas de drenagem, edificações, alinhamento de muros, afloramentos rochosos etc.

A representação rigorosa de um terreno é de suma importância para que toda a equipe, incluindo arquitetos e engenheiros, tenha segurança para a realização do trabalho.



Exemplificando

Figura 2.15 | Representação de um transecto de um perfil topográfico



Fonte: Benedetti et al. (2011).

Na fase de execução e acompanhamento da obra, os conhecimentos topográficos e cartográficos são importantes para realizar locações e fazer verificações métricas. Ao finalizar a obra, o conhecimento dessas ciências é importante para realizar o monitoramento e, em casos necessários, realizar a realocação das estruturas.

A partir do levantamento topográfico, é feita uma análise do relevo da área em questão e, durante a execução de uma obra, é importante ferramenta para se evitar erros que poderão implicar no embargo dessa obra, como nivelamento do terreno, demarcação dos limites de uma propriedade, demarcação de áreas como jardim etc.

Após a elaboração do projeto, durante a fase de execução da obra, os dados levantados tanto em campo quanto em gabinete são fundamentais para que não ocorram erros e, assim, evitar que a equipe acabe tendo retrabalho.

Iniciando a execução da obra, é importante atentar para que as estruturas de base sejam feitas seguindo as orientações e normas necessárias. Sendo assim, partindo para a parte prática, durante uma dada obra, é importante realizar as seguintes “movimentações de terra”:

- Fundação ou alicerce: tem como função receber toda a carga da obra e distribuir uniformemente no leito de fundição (solo). Sendo assim, além de se ter uma boa estrutura, o conhecimento sobre o relevo do terreno se faz necessário.

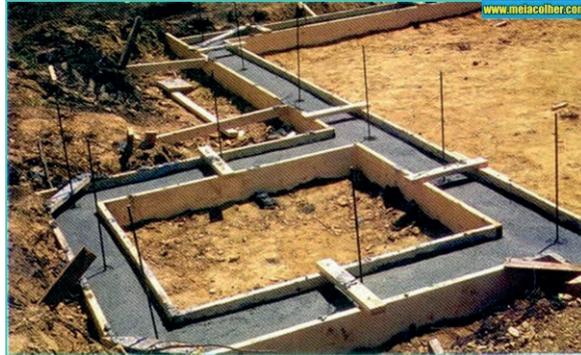
Figura 2.16 | Fundação - Canteiro de obra



Fonte: <<http://construfacilrj.com.br/wp-content/uploads/2013/07/formas-de-madeira-alicerce.jpg>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

- Baldrame: é utilizado para elevar o piso de uma construção em relação ao terreno.

Figura 2.17 | Exemplo de baldrame em construção em uma obra



Fonte: <<http://www.meiacolher.com/2014/12/aprenda-como-fazer-um-baldrame-ou.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

- Readequação no canteiro de obra: na Norma Reguladora NR 18, as diretrizes de administração, planejamento e organização têm como objetivo implementar medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção são estabelecidas (BRASIL, 2008). É preciso confirmar que nenhum item ou critério estabelecido esteja em discordância da norma, caso esteja é preciso fazer os ajustes e readequações necessários para a realização da obra.

É importante lembrar que não é sempre que há readequação do canteiro de obra, mas, sempre que houver algum item em discordância com as normas vigentes, deve-se tomar as medidas necessárias tão logo se constate o erro.



Pesquise mais

No livro *Sol, Vento e Luz: Estratégias para o Projeto de Arquitetura*, você pode aprender mais sobre como o conhecimento cartográfico e topográfico pode interferir na elaboração de projetos arquitetônicos, sobretudo no aproveitamento de recursos naturais.

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, Vento e Luz: Estratégias para o Projeto de Arquitetura**. Tradução: Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 416.

Aplicando a topografia e a cartografia à Arquitetura, quando falamos de uma obra de maior abrangência, por exemplo, o planejamento de um bairro, o tipo de pavimentação, os níveis do solo e as áreas de interesse hídrico são alguns dos fatores que podem sofrer influência dessa variação do relevo em uma obra desse tipo. A

avaliação do terreno deve ser feita através de sondagens do solo, análise do nível do lençol freático, se há vegetação e de qual tipo, além da declividade do terreno. Construções em terrenos íngremes podem ter uma vista privilegiada, entretanto, é preciso atentar à base da estrutura (fundação, aterramento, nivelamento etc.).



Refleta

Com o levantamento topográfico em mãos, o arquiteto pode avaliar, além do preço, a viabilidade do investimento com relação à expectativa de retorno financeiro de uma construção. Como você acha que essa avaliação é feita? E na construção de uma residência, como a redução de custo da obra pode ser feita? O relevo pode exercer quais influências?

Com o uso de mapas (declividade, topografia), cartas e plantas, sem deixar de considerar sempre as observações feitas em campo, é possível fazer uma eficiente análise do relevo e, a partir daí, definir as estratégias para execução da obra, que devem ser pensadas a fim de otimizar o espaço, o tempo e o custo:

Planificar terrenos para construção de estruturas:

- Estética.
- Facilidade de uso.
- Instalações hidráulicas (entrada e saída de água).
- Facilidade na execução.

Norteamento e diagrama solar:

- Na edificação: posicionamento dos dormitórios e área de lazer etc.

Nivelamento de alicerces:

- Facilita a execução, a segurança, a durabilidade, evita danos ao longo do tempo.
- A falta do nivelamento leva a riscos estruturais e falta de segurança.

A partir da etapa inicial da obra já é possível planejar como serão aproveitados os recursos ambientais previstos no projeto, por exemplo: onde serão os quartos, forma

de aproveitamento da luz solar e do vento.

Sem medo de errar

Voltamos a nossa situação-problema, em que um arquiteto foi convidado a escolher o melhor local para construção de uma casa que servirá de sede para a associação comunitária da região. Vale lembrar que o imóvel a ser construído deverá aproveitar ao máximo os recursos naturais, como ventilação, iluminação solar e localização no terreno. Como será feito esse trabalho? O que o arquiteto deverá observar e levar em consideração para atender a demanda solicitada?

A partir do material cartográfico (mapa, carta e perfil topográfico), é possível fazer a seleção do local exato para a construção da casa. O ponto escolhido fica numa porção plana do terreno, porém, em uma altitude um pouco mais elevada, ou seja, em uma área mais alta para aproveitamento da ventilação. Neste momento, o mapa topográfico com o perfil topográfico é de fundamental importância nessa escolha, pois no mapa há indicação das altitudes (em curvas de nível) e o desenho da variação da declividade representada no perfil.

As salas que serão usadas para a reunião, bem como o espaço comum a todos deverão ser construídos de acordo com a indicação solar, isso significa que essas áreas devem estar voltadas para o lado do nascer do sol e receber, assim, o sol da manhã, mantendo o ambiente mais fresco e aproveitando ao máximo a luminosidade disponível durante o dia. O mapa de declividade é de grande relevância nessa etapa, indicando a melhor locação.



Atenção

Mesmo com o material gráfico é sempre necessário considerar as observações feitas em campo. É preciso fazer uma eficiente análise do relevo, dos dados cartográficos e das observações para definir as estratégias para execução da obra, que devem ser pensadas, a fim de otimizar o espaço, o tempo e o custo, como:

- Planificação de terrenos para construção de estruturas.
- Norteamento e diagrama solar.
- Nivelamento de alicerces.

Avançando na prática

Construção em área urbana

Maria decidiu sair do aluguel. Comprou um lote no bairro urbano de uma cidade, onde planeja construir sua casa. No fundo do terreno passa um pequeno córrego, que ela pensou em utilizar a água disponível.

Para auxiliá-la nas decisões sobre a obra, Maria contratou os serviços de um amigo arquiteto. Ela apresentou com a documentação de registro do imóvel um levantamento topográfico feito quando o bairro estava sendo planejado.

A partir disso, quais são as informações de que eles precisam para realizar a construção? Há alguma legislação a se observar? O que o arquiteto deverá levar em consideração para a realização do serviço solicitado?



Lembre-se

Levantamento topográfico: representação da superfície da Terra, a partir de medições, em escala adequada.

Perfil topográfico: representação gráfica de um "corte" no terreno, uma técnica que consiste na caracterização detalhada do relevo de uma dada área, representada ao longo de um transecto.

Resolução da situação-problema

Com o levantamento topográfico em mãos, é possível estabelecer a área que poderá ser construída, lembrando-se de manter afastamento do córrego. Uma dica importante é observar o Plano Diretor do município, onde constarão as informações necessárias sobre o recuo em relação à calçada e à área verde no terreno.

Após solicitar os mapas hipsométrico e de declividade, o arquiteto poderá avaliar, com Maria, onde cada cômodo/ambiente será construído e como poderá ser feita a utilização da água do córrego, uma vez que a variação da declividade, assim como o relevo no terreno, poderá ser observada.

Utilizando o mapa topográfico e as observações feitas no local, somado às informações constantes no perfil topográfico, o ponto pensado para execução da obra da casa poderá ser confirmado. As indicações das altitudes (nas curvas de nível) ajudam na seleção de um ponto mais alto ou mais baixo do terreno.



Faça você mesmo

Utilizando um mapa topográfico, trace um transecto para representação de um perfil topográfico. No perfil desenhado, veja quais são as melhores opções para construção de um prédio de 3 andares.

- O que você deverá observar?
- Quais são os critérios para a seleção desta área?
- Como o mapa ajuda na realização da atividade?

Faça valer a pena

1. A seleção de uma área para construção deve ser feita após análise detalhada do terreno. Uma ferramenta importante para essa análise é:

- a) O uso de trena no terreno.
- b) O perfil topográfico do terreno.
- c) O relatório climatológico do terreno.
- d) Os mapas históricos do país.
- e) O inventário florestal do município.

2. Dependendo da topografia do local, durante a execução de uma obra pode ser necessário realizar quais "movimentações de terra"?

- a) Regulagem da pressão da fundação.
- b) Baldrame, fundação e readequação do canteiro de obra.
- c) Corte vertical do terreno.
- d) Escavação e aprofundamento do terreno.
- e) Balanceamento do canteiro de obra.

3. Algumas medições do terreno podem ser feitas através de levantamentos cartográficos. A metragem de uma propriedade, por exemplo, pode ser feita através do:

- a) Estudo ecossistêmico.
- b) Levantamento físico-químico.
- c) Estudo pedológico.

- d) Levantamento planialtimétrico.
- e) Levantamento estatístico.

Seção 2.4

Análise topográfica orientada

Diálogo aberto

Caro aluno, a cada dia, os centros urbanos vêm percebendo um crescimento a partir do desenvolvimento e sentindo o aumento das populações nessas áreas. Cidades são construídas e com elas surge a demanda por obras, que, se não são feitas com o devido cuidado, causam grandes danos ao meio natural, como grande exploração dos recursos ambientais, dentre eles a água, além da ocupação de áreas não indicadas para moradia. A necessidade em ocupar alguns espaços causa grande pressão em áreas que não deveriam ser alteradas nem ocupadas. Entretanto, há fatores que precisam ser levados em consideração, como a ineficiência das políticas públicas e diversos fatores sociais que atingem principalmente a população de baixa renda.

Por isso, ter um bom conhecimento e saber aplicá-lo quando se pensa nas construções e nos centros urbanos se fazem tão necessários. Eventos ou desastres naturais podem ter seus efeitos reduzidos ou mitigados, a partir do trabalho de uma equipe de profissionais bem informados.

Sendo assim, vamos retomar a situação em que a prefeitura de uma pequena cidade realizou um censo e percebeu que muitas famílias não estavam tendo acesso aos serviços básicos de saúde e educação, pois as propriedades não eram regularizadas e localizavam-se em uma área que não há registros se estão dentro ou fora do limite da cidade. Para conclusão do levantamento realizado, a Defesa Civil informou à prefeitura de que poderia haver moradias em áreas de alto risco e sugeriu que fosse feito um plano de gerenciamento para prevenção de danos a essa comunidade. Você como membro da Defesa Civil Nacional fará parte da equipe de trabalho. Como será feito esse trabalho? Como será o contato com a comunidade atingida?

Nesta seção, aprenderemos sobre o que são áreas de risco, desastres naturais e como deve ser feito um plano de gerenciamento para prevenção e mitigação de danos sociais e ambientais.

Vamos lá?!

Não pode faltar

Os desastres naturais podem ocorrer devido a diferentes fatores ou fenômenos, como terremotos, erosão, tempestades etc. No Brasil, um dos principais fenômenos causadores de desastres naturais está relacionado a processos de instabilização de encostas, ou seja, geralmente estão associados a áreas íngremes e de encostas desnudas.

Com o crescimento dos centros urbanos (ocupando em alguns casos, áreas impróprias para moradia), além dos fenômenos naturais, a aceleração do processo de urbanização, não só no Brasil como em diferentes partes do mundo, vem aumentando o risco de situações perigosas e de desastres. Contudo, há estudos que apontam relação entre a variabilidade climática com o aquecimento global como fatores de grande relevância na discussão de desastres naturais.

Segundo Castro (2013), as chamadas áreas de risco são regiões onde a instalação de moradias e/ou construção de casas não é recomendada, por serem susceptíveis a desabamentos, inundações etc., entretanto, essas regiões vêm sofrendo um aumento constante ao longo da última década, e a interferência humana tem papel importante nesse desequilíbrio. Atividades artificiais ou antrópicas, como retirada da cobertura vegetal, destinação inadequada do lixo, uso de agrotóxicos, ocupação irregular de várzeas e encostas, somadas à ação da natureza, geram efeitos colaterais graves ao chamado progresso.



Pesquise mais

Conheça mais sobre os termos e as classificações no Glossário desenvolvido pela Defesa Civil Nacional.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de (Org.). **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres**. 5. ed. Brasília: Ministério da Integração Nacional Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2013. p. 191. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=71458606-5f48-462e-8f03-4f61de3cd55f&groupId=10157>. Acesso em: 18 ago. 2016.

São consideradas áreas de risco aquelas situadas em encostas inclinadas (Figura 2.18) ou beira de rios, elas são monitoradas por instituições como a Defesa Civil, que desenvolve trabalhos principalmente de prevenção e avaliação dos riscos. Tratando da prevenção, há dois grupos de medidas que podem ser adotadas: medidas estruturais (de grande eficiência, entretanto, de alto custo) e não estruturais (que surgem com atividades de educação ambiental).

Figura 2.18 | Angra dos Reis/RJ – Vista do Morro da Carioca, no centro de Angra, onde 17 pessoas já morreram por causa do deslizamento



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Inunda%C3%A7%C3%B5es_e_deslizamentos_de_terra_no_Rio_de_Janeiro_e_S%C3%A3o_Paulo_em_janeiro_de_2010>. Acesso em: 16 ago. 2016.

Desastres naturais são aqueles em que regiões ocupadas pelo homem sofrem com algum fenômeno ou ação da natureza, de modo que são causados danos e prejuízos (de diferentes intensidades). Segundo Scheuren et al. (2008), quando ocorre pelo menos um dos seguintes critérios, é considerado desastre:

- 10 ou mais óbitos;
- 100 ou mais pessoas afetadas;
- declaração de estado de emergência;
- pedido de auxílio internacional.



Assimile

Desastres naturais podem ser causados a partir de diferentes fenômenos e desequilíbrios naturais, que agem independentemente da influência dos seres humanos. Por exemplo, os tsunamis.

Para que uma área de risco ou desastre natural seja analisada, é importante fazer o mapeamento de risco (levantamento dos riscos identificados, análise desses riscos e identificação/caracterização da área de ocorrência), que já é realizado no Brasil e em diferentes países do mundo.

Numa visita a campo para realização do mapeamento de risco, é avaliado qual a probabilidade de ocorrência de algum processo perigoso ou mesmo destrutivo, a perda esperada (calculada em porcentagem) e as possíveis consequências socioeconômicas, caso aconteça algum tipo de desastre na região pesquisada. Geralmente esses riscos são avaliados em seu caráter qualitativo, sendo que os riscos são identificados a partir de análises técnicas da equipe responsável pelo mapeamento somado às informações dadas pelos moradores de determinada área.

É realizada uma análise comparativa a partir dos resultados dos dados coletados em campo para que se faça padronização e classificação dos riscos. As classificações mais comumente usadas são quanto à intensidade e à origem.

Avaliar a intensidade é fundamental para que se faça um plano de recuperação da área atingida, organizar as atividades e os recursos necessários para socorrer as vítimas, quando houver, avaliar danos e prejuízos sofridos (Quadro 2.1). Tanto a intensidade de um desastre quanto a sua ocorrência em determinada região ou local se dá, em parte dos casos, não só pela dimensão do ocorrido, como também pela vulnerabilidade da comunidade atingida.

Quadro 2.1 | Classificação dos desastres de acordo com a intensidade

| Nível | Intensidade | Situação |
|-------|---|---|
| 1 | Desastres ou acidentes considerados como de pequeno porte. Impactos pouco significativos e de baixo prejuízo. | Facilmente superável com os recursos do município. |
| 2 | Média intensidade. Os impactos são de importância relevante e prejuízos significativos. | Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial. |
| 3 | De grande intensidade e prejuízo. Apresentam danos importantes. | A normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. Situação de emergência. |
| 4 | Alta intensidade, com impactos muito significativos e altos prejuízos. | Não pode ser superado pelo município sem ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. Estado de Calamidade Pública. |

Fonte: adaptado de Tominaga et al. (2009).

Quando o desastre é analisado segundo sua origem, classificamos os desastres em naturais ou humanos (também chamados de artificiais). Grande parte dos chamados desastres naturais têm origem tectônica e seus efeitos podem ser sentidos em diferentes intensidades e locais, como no caso dos terremotos. Os desastres naturais se dão a partir de fenômenos da natureza, que independem da ação humana, como as erosões, os furacões, as chuvas fortes, os escorregamentos etc. (Figura 2.19).

Figura 2.19 | Destruição causada por tornado em Oklahoma



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/moore-oklahoma-tornado-desastres-112917>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

Já os chamados desastres humanos (Figura 2.20) ou artificiais são aqueles que acontecem pelas ações (em alguns casos, omissões) realizadas pelo ser humano, por exemplo: a contaminação de cursos d'água, os incêndios, o rompimento de barragens etc. Em alguns casos, os desastres naturais ocorrem a partir de algum fenômeno da natureza e que, a partir de ações dos seres humanos, podem ser agravados. Dessa forma, esses desastres também são considerados como "desastres humanos ou artificiais".

Figura 2.20 | Destruição do vilarejo de Bento Rodrigues pelo rompimento da Barragem de Fundão/Mariana



Fonte: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bento_Rodrigues,_Mariana,_Minas_Gerais_\(22730753698\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bento_Rodrigues,_Mariana,_Minas_Gerais_(22730753698).jpg)>. Acesso em: 20 ago. 2016.

Em 2003, o Ministério da Integração Nacional apresentou uma terceira definição de desastres naturais, os chamados desastres mistos, em que as ações humanas contribuem na intensificação ou agravamento de fenômenos naturais que têm potencial para desencadear um desastre. Eles são classificados em:

1. Desastres mistos relacionados com a geodinâmica terrestre externa: inundações, tempestades, escorregamentos etc.
2. Desastres mistos relacionados com a geodinâmica terrestre interna: terremotos, vulcanismo, tsunamis etc.

Uma forma eficiente de identificar e analisar áreas de risco e de possíveis desastres naturais é através do desenvolvimento de um programa de gerenciamento de riscos.

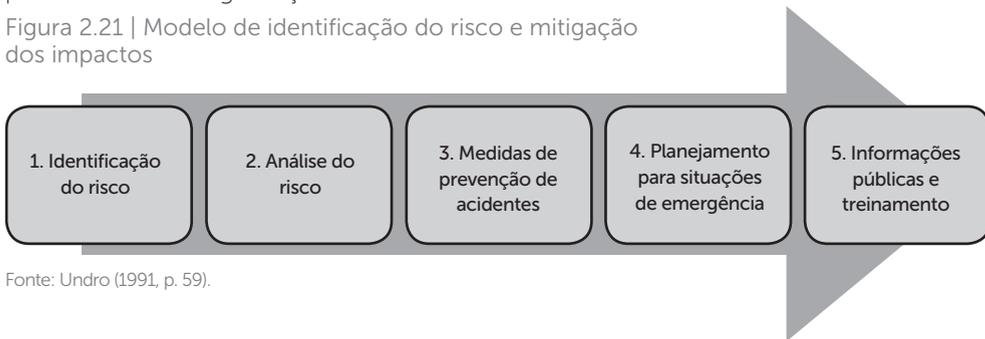
O gerenciamento de risco desenvolvido em áreas urbanas é um complexo projeto de caráter social que prevê ações nas áreas de planejamento, organização e intervenção. Alguns autores consideram que os desastres acontecem em três fases, sendo elas: o antes, o durante e o depois. Para que se faça uma boa gestão nas áreas afetadas, é importante distinguir essas três etapas e desenvolver as ações necessárias a cada uma delas.

Dessa forma, o momento chamado de "antes" é a fase imediatamente antes

da ocorrência de algum fenômeno que desencadeará em desastre. Nessa fase, as medidas tomadas são de "prevenção e preparação para o impacto", na qual são realizadas ações que buscam minimizar e/ou mitigar os impactos que serão gerados. Dentre essas ações, podemos citar as políticas públicas e suas ferramentas, como os zoneamentos ambientais, o Plano Diretor, os comitês etc., projetos de engenharia e arquitetura, como construção de muros de contenção, pontes etc., atividades de educação ambiental nas comunidades e escolas. Na fase chamada de "durante", são realizadas as medidas emergenciais, de resgate, salvamento, auxílio e início da recuperação do local, partindo, por exemplo, da segurança e higiene. No momento "depois", na chamada fase de reconstrução, ocorrem as ações de reabilitação das funções básicas para o funcionamento da comunidade atingida a médio e a longo prazo, como o retorno dos serviços de luz, água, comunicação, avaliação dos prejuízos (materiais e imateriais), reconstrução de estruturas.

A Undro (Disaster Management Training Programme) definiu, em 1991, um modelo de identificação do risco e mitigação dos impactos. As duas primeiras etapas são fundamentais para que, somadas às outras três etapas, se possa realizar um trabalho preventivo com segurança.

Figura 2.21 | Modelo de identificação do risco e mitigação dos impactos



Fonte: Undro (1991, p. 59).



Refleta

Em 2015, vimos um grande "acidente ambiental" em Bento Rodrigues, Mariana/MG, que foi o rompimento da barragem de rejeitos de uma mineradora. Esse tipo de acidente pode ser classificado como desastre natural? E quanto aos danos sofridos pelos moradores, como poderá ser feita a mitigação dos danos?

Sem medo de errar

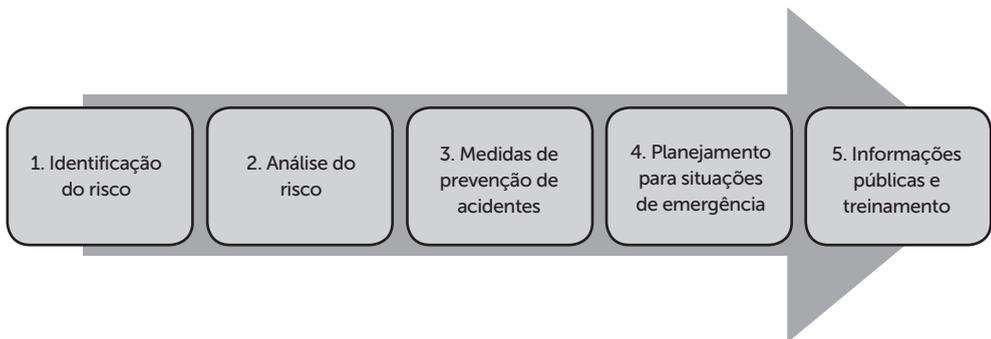
No caso proposto, a prefeitura de uma pequena cidade realizou um censo e percebeu que muitas famílias não estavam tendo acesso aos serviços básicos de saúde e educação, pois as propriedades não eram regularizadas e localizavam-se em uma área onde não há registros se estão dentro ou fora do limite da cidade. Para conclusão

do levantamento realizado, a Defesa Civil informou à prefeitura que poderia haver moradias em áreas de alto risco e sugeriu que fosse feito um plano de gerenciamento para prevenção de danos a essa comunidade. Você, como membro da Defesa Civil Nacional, fará parte da equipe de trabalho. Como será feito esse trabalho? Como será o contato com a comunidade atingida?

A primeira coisa a se fazer é verificar os locais que são considerados como áreas de risco. Essa informação pode ser encontrada por qualquer pessoa na Comdec (Comissão Municipal de Defesa Civil, vinculada a uma prefeitura) ou em conversas com moradores antigos da região.

Caso a área seja identificada como de risco, é preciso dar andamento ao gerenciamento de risco seguindo as três etapas de trabalho: o antes, o durante e o depois, dando ênfase maior ao momento atual, que é o "antes".

Para orientar o desenvolvimento das atividades, os cinco itens propostos no modelo da Undro (1991) direciona todo o trabalho de análise, planejamento e educação da comunidade:



Atenção

Lembre-se de que, segundo a legislação ambiental vigente, não é permitida a construção em Áreas de Preservação Permanente, as APP. Além de toda a alteração ambiental e desequilíbrio causados, nessas áreas podem ocorrer inundações e deslizamentos de terra, entre outros danos.

Avançando na prática

Cidade atingida por enchente

Descrição da situação-problema

Uma cidade de médio porte do Estado de São Paulo, considerado centro urbano de referência na região, sofre todos os anos com enchentes, resultantes das cheias do rio que corta a cidade. Na Figura 2.22 há um exemplo.



Exemplificando

Figura 2.22 | Exemplo do alagamento causado por enchentes em centros urbanos: enchente do rio São Mateus



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Enchente_do_Rio_S%C3%A3o_Mateus_2009.JPG>. Acesso em: 20 ago. 2016.

Uma ONG (Organização Não Governamental) atua em todo o país no atendimento a vítimas de desastres naturais. Ao mesmo tempo em que é realizado um trabalho de socorro às vítimas, é realizado um estudo para identificação de novas áreas atingidas, identificação dos riscos e recuperação da comunidade. Os profissionais chegaram à cidade do Estado de São Paulo e vão começar a desenvolver o trabalho. Você, funcionário da prefeitura, dará todo o apoio necessário a eles para a realização do trabalho. Por onde começar? Como o desastre (enchente) poderá ser classificado? Como prevenir acidentes durante novas enchentes?



Lembre-se

Em uma visita a campo para realização do mapeamento de risco, são avaliadas a probabilidade de ocorrência de algum processo perigoso ou mesmo destrutivo, a perda esperada (calculada em porcentagem) e as possíveis consequências socioeconômicas, caso aconteça algum tipo de desastre na região pesquisada. Geralmente, esses riscos são avaliados em seu caráter qualitativo, sendo que os riscos são identificados a partir de análises técnicas da equipe responsável pelo mapeamento, somados às informações dadas pelos moradores de determinada área.

Resolução da situação-problema

A equipe destinada ao atendimento de vítimas já está prestando o socorro necessário. A equipe pela qual você ficou responsável faz análises em campo para o

mapeamento de riscos, e foi constatado que as moradias foram construídas em área de várzea, contrariando a legislação ambiental. O desastre foi classificado como de nível 3, ou seja, de grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos, o que indica que a situação poderá ser restabelecida a partir de recursos locais, somados à ajuda de recursos estaduais e federais.

Identificado o desastre natural, a equipe será redirecionada a fazer o gerenciamento dos danos e prevenção de futuros prejuízos materiais e imateriais, com ações de planejamento, organização e intervenção. Alguns autores afirmam que os desastres acontecem em três fases, sendo elas: o antes, o durante e o depois.



Faça você mesmo

Analise e classifique os seguintes desastres naturais quanto à intensidade, a origem ou a natureza:

- Deslizamento de encosta.
- Enchente causada por cheia de barragem de hidrelétrica.
- Desabamento de prédios construídos em morro.

Faça valer a pena

1. Podemos considerar áreas de risco aquelas áreas em que há construção de moradias em:

- a) Áreas de planalto.
- b) Áreas de relevo que variam do plano ao acidentado.
- c) Áreas planas, sujeitas a movimentos de massa.
- d) Áreas de planalto, susceptíveis aos alagamentos.
- e) Áreas íngremes, susceptíveis aos desabamentos.

2. Alguns fenômenos da natureza, dependendo da área que atingirem, são considerados causadores de desastres naturais. Dentre as opções a seguir, quais são eles?

- a) Baixa umidade relativa do ar.
- b) Criação de diques de contenção.
- c) Erosão e tempestades.
- d) Construção de pontes e viadutos.
- e) Construção de casas.

3. Consideramos desastre quando existe a seguinte ocorrência:

- a) Pedido de auxílio internacional.
- b) Mais de um registro de óbito.
- c) Mais de 500 pessoas afetadas.
- d) Declaração de falência do município.
- e) Registro de mais de 1.000 óbitos.

Referências

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18**: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências (Org.). **Mapeamento Topográfico**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_topo_int.shtm>. Acesso em: 23 jul. 2016.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Manual de desastres humanos**: desastres humanos de natureza tecnológica. Brasília: Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2003. v. 1.

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, Vento e Luz**: Estratégias para o Projeto de Arquitetura. Tradução: Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CALIL, P. M. et al. **Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás**. Campina Grande: Agriambi, 2012.

CASTRO, A. L. C. (Org.). **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres**. 5. ed. Brasília: Ministério da Integração Nacional Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2013. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=71458606-5f48-462e-8f03-4f61de3cd55f&groupId=10157>. Acesso em: 18 ago. 2016.

DE BIASI, M. A Carta Clinográfica: Os Métodos de Representação e sua Confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, 1992.

_____. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 21, 1970.

_____. **Noções básicas de cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. Disponível em: <http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i11658_001.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2016.

SANCHEZ, M. Perfis topográficos: características e técnicas de construção. **Notícias Geomorfológicas**, . Campinas, v. 15, n. 29, p. 67-81, 1975.

SCHEUREN, J. M. et al. **Annual Disaster Statistical Review – The Numbers and Trends 2007**. Belgium: Université Catholique de Louvain, 2008. Disponível em: <<http://www>>.

emdat.be/Documents/Publications>. Acesso em: 16 ago. 2016.

TOMINAGA L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.) **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

UNITED NATIONS DISASTER RELIEF OFFICE – UNDRO. UNDRO's approach to disaster mitigation. **UNDRO News**, Genebra, jan./fev. 1991.

Planialtimetria e terraplenagem

Convite ao estudo

Ao analisar a topografia verificando áreas de riscos e catástrofes ambientais, conforme estudado anteriormente, podemos verificar a importância da terraplenagem e das suas propriedades no solo, pois a estabilização dessas áreas está diretamente ligada ao tipo de solo e à forma como ele foi manejado. Entender as propriedades físicas do solo requer a compreensão de como ele reagirá durante uma movimentação de terra necessária para o aplainamento de um terreno, onde será instalada a obra de um grande shopping ou de um grande condomínio. Implicará também em saber como o solo reagirá à presença das águas das chuvas ou se sob pressão se romperá, causando grandes deslizamentos.

Nesta unidade, abordaremos as técnicas de análise do solo, bem como a determinação de platôs, taludes, rampas e as técnicas para a preparação do terreno para execução da obra. Nesta seção, especificamente, buscaremos a compreensão das propriedades físicas do solo e sua interferência nos processos de terraplenagem.

Suponhamos que você, um arquiteto formado, seja contratado para a elaboração de um projeto de um grande shopping no interior de São Paulo e que a área escolhida é de topografia irregular, sendo necessária uma análise bem apurada em campo para verificar a melhor forma de implantar essa grande obra.

Caro aluno, quais procedimentos de análise serão necessários durante esse processo prévio de levantamento de campo para que essa obra seja implantada de forma correta, com o melhor aproveitamento do terreno? Será necessária uma movimentação de terra? Qual a quantidade de solo será retirada ou depositada para o aplainamento de uma determinada área?

Quantos caminhões de terra serão movimentados? O solo está saturado ou seco? É um solo plástico, muito plástico ou ideal para a construção da obra? Como consigo verificar as propriedades do solo para saber qual a melhor forma de implantação dessa obra?

O solo é a base de toda obra, seja ela civil, rural ou de estradas, e compreender suas principais propriedades facilitará a forma como ela será manuseada, se deverá ou não ser aplainado ou compactado, qual a profundidade das valas e fundações, se suportará toda a carga colocada sobre ele. Ter esse conhecimento facilitará ao arquiteto planejar e orçar a execução de toda a obra.

Seção 3.1

Terraplenagem e propriedades físicas do solo

Diálogo aberto

Prezado aluno, a terraplenagem é um serviço muito utilizado na implantação de obras de engenharia civil, ferroviária, de pavimentação e agrícola. No entanto, para que serve a terraplenagem? Ela visa alterar o relevo natural terrestre, dando uma nova conformação topográfica ao local alterado.

Essa alteração é feita através de movimentos básicos de terra, como o corte (retirada), aterro (deposição) ou misto (corte/aterro), sendo necessário um conhecimento prévio dos estados físicos do solo (compactação, plasticidade, consistência etc.), que compõem o terreno, para verificar a viabilidade econômica e estrutural do serviço de terraplenagem.

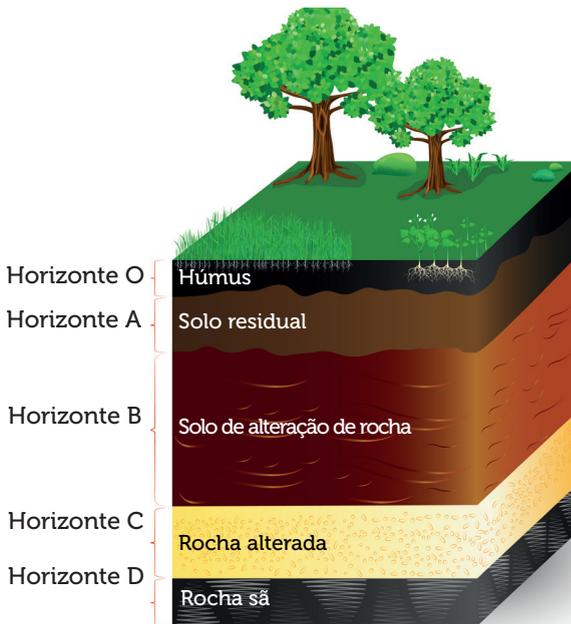
Nesta seção, abordaremos as propriedades do solo que devem ser consideradas nos serviços de terraplenagem e do qual depende diretamente a estabilidade de uma obra de terra - por exemplo, você, um arquiteto formado, foi contratado para a elaboração de um projeto de um grande shopping no interior de São Paulo, conforme dito anteriormente, sendo a área escolhida de topografia irregular. Como você planejará e orçará esta obra? Quais procedimentos de análise serão necessários durante esse processo prévio de levantamento de campo para que essa obra seja implantada de forma correta, com o melhor aproveitamento do terreno? Será necessária uma movimentação de terra? Qual quantidade de solo será retirada ou depositada para o aplainamento de uma determinada área? Quantos caminhões de terra serão movimentados? O solo está saturado ou seco? É um solo plástico, muito plástico ou ideal para a construção da obra? Como consigo verificar as propriedades do solo para saber qual a melhor forma de implantação dessa obra?

Ao final desta seção, esperamos que você conheça os aspectos teóricos das propriedades físicas do solo e os processos de terraplenagem, propondo possíveis soluções viáveis para a obra, bem como orçá-la e planejá-la adequadamente, não necessitando do auxílio de outros profissionais.

Não pode faltar

De acordo com a norma da ABNT (NBR 6502), solo (Figura 3.1) é definido como “material proveniente da decomposição das rochas pela ação de agentes físicos ou químicos, podendo ou não ter matéria orgânica”. Para analisar e evitar os problemas supracitados, deve-se conhecer as principais propriedades físicas do solo descritas a seguir que interferem diretamente na estabilidade estrutural durante um serviço de terraplenagem.

Figura 3.1 | Composição do solo



Fontes: <<http://www.istockphoto.com/vector/layers-of-a-soil-profile-gm500408591-42891220?st=cf28f77>>. Acesso em: 19 jul. 2016.



Atenção

Visando ao uso do solo na construção, as propriedades mais importantes a serem consideradas são:

- Na escolha do terreno: textura do solo ou composição granulométrica, plasticidade e retração.
- No controle da execução: umidade e grau de compactação.

Conforme Ferreira et al. (2002, p. 16), “[...] a textura do solo constitui uma das características físicas mais estáveis e representa a distribuição quantitativa das

partículas do solo quanto ao tamanho”, elemento de grande importância na descrição, identificação e sua classificação (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 | Frações granulométricas do sistema de classificação Norte-Americano (USDA) e Internacional (ISSS) e NBR 6502 (Norma Brasileira)

| Frações | Sistemas | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| | USDA | ISSS | NBR 6502 |
| | Ø em mm | | |
| Matacão | > 200 | > 200 | >200 |
| Calhau | 20 – 200 | - | - |
| Cascalho | 20 – 2 | 20 - 2 | 20 - 2 |
| Areia Muito Grossa | 2 – 1 | - | 2 – 0,06 |
| Areia Grossa | 1 – 0,5 | 2 – 0,2 | - |
| Areia Média | 0,5 – 0,25 | - | - |
| Areia Fina | 0,25 – 0,10 | 0,2 – 0,02 | - |
| Areia Muito Fina | 0,10 – 0,05 | - | - |
| Silte | 0,05 – 0,002 | 0,02 – 0,002 | 0,06 – 0,002 |
| Argila | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 |

Fonte: Ferreira et al. (2002, p. 16).



Assimile

A textura do solo influencia diretamente na: retenção e disponibilidade de água e nutrientes; infiltração de água e condutividade hidráulica; aeração do solo; agregação do solo; temperatura do solo; suscetibilidade do solo à compactação; facilidade de mecanização e erodibilidade (perda de material por erosão).



Pesquise mais

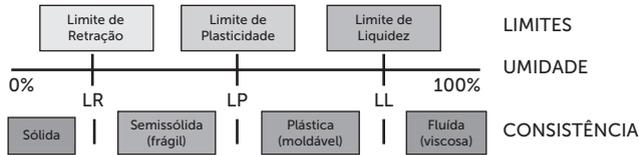
Veja mais detalhes sobre a textura dos solos no material (p. 1-12) disponível em: <http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/270125/mod_resource/content/1/Apostila%20Cap.%201%20-%20Arquitetura%20e%20Propriedades%20F%C3%ADscas%20do%20Solo.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2016.

Outra propriedade muito importante é a plasticidade, que também influencia diretamente na estabilidade de uma determinada área, indicando o teor de saturação por água.

De acordo com a norma NBR 7250 (ABNT, 1982), “a plasticidade é a propriedade de solos finos, entre largos limites de umidade, de se submeterem a grandes deformações

permanentes, sem sofrer ruptura, fissuramento ou variação de volume apreciável”. O cientista sueco A. Atterberg, em 1911, definiu alguns limites que delimitavam os intervalos de consistência do solo (Figura 3.2), denominados de limite de liquidez e limite de plasticidade (SOUZA; RAFULL; VIEIRA, 2000).

Figura 3.2 | Limite de Atterberg (1911)



Fonte: elaborada pela autora.

Para isso, calculamos o índice de consistência (IC), que é o índice que dá a proporção de umidade natural na amostra de solo, e o índice de plasticidade (IP), que ajuda a definir a plasticidade de um solo; é a diferença entre os limites de liquidez e de plasticidade. É muito útil para a classificação dos solos finos (Quadro 3.2).



Atenção

Índice de consistência

$$IC = \frac{LL - W}{IP}$$

Índice de plasticidade:

$$IP = LL - LP$$

Onde:

LL: Limite de liquidez

LP: Limite de plasticidade / W: Umidade

Quadro 3.2 | Classificação do índice de consistência de acordo com Atterberg

| ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA | CLASSIFICAÇÃO DO SOLO |
|------------------------|-------------------------------------|
| IL < 0 | Muito moles Consistência de vaza |
| 0 < IL < 0,5 | Plástica mole |
| 0,5 < IL < 0,75 | Plástica média |
| 0,75 < IL < 1,0 | Plástica rija |
| IL > 1,0 | Consistência dura |

Fonte: elaborada pela autora.

Agora falaremos sobre a retração, outra propriedade importante durante a análise do solo. A fração argila presente no solo é responsável pelos movimentos de retração e expansão, que ocorre quando há variação de umidade. Quando ocorrem esses movimentos na argila, aparecem fissuras que podem gerar lesões internas e superficiais, permitindo a penetração de água, contribuindo para a redução ou perda da resistência do material e sua possível degradação.



Pesquise mais

Veja mais detalhes sobre plasticidade, retração, umidade e compactação no material (p. 91-109) disponível em: <http://ufrjr.br/institutos/it/deng/rosane/downloads/material%20de%20apoio/APOSTILA_SOLOS.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2016.

De acordo com Neves (2009), quando o solo recebe um determinado esforço, dependendo do teor de umidade, sofre menor ou maior compactação, interferindo diretamente na sua resistência. Há uma determinada umidade, denominada umidade ótima de compactação, para cada tipo de solo e tipo de compactação.



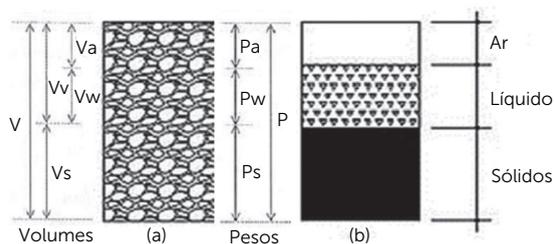
Refleta

A umidade e a compactação presente no solo estão diretamente relacionadas à sua resistência e estabilidade. Tente explicar por que geralmente ocorrem grandes deslizamentos de terras em várias cidades do Brasil na época de chuvas.

Veja a reportagem no link disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/06/temporal-provoca-deslizamento-de-terra-em-morro-de-asasco.html>> (Acesso em: 8 jun. 2016).

O solo é quantificado conforme esquema geral de uma amostra idealizada (Figura 3.3) a seguir:

Figura 3.3 | Esquema geral de uma amostra idealizada



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/Estado_do_solo.JPG/300px-Estado_do_solo.JPG>. Acesso em: 19 jul. 2016.

Vt = volume total da amostra;

Vs = volume da fase sólida da amostra;

Vw = volume da fase líquida;

Va = volume da fase gasosa;

Vv = volume de vazios da amostra = $Va + Vw$;

Pt = peso total da amostra;

Pa = peso da fase gasosa da amostra;

Ps = peso da fase sólida da amostra;

Pw = peso da fase líquida da amostra.



Atenção

Alguns índices físicos são obtidos com a massa e não com o peso do material. Nesse caso, pode-se pensar na coluna da direita sendo uma coluna de massa, onde **Mt seria a massa total da amostra, Mw a massa da fase líquida da amostra e Ms a massa da fase sólida.**



Assimile

Os índices físicos dos solos possibilitam determinar suas propriedades físicas para controle de amostras a serem ensaiadas em laboratório e nos cálculos de esforços atuantes, são utilizados na caracterização de suas condições.

| ÍNDICES FÍSICOS DOS SOLOS X APLICAÇÃO PRÁTICA | |
|---|---|
| ÍNDICES | APLICAÇÃO |
| Teor de umidade (W) | É a razão entre o peso da água contida num certo volume de solo e o peso da parte sólida existente neste mesmo volume. Está ligado diretamente à saturação do solo e interfere diretamente em sua estabilidade. Influencia nos cálculos de esforços. |
| Índices de Vazios (e) e Porosidade (n) | Indica a variação volumétrica do solo ao longo do tempo, interfere diretamente no grau de saturação. De acordo com o IAEG (1979), sua classificação varia da seguinte forma: (n) > 50 % / (e) >1 – muito alta (n) > 45 % < 50 % / (e) > 0,8 < 1,0 – alta (n) > 35 % < 45 % / (e) > 0,5 < 0,8 – média (n) > 30 % < 35 % / (e) > 0,43 < 0,5 – baixa (n) < 30 % / (e) <0,43 – muito baixa. |
| Grau de Saturação (S ou Sr) | Indica que a porcentagem do volume total de vazios do solo contém água. Está ligado diretamente ao teor de umidade e influencia na estabilidade e nos cálculos de esforços. De acordo com o IAEG (1979), sua classificação varia da seguinte forma: (S ou Sr) 0% a 25% - naturalmente seco |

| | |
|---|---|
| | (S ou Sr) 25% a 50% - úmido (S ou Sr) 50% a 80% - muito úmido (S ou Sr) 80% a 95% - saturado (S ou Sr) 95% a 100% - altamente saturado. |
| Peso específico dos sólidos (γ) | Depende dos minerais formadores do solo, representa uma média dos pesos específicos dos minerais que compõem a fase sólida. |
| Peso específico da água (γ_w) | Nos casos práticos, adota-se como: $1 \text{ g/cm}^3 = 10 \text{ kN/m}^3 = 1000 \text{ kg/m}^2$ |
| Peso específico natural (γ_n) e Peso específico aparente saturado (γ_{sat}) | A sua grandeza dependerá da quantidade de água nos vazios e dos grãos minerais predominantes, influencia diretamente nos cálculos de esforços. |
| Peso específico aparente seco (γ_d) | É empregado para verificar o grau de compactação. |
| Densidade relativa dos grãos (Gs) | A densidade relativa pode ser uma indicação do tipo de solo. Se: Gs > 2,9 – solo inorgânico contendo ferro 2,6 < Gs < 2,8 – solo inorgânico (maioria dos solos brasileiros) 2,2 < Gs < 2,5 – solo orgânico Gs < 2,2 – solo essencialmente orgânico (turfa). |

Fonte: IAEG (1979).



Assimile

Para calcular o teor de umidade, índices de vazios, porosidade e saturação serão usadas as seguintes fórmulas:

Índices físicos do solo

| | |
|---|---|
| <p>Teor de umidade (W):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado em porcentagem (%) $w = \frac{P_w}{P_s} \cdot 100$ | <p>Índice de Vazios (e):</p> <ul style="list-style-type: none"> Sem unidade $e = \frac{V_v}{V_s}$ |
| <p>Porosidade (n):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado em porcentagem (%) $n = \frac{V_v}{V} \cdot 100$ | <p>Grau de Saturação (S ou Sr):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado em porcentagem (%) $S = \frac{P_w}{V_v} \cdot 100$ |
| <p>Peso específico dos sólidos (γ):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado em kN/m^3 $\gamma_s = \frac{P_s}{V_s}$ | <p>Peso específico da água (γ_w):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado em kN/m^3 $\gamma_w = \frac{P_w}{V_w}$ |
| <p>Peso específico natural (γ_n):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado em kN/m^3 $\gamma_n = \frac{P}{V}$ | <p>Peso específico aparente seco (γ_d):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado em kN/m^3 $\gamma_d = \frac{P_s}{V}$ |
| <p>Peso específico aparente saturado (γ_{sat}):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado em kN/m^3 $\gamma_{sat} = \frac{P_{sat}}{V}$ | <p>Densidade relativa dos grãos (Gs):</p> <ul style="list-style-type: none"> Sem unidade $Gs = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$ |

Fonte: IAEG (1979).



Exemplificando

Retomando: um arquiteto formado foi contratado para a elaboração de um projeto de um grande shopping no interior de São Paulo, conforme dito anteriormente, sendo a área escolhida de topografia irregular. Quais os procedimentos de análise serão necessários durante esse procedimento prévio de levantamento de campo para que essa obra seja implantada de forma correta, com o melhor aproveitamento do terreno? O solo está saturado ou seco? Essa área está estável?

Para responder às questões, foram coletadas amostras de solo para verificar o grau de saturação e a porosidade. Ao receber o resultado das análises laboratoriais, o técnico verificou que não haviam sido calculados alguns índices o teor de umidade, a porosidade e o grau de saturação. Segue os dados recebidos:

Dados:

- Peso total (P) = 1900 g
- Volume total (V) = 1000 cm^3
- Peso seco (P_s) = 1705 g
- Peso específico seco (γ_s): 2,66 g/cm^3
- Considerar volume da água (V_w) = 95 g/cm^3

Determine:

- a) Teor de umidade (w):
- b) Porosidade (n):
- c) Grau de saturação (S):

Resolução:

- a) Teor de umidade (w):

$$P_w = P - P_s = 1900\text{g} - 1705\text{g} = 195\text{g}$$

$$w = \frac{P_w}{P_s} \times 100 = \frac{195}{1705} \times 100 = 11,4\%$$

b) Porosidade (n):

$$\gamma_d = \frac{P_s}{V} = 2,66 \text{ g/cm}^3$$

$$V_G = \frac{P_G}{\gamma_d} = \frac{1705}{2,66} = 640,98 \text{ cm}^3$$

$$V_v = V - V_G = 1000 \text{ cm}^3 - 640,98 \text{ cm}^3 = 359,02 \text{ cm}^3$$

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100 = \frac{359,02}{1000} \times 100 = 35,90\%$$

c) Grau de saturação (S):

$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100 = \frac{95}{359,02} \times 100 = 26,46\%$$

Conclusão: O solo está com quase 26,46% de saturação, classificando-o como úmido quase natural. Para analisar o solo de forma correta, o material coletado deverá ser enviado para laboratório para análise dos índices físicos, e, após o seu recebimento, poderá ser feita a classificação e calculada a resistência e a estabilidade.



Faça você mesmo

Ao coletar o material de um ponto da área que vai ser implantado o shopping, verificou-se que o peso específico natural de um solo (γ) é 16,5 kN/m³. Sabendo que umidade (w) = 15% e a densidade relativa (G_s) = 2,7, determine:

a) Peso específico seco; b) Porosidade; c) Grau de saturação. Dados: $\gamma = 16,5$ kN/m³; $W = 15\%$; $G_s = 2,7$.

Sem medo de errar

Você já conheceu a importância de algumas propriedades do solo para os serviços de terraplenagem e como quantificá-lo. Então vamos raciocinar.

Para se construir um grande shopping num terreno um pouco afastado do centro urbano, você já percebeu que haverá uma grande movimentação de terra, inclusive, nesse processo, teremos a abertura de vias de acesso, abertura de valas, fundações, formação de platôs etc. Para isso, será necessário coletar amostras e analisá-las. analisá-las para calcular o teor de umidade, a porosidade e o grau de saturação. A umidade

está normal? O solo está muito saturado? Haverá muito volume durante o processo de movimentação? No que esses índices implicarão durante a essa movimentação terra?

Solução:

Dados:

- Peso total (P) = 2458 g
- Volume total (V) = 1000 cm³
- Peso seco (Ps) = 2229 g
- Peso específico seco (γ_s): 17,46 g/cm³
- Considerar volume da água (Vw) = 135 g/cm³

Determine:

- d) Teor de umidade (w).
- e) Porosidade (n).
- f) Grau de saturação (S).

Resolução:

d) Teor de umidade (w):

$$P_w = P - P_s$$

$$P_w = 2458g - 2229g$$

$$P_w = 229g$$

$$W = \frac{P_w}{P_s} \times 100 = \frac{229}{2229} \times 100 = 10,27\%$$

e) Porosidade (n):

$$\gamma_d = \frac{P}{V} = 2,66g / cm^3$$

$$V_G = \frac{P_G}{\gamma_d} = \frac{2229}{14,46} = 154,15cm^3$$

$$V_v = V - V_G = 1000\text{cm}^3 - 154,15\text{cm}^3 = 845,85\text{cm}^3$$

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100 = \frac{845,85}{1000} \times 100 = 84,59\%$$

f) Grau de saturação (S):

$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100 = \frac{135}{845,85} \times 100 = 15,96\%$$

Conclusão: O solo está naturalmente seco, com teor de umidade muito baixo, por isso a porosidade está muito alta, o que pode aumentar significativamente o volume do solo durante o processo de movimentação.



Atenção

Para que você tenha um embasamento maior, acesse: <<ftp://ftp.ifes.edu.br/cursos/Transportes/CelioDavilla/Solos/Literatura%20complementar/Cap2IndFis%20unb.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2016.

Avançando na prática

Projetando um condomínio e verificando o solo

Descrição da situação-problema

Para um arquiteto fazer o planejamento e o orçamento da execução do projeto de um condomínio, foi necessário verificar as obras preliminares, como sondagem e terraplenagem. Para isso, uma empresa de sondagem coletou amostras de solo e enviou para análise em laboratório, cujo relatório voltou com dados ausentes. De acordo com esse documento, o solo apresentava volume de 60 cm^3 e peso de $92,5\text{ g}$. Depois de completamente seca, seu peso é de $74,3\text{ g}$, considerando o peso do ar como 0 g . O peso específico real dos grãos é $2,62\text{ g/cm}^3$. Para completar os dados, calcule a umidade e o grau de saturação. Dados: $V = 60\text{ cm}^3$; $P = 92,5\text{ g}$; $P_a = 0\text{ g}$; $P_s = 74,3\text{ g}$; $\gamma_s = 2,62\text{ g/cm}^3$.



Lembre-se

Índices físicos do solo

| | |
|--|--|
| Teor de umidade (W): • Dado em porcentagem (%) $w = \frac{P_w}{P_s} \times 100$ | Índice de Vazios (e): • Sem unidade $e = \frac{V_v}{V_s}$ |
| Porosidade (n): • Dado em porcentagem (%) $n = \frac{V_v}{V} \times 100$ | Grau de Saturação (S ou Sr): • Dado em porcentagem (%) $S = \frac{P_w}{V_v} \times 100$ |
| Peso específico dos sólidos (γ_s): • Dado em kN/m ³ $\gamma_s = \frac{P_s}{V_s}$ | Peso específico da água (γ_w): • Dado em kN/m ³ $\gamma_w = \frac{P_w}{V_w}$ |
| Peso específico natural (γ_n): • Dado em kN/m ³ $\gamma_n = \frac{P}{V}$ | Peso específico aparente seco (γ_d): • Dado em kN/m ³ $\gamma_d = \frac{P_s}{V}$ |
| Peso específico aparente saturado (γ_{sat}): • Dado em kN/m ³ $\gamma_{sat} = \frac{P_{sat}}{V}$ | Densidade relativa dos grãos (Gs): • Sem unidade $G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$ |

Fonte: IAEG (1979).

Resolução da situação-problema

a) Umidade (%): 24,5%

$$w = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

$$P = P_s + P_w + P_a$$

$$P_w = P - P_s - P_a$$

$$P_w = 92,5g - 74,3g - 0g$$

$$P_w = 18,2g$$

$$w = \frac{18,2}{74,3} \times 100 = 24,50\%$$

b) Grau de saturação (S): 57,5%

$$S = \frac{P_w}{V_v} \times 100$$

$$\gamma_s = \frac{P_s}{V_s}$$

$$\gamma_w = \frac{P_w}{V_w}$$

$$V_s = \frac{74,3\text{g}}{2,62\text{ g/cm}^3} = 28,36\text{cm}^3$$

$$V = V_a + V_w + V_s$$

$$V_w = 60\text{ cm}^3 - 0\text{ cm}^3 - 28,36\text{ cm}^3$$

$$V_w = 31,64\text{ cm}^3$$

$$S = \frac{18,2}{31,64} \times 100 = 57,5\%$$



Faça você mesmo

Durante uma abertura de estrada, uma empresa de sondagem coleta amostras de solo e envia para análise em laboratório. O técnico da empresa recebe o seguinte relatório com alguns dados faltando. De acordo com os dados enviados pelo laboratório, o solo apresentava volume de 75cm^3 e peso de $104,5\text{g}$. Depois de completamente seco, seu peso é de $84,5\text{g}$, considerando o peso do ar como 0g . O peso específico real dos grãos é $3,47\text{g/cm}^3$. Calcule sua umidade e grau de saturação. Dados: $V = 75\text{ cm}^3$; $P = 104,5\text{ g}$; $P_a = 0\text{ g}$; $P_s = 84,5\text{ g}$; $\gamma_s = 3,47\text{ g/cm}^3$

a) Umidade (%):

$$w = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

b) Grau de saturação (S):

$$S = \frac{P_w}{V_v} \times 100$$

$$\gamma_s = \frac{P_s}{V_s}$$

$$\gamma_w = \frac{P_w}{V_w}$$



Pesquise mais

Reforce o seu conhecimento acessando o link disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/~celso/solos/material/teoria1>. Acesso em: 8 jun. 2016.

Faça valer a pena

1. A terraplenagem é um serviço muito utilizado na implantação de obras de engenharia civil, ferroviária, de pavimentação e agrícola. Quais são as propriedades do solo que devem ser consideradas nos serviços de terraplenagem e que dependem diretamente da estabilidade de uma obra de terra?

Marque a alternativa correta:

- a) Aeração, consistência, expansão, grau de compactação e umidade.
- b) Porosidade, umidade, aeração, retração e grau de compactação.
- c) Textura do solo, plasticidade, retração, umidade e grau de compactação.
- d) Granulometria, plasticidade, expansão, umidade e grau de compactação.
- e) Índices de vazios, plasticidade, retração, umidade e grau de saturação.

2. Uma amostra de solo úmido em cápsula de alumínio tem uma massa de 462 g. Após a secagem em estufa, obteve-se a massa seca da amostra igual a 364 g.

Determine o teor de umidade do solo considerando a massa da cápsula se 39 g.

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

- a) 24,09%.
- b) 28,15%.
- c) 31,11%.
- d) 36,11%.
- e) 43,13%.

3. O teor de umidade de uma amostra é de 25% e o peso inicial da amostra é de 300 g.

Qual a quantidade de água existente na amostra?

$$w = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

- a) 25 g.
- b) 35 g.
- c) 55 g.
- d) 65 g.
- e) 75 g.

Seção 3.2

Cortes, aterros e cálculos de volumes

Diálogo aberto

Prezado aluno,

Relembrando... O serviço de terraplenagem visa alterar o relevo natural terrestre, dando uma nova conformação topográfica ao local alterado. Essa alteração é feita através de movimentos básicos de terra, como o corte (retirada), aterro (deposição) ou misto (corte/aterro), caracterizando as movimentações de terra.

Nesta seção, iremos abordar o corte, o aterro e o cálculo de volume de terra, que fazem parte desse conjunto de operações manuais, mecânicas ou hidráulicas que caracterizam as movimentações de terra.

Retomando a situação-problema: você, um arquiteto formado, que foi contratado para a elaboração do projeto de um grande shopping no interior de São Paulo, soube que a área escolhida possui topografia irregular. Portanto, será necessário a implantação de dois grandes platôs (áreas planas com laterais inclinadas), além de outras alterações no terreno, para a instalação da obra.

Nessas alterações, haverá grande movimentação de terra, haverá processos de corte em algumas áreas e em outras áreas processos de aterro, podendo gerar um volume enorme de terra devido à sua porosidade.

Como você orçará e planejará essa obra diante dessas condições?

O que um arquiteto precisará saber sobre corte, aterro e cálculo de volume para que o orçamento da obra não fique acima do esperado? Qual o volume de terra será movimentado? Onde será feito o corte e onde ocorrerá o aterro? Quantos caminhões de terra serão necessários?

Ao final desta seção, esperamos que ao conhecer um pouco sobre movimentação de terra (corte, aterro, cálculo de volume), você seja capaz de solucionar o problema levantado.

Não pode faltar

O problema levantado anteriormente está relacionado diretamente aos processos de movimentação de terra, pois quando vamos construir em terreno inclinado, é necessário que se realizem cortes e/ou aterros nesse local, para estabilizar a plataforma ou platô onde será locada a obra, isto é, evitando possíveis escorregamentos ou desmoronamentos (ALVAREZ et al., 2003).

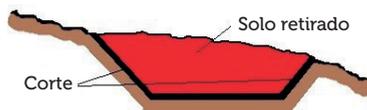
Os processos de movimentação de terra dividem-se em:

Corte: retirada de excesso de material, ocorrendo o seu remanejamento, gera desagregação do solo, ocasionando um aumento no volume, que, por sua vez, gerará gastos com transporte, devendo-se então quantificar esse aumento em valores. Usa-se o valor de 40% como parâmetro de medição desse aumento de volume quando não há ensaio laboratorial.

De acordo com Alvarez et al. (2003), os declives de corte (Figura 3.4) de cada terreno variam de acordo com a natureza do terreno:

- Rocha - corte vertical (90°);
- Seixos - 1/1 (45°);
- Argila - 4/5 (39°);
- Areia - 3/5 (31°);
- Terra vegetal - 1/2 (26,5°).

Figura 3.4 | Esquema de um corte em um terreno natural



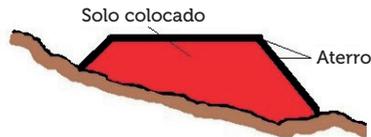
Fonte: elaborada pela autora.

Aterro: ocorre quando o terreno natural é mais baixo que a rua e/ou quanto ao nível desejado para a instalação da obra. Para ambos, é necessário adicionar material de solo/terra até atingir o nível projetado, obtendo um platô nivelado. Para essa movimentação, é necessário compactar o solo/terra para melhor acomodação (ALVAREZ et al., 2003). Para isso:

- Cada camada de solo compactado máximo 30 cm.
- O solo pode ser compactado manualmente ou mecanicamente.
- Adiciona-se água para melhor acomodação durante a compactação.

- Evitar misturar entulho ao material de solo para não aumentar os espaços vazios.
- Caso o material seja arenoso, adicionar até 15% de água ao volume.
- Sendo o material argiloso, o volume de água adicionado deverá ser de 24%.
- No aterro, os valores mais utilizados para a inclinação do declive são 1/4, 1/3, 1/2 e 2/3. Caso a inclinação seja superior a 1/3, aconselha-se o uso de bancadas ou endentamento do terreno natural para sua melhor estabilidade.

Figura 3.5 | Esquema de um aterro em um terreno natural



Fonte: elaborada pela autora.



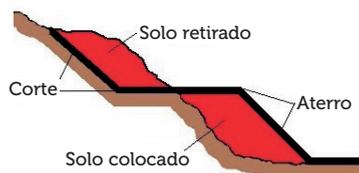
Assimile

Quando um material de solo/terra é escavado, a diferença no volume obtida é consequência de um fenômeno conhecido como **empolamento**, que nada mais é do que o aumento no volume desse material devido à sua desagregação. O percentual de empolamento varia de acordo com o tipo de solo:

- | | | |
|-------------------------|---|-----------|
| • Terras vegetais | - | 20% a 30% |
| • Argila | - | 25% a 30% |
| • Rocha em decomposição | - | 30% a 35% |
| • Rocha | - | 35% a 50% |

Em casos de lotes urbanos, para baratear o custo da obra, geralmente é feita movimentação de terra mista (Figura 3.6), onde ocorre o processo de corte e aterro ao mesmo tempo.

Figura 3.6 | Esquema de uma operação mista de corte e aterro em um terreno natural



Fonte: elaborada pela autora.



Pesquise mais

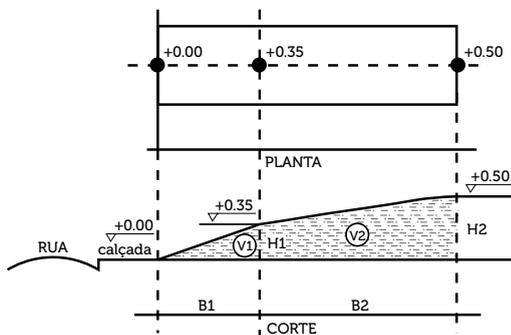
Veja mais detalhes sobre movimentação de terra (corte e aterro) no material disponibilizado no link a seguir: <http://booklink.com.br/index.php?route=product/product/download&documento_id=33>. Acesso em: 22 jun. 2016.

ALVAREZ, A. et al. **Topografia para arquitetos**. Rio de Janeiro: Booklink; UFRJ, 2003.

- Cálculo de Volume de Terra pelo Método Geométrico: para o arquiteto, ao elaborar um projeto, um dos principais objetivos é encontrar uma solução que permita uma construção com o menor movimento de terras possível, pois este é na maioria dos projetos bastante significativo em relação ao custo total da obra (ALVAREZ et al., 2003).

Para facilitar o cálculo de um determinado volume de terra, é necessário supor a existência de vários sólidos geométricos. Quando a altura é regular, podemos calcular a área de um trapézio ou triângulo (Figura 3.7) em função da sua altura para encontrarmos partes do volume de uma determinada área. Caso o terreno tenha uma forma geométrica complexa, o desenho deverá ser dividido em várias partes (ALVAREZ et al., 2003).

Figura 3.7 | Perfil de um terreno em que será construída uma residência

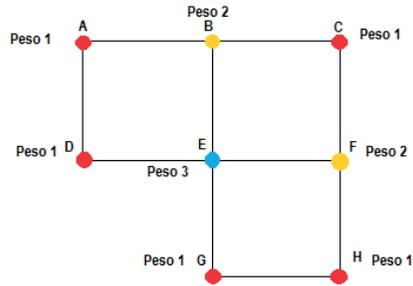


Fonte: Pádua (2007, p. 5).

- Cálculo de Volume de Terra pelo Método das Alturas Ponderadas: baseia-se na decomposição de um sólido cujo volume deseja-se calcular em sólidos menores, com o intuito de facilitar o cálculo do volume.

- Método das Alturas Ponderadas - Malha regular (Figura 3.8):

Figura 3.8 | Malha de terreno em que será construída uma residência



Fonte: elaborada pela autora.



Assimile

Segue a fórmula: $V = \frac{Q}{4} \times (\Sigma D_1 + 2\Sigma D_2 + 3\Sigma D_3)$

Onde:

$$V_{P_1} = Q \times \frac{(A + B + D + E)}{4}; V_{P_2} = Q \times \frac{(B + C + E + F)}{4}; V_{P_3} = Q \times \frac{(E + F + G + H)}{4}$$

$$Vol.total = V_{P_1} + V_{P_2} + V_{P_3}$$

$$Vol.total = Q \times \frac{(A + B + D + E)}{4} + Q \times \frac{(B + C + E + F)}{4} + Q \times \frac{(E + F + G + H)}{4}$$

$$Vol.total = \frac{Q}{4} \times (A + C + D + G + H + 2B + 2F + 3E)$$

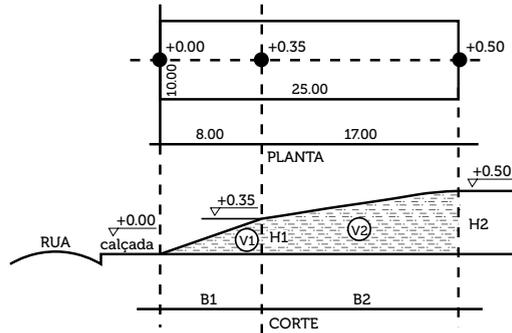


Exemplificando

Um arquiteto, durante um levantamento num terreno, tem a seguinte área descrita para implantação da obra, que precisa ser aplainada. Para fechar o orçamento da obra, faz-se necessário saber:

- Qual o volume do solo movimentado, considerando a taxa de empolamento de 40% como um solo argiloso?
- Quantos caminhões serão necessários para o transporte da terra, considerando que o caminhão-caçamba carrega 9 m^3 ?

Figura 3.9 | Perfil de um terreno em que será construída uma residência



Fonte: Pádua (2007, p. 6).

- Segue a fórmula: $V = AxL$

Onde:

V = volume

A = área da figura

L = Largura do terreno

- Área do triângulo: $= \frac{B1 \times H1}{2} = \frac{8 \times 0,35 \text{ m}}{2} = 1,4 \text{ m}^2$
- Área do trapézio: $= \frac{(H1 + H2)}{2} \times B2 = \frac{(0,35 + 0,50)}{2} \times 17 \text{ m} = 7,225 \text{ m}^2$
- $V = AxL = (1,4 \text{ m}^2 + 7,225 \text{ m}^2) \times 10 \text{ m} = 101,15 \text{ m}^3$
- Empolamento: $Vt \times (1 + 0,40) = 101,15 \text{ m}^3 \times 1,40 = 141,61 \text{ m}^3$
- Caminhão 9 m^3 : $141,61 \text{ m}^3 / 9 \text{ m}^3 = 15,734$ ou 16 caminhões.

Conclusão: para orçar o custo da retirada do solo, o arquiteto deve considerar a quantidade de caminhões, no caso 16 caminhões, e o tempo que esse transporte interferirá no cronograma da obra.

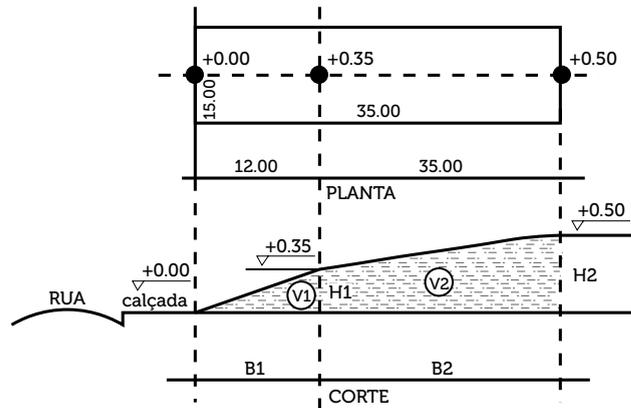


Faça você mesmo

Um engenheiro civil, durante um levantamento num terreno, tem a seguinte área descrita para implantação da obra, que precisa ser aplainada. Para fechar o orçamento da obra, faz-se necessário saber:

- Qual o volume do solo movimentado, considerando a taxa de empolamento de 30% como um solo argiloso?
- Quantos caminhões serão necessários para o transporte da terra, considerando que o caminhão caçamba carrega 6 m^3 ?

Figura 3.10 | Perfil de um terreno em que será construída uma residência



Fonte: Pádua (2007, p. 6).

- Segue a fórmula: $V = A \times L$

Onde:

V = volume

A = área da figura;

L = Largura do terreno

- Empolamento: $Vt \times (1 + E)$
- Caminhão: 6 m^3 .



Refleta

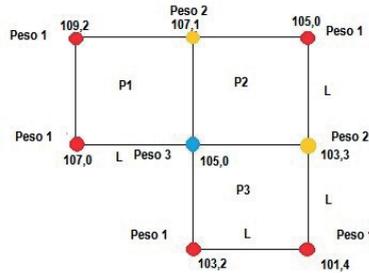
O serviço de terraplenagem corresponde a uma significativa porcentagem do custo total da obra. Para poder orçá-la com baixa ou nula possibilidade de erro, é necessário calcular o volume de terra/solo que será movimentada, a quantidade de caminhões, por vezes até o tempo gasto nesse processo, de forma a barateá-lo ao máximo. Para entender mais sobre corte, aterro e cálculo de volume, veja o vídeo a seguir: <<https://www.youtube.com/watch?v=W4ZBG8UjI7I>>. Acesso em: 23 jun. 2016.

Sem medo de errar

Um arquiteto, durante um levantamento num terreno, tem a seguinte área descrita para implantação da obra, havendo necessidade de movimentação de terra. Para fechar o orçamento da obra, faz-se necessário saber: qual o volume do solo

movimentado, considerando a taxa de empolamento de 15% como um solo arenoso? Quantos caminhões serão necessários para o transporte da terra, considerando que o caminhão-caçamba carrega 9 m³?

Figura 3.11 | Malha de terreno em que será construída uma residência



Fonte: elaborada pela autora.

- $Q = L \times L = 20 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 400 \text{ m}^2$; Cota de escavação = 100 m
- $V = \frac{Q}{4} \times (\Sigma D_1 + 2\Sigma D_2 + 3\Sigma D_3)$; $Vol.total = \frac{Q}{4} \times (A + C + D + G + H + 2B + 2F + 3E)$
- Empolamento: $Vt \times (1 + 0,15)$; Caminhão: 9 m³

Solução: Somatória dos pontos com **peso 1:** Somatória dos pontos com **peso 2:**

$$110,2 - 100 = 10,2 \text{ m}$$

$$109,1 - 100 = 9,1 \text{ m}$$

$$109,0 - 100 = 9,0 \text{ m}$$

$$105,3 - 100 = 5,3 \text{ m}$$

$$107,0 - 100 = 7,0 \text{ m}$$

$$\Sigma 1 = 9,1 + 5,3 = 14,4 \text{ m}$$

$$105,2 - 100 = 5,2 \text{ m}$$

$$103,4 - 100 = 3,4 \text{ m}$$

$$\Sigma 1 = 10,2 + 9,0 + 7,0 + 5,2 + 3,4 = 34,8 \text{ m}$$

Somatória dos pontos com **peso 3:**

$$107,3 - 100 = 7,3 \text{ m}$$

$$\Sigma 1 = 7,3 \text{ m}$$

$$\bullet V = \frac{400 \text{ m}^2}{4} \times (34,8 \text{ m} + (2 \times 14,4 \text{ m}) + (3 \times 7,3 \text{ m})) = 100 \text{ m}^2 \times 85,5 \text{ m} = 8550 \text{ m}^3$$

$$\bullet \text{Empolamento: } 8550,0 \text{ m}^3 \times 1,15 = 9832,5 \text{ m}^3;$$

- Caminhões: $9832,5 \text{ m}^3 / 9 \text{ m}^3 = 1092,5$ ou 1093 caminhões

O volume do solo movimentado será de 8.550 m^3 e seriam necessários 1.093 caminhões para transportar esse volume. Para minimizar os custos, é aconselhável contratar caminhões de maior porte, acima de 15 m^3 , devido ao alto custo.



Atenção

$$V = \frac{Q}{4} \times (\Sigma D_1 + 2\Sigma D_2 + 3\Sigma D_3)$$

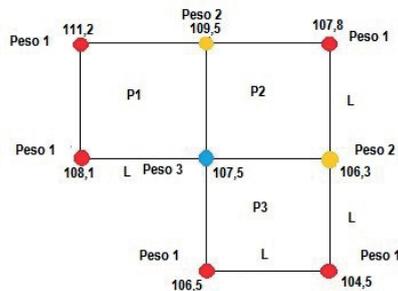
Avançando na prática

Corte e aterro de um grande terreno onde será implantado um condomínio

Descrição da situação-problema

Para fins orçamentários, um arquiteto necessita fazer o cálculo da movimentação de terra que haverá em um terreno para a implantação de uma obra que ele está projetando, verificando sua viabilidade. Para fechar o orçamento da obra, faz-se necessário saber: qual o volume do solo movimentado, considerando a taxa de empolamento de 15% como um solo arenoso? Quantos caminhões serão necessários para o transporte da terra, considerando que o caminhão-caçamba carrega 9 m^3 ?

Figura 3.12 | Malha de terreno em que será construída uma residência



Fonte: elaborada pela autora.

- $Q = L \times L = 20 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 400 \text{ m}^2$; Cota de escavação = 100 m;
- $V = \frac{Q}{4} \times (\Sigma D_1 + 2\Sigma D_2 + 3\Sigma D_3)$; $Vol.total = \frac{Q}{4} \times (A + C + D + G + H + 2B + 2F + 3E)$
- Empolamento: $Vt \times (1 + 0,15)$; Caminhão: 9 m^3

Resolução da situação-problema

Solução:

- Somatória dos pontos com peso 1:

$$109,2 - 100 = 9,2 \text{ m}$$

$$107,0 - 100 = 7,0 \text{ m}$$

$$105,0 - 100 = 5,0 \text{ m}$$

$$103,2 - 100 = 3,2 \text{ m}$$

$$101,4 - 100 = 1,4 \text{ m}$$

$$\Sigma 1 = 9,2 + 7,0 + 5,0 + 3,2 + 1,4 = 25,8 \text{ m}$$

- Somatória dos pontos com peso 2:

$$107,1 - 100 = 7,1 \text{ m}$$

$$103,3 - 100 = 3,3 \text{ m}$$

$$\Sigma 1 = 7,1 + 3,3 = 10,4 \text{ m}$$

- Somatória dos pontos com peso 3:

$$105,0 - 100 = 5,0 \text{ m}$$

$$\Sigma 1 = 5,0 \text{ m}$$

$$\bullet V = \frac{400m^2}{4} \times (25,8 \text{ m} + (2 \times 10,4 \text{ m}) + (3 \times 5,0 \text{ m})) = 100m^2 \times 61,6 \text{ m} = 6160,0m^3$$

$$\bullet \text{Empolamento: } 6160,0 \text{ m}^3 \times 1,15 = 7.084,0 \text{ m}^3$$

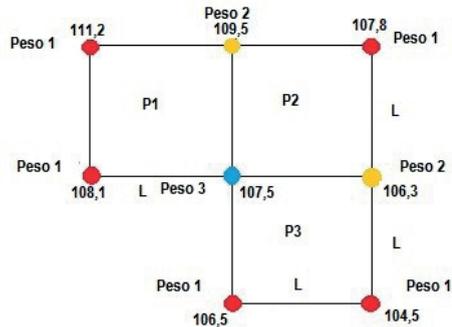
$$\bullet \text{Caminhões: } 7.084,0 \text{ m}^3 / 9 \text{ m}^3 = 787,11 \text{ ou } 788 \text{ caminhões}$$



Faça você mesmo

Para fins orçamentários, um arquiteto necessita fazer o cálculo da movimentação de terra que haverá em um terreno para a implantação de uma obra que ele está projetando, verificando sua viabilidade. Para fechar o orçamento da obra, faz-se necessário saber: qual o volume do solo movimentado, considerando a taxa de empolamento de 15% como um solo arenoso? Quantos caminhões serão necessários para o transporte da terra, considerando que o caminhão-caçamba carrega 15 m³? Esse volume de caminhão é o mais viável?

Figura 3.13 | Malha de terreno em que será construída uma residência



Fonte: elaborada pela autora.

- $Q = L \times L = 25 \text{ m} \times 25 \text{ m} = 625 \text{ m}^2$; Cota de escavação = 102 m
- $V = \frac{Q}{4} \times (\Sigma D_1 + 2 \Sigma D_2 + 3 \Sigma D_3)$; $Vol. total = \frac{Q}{4} \times (A + C + D + G + H + 2B + 2F + 3E)$
- Empolamento: $Vt \times (1 + 0,15)$; Caminhão: 15 m^3

Faça valer a pena

1. Um serviço de escavação para 136 m^3 foi contratado prevendo-se o seu pagamento através do controle de volume por número de viagens de caminhões. Sabe-se que o custo de escavação do solo seco é de R\$ 12,00/ m^3 no corte.

Qual será o valor referente ao custo do caminhão escavado, considerando-se que o fator de empolamento é de 40% e que a capacidade do caminhão é de $6,0 \text{ m}^3$? Marque a alternativa correta:

- R\$ 71,40.
- R\$ 48,00.
- R\$ 57,60.
- R\$ 72,00.
- R\$ 90,00.

2. Nos serviços de movimentação de terra, as etapas de corte e aterro devem ser previamente avaliadas, visando a um melhor planejamento no tempo de execução da obra. No caso específico dos materiais de corte, em virtude do grau de empolamento após sua escavação, eles interferem

diretamente no orçamento da obra.

Marque a alternativa correta:

- a) A redução do volume do solo por causa do empolamento, que varia em cada tipo de solo, influenciando diretamente na quantidade de caminhões que serão utilizados nesse processo.
- b) O tipo de equipamento utilizado no corte e aterro.
- c) O tempo gasto durante a execução da movimentação de terra.
- d) O aumento do volume do solo por causa do empolamento, que varia em cada tipo de solo, influenciando diretamente na quantidade de caminhões que serão utilizados nesse processo.
- e) O tipo de solo transportado.

3. É correto afirmar que:

1 - Corte é a retirada de excesso de material, ocorrendo o seu remanejamento, gerando desagregação do solo, ocasionando um aumento no volume, que, por sua vez, gerará gastos com transporte.

2 - Cortes são segmentos que requerem escavação no terreno natural para se alcançar o lençol freático.

3 - Aterro é quando o terreno natural é mais baixo que a rua ou o nível desejado para a instalação da obra, sendo necessário adicionar material de solo/terra até atingirmos o nível projetado, obtendo um platô nivelado.

4 - Aterros constituem segmentos cuja implementação requer a relocação de materiais, para a composição de uma nova cota segundo os gabaritos de projeto.

Marque a alternativa com as afirmativas corretas sobre cortes e aterros:

- a) 1 (V), 2 (V), 3 (V) e 4 (F).
- b) 1 (F), 2 (F), 3 (V) e 4 (V).
- c) 1 (F), 2 (F), 3 (V) e 4 (F).
- d) 1 (V), 2 (F), 3 (V) e 4 (F).
- e) 1 (V), 2 (F), 3 (V) e 4 (V).

Seção 3.3

Determinação de platôs, taludes e rampas

Diálogo aberto

Prezado aluno,

O arquiteto, ao compatibilizar a proposta de um projeto com o cenário natural, propõe intervenções na modelagem do terreno para adequá-lo à sua implantação. De modo a preservar o meio ambiente, a intervenção deverá ser executada em concordância com as formas naturais da paisagem, reduzindo seu impacto, impedindo conflitos com a drenagem natural, preservando a vegetação nativa e a estabilidade de possíveis focos erosivos. Essa intervenção pode ocorrer através de cortes e aterros ou de ambos, ou através da realização de elementos construtivos, como platôs, taludes, rampas, obras de contenção, valas e degraus.

Nesta seção, iremos abordar um assunto muito importante na sua formação como arquiteto, a determinação de platôs, taludes e rampas.

Relembrando a situação anterior: um arquiteto foi contratado para a elaboração de um projeto de um grande shopping no interior de São Paulo e soube que a área escolhida possui topografia irregular. Portanto, será necessário fazer movimentações de terra devido à sua acentuada inclinação, o que dificulta a construção de uma obra. Suponhamos que nesse shopping, o arquiteto, ao sugerir a formação de platôs (áreas planas com laterais inclinadas) para a instalação da obra, gerará taludes e rampas de acesso. Na seção anterior, o interesse era no volume da terra a ser movimentado durante a execução da obra. Nesta seção, o foco será o projeto e não a execução, então, o que deverá ser levado em consideração? Quais áreas serão planas ou terão platôs? Quais áreas serão de circulação? E como fica a acessibilidade? Haverá a criação de rampas ou escadas? Como será definido o talude? Como tudo isso aparecerá em projeto?

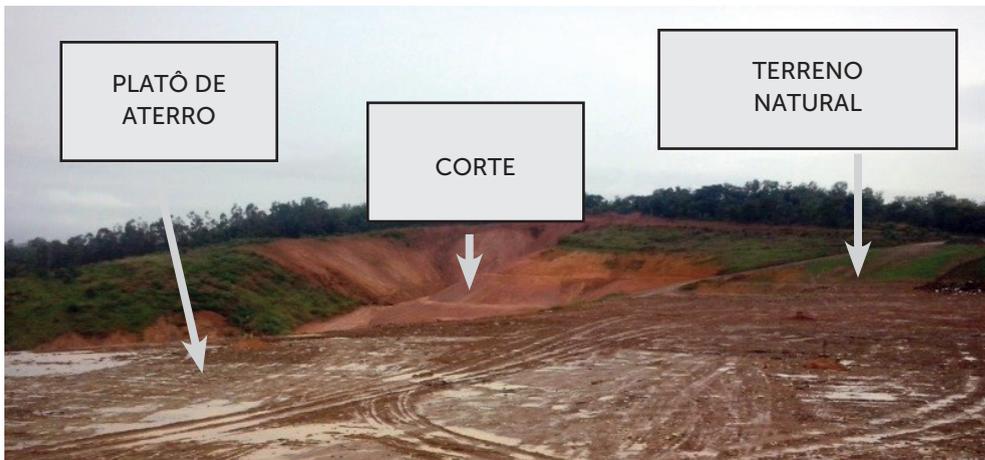
Ao final desta seção, esperamos que você, ao se deparar com uma planta topográfica para a implantação de uma obra, seja capaz de local em projeto os platôs, as rampas e os taludes necessários para a sua implantação.

Não pode faltar

Para conseguir responder a todas as perguntas, vamos aprender os principais conceitos de platô natural/artificial, rampas naturais/artificiais e taludes naturais/artificiais e como projetar cada elemento.

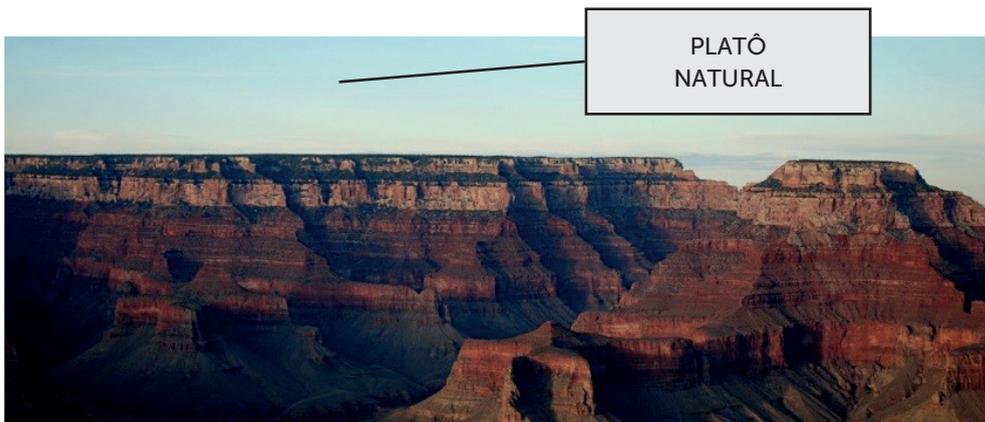
- Platô (Plataforma): é a área nivelada (plana) de um terreno, pode ser projetada e executada com a finalidade de regularizar a superfície irregular de uma área para receber uma obra (Figura 3.14) ou pode ser formada naturalmente, platô natural (Figura 3.15) (CAPUTO, 1988b).

Figura 3.14 | Platô de corte e aterro em um terreno natural



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/53/Aterro_sanit%C3%A1rio_da_Central_de_Res%C3%ADduos_do_Vale_do_A%C3%A7o,_Santana_do_Para%C3%ADso_MG.jpg>. Acesso em: 5 ago. 2016.

Figura 3.15 | Esquema de platô natural



Fonte: <http://www.edupic.net/Images/Grand_Canyon/grand_canyon372.JPG>. Acesso em: 5 jul. 2016.

• Talude: pode ser definido como uma superfície inclinada que delimita um maciço terroso ou rochoso (Figura 3.16). Também são chamados de encostas, rampas ou morros, podem ser naturais ou construídos artificialmente pelo homem (CAPUTO, 1988b).

Figura 3.16 | Talude artificial

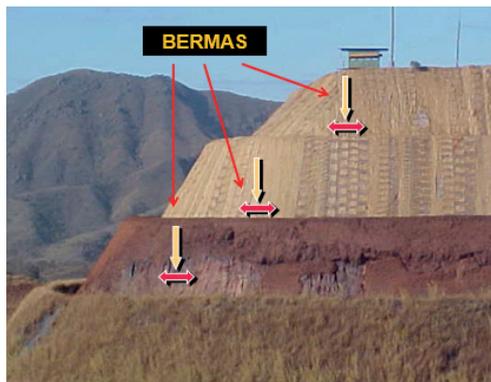


Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Griglia_paramassi_01.jpg>. Acesso em: 5 ago. 2016.

Conforme Caputo (1988b), o talude é constituído de:

- Berma: banco construído em talude de corte ou aterro para quebra da sua continuidade, melhorando sua estabilidade (Figura 3.17).
- Crista (Figura 3.18): é o limite superior do perfil do banco ou bancada.
- Pé do talude: é o limite inferior do perfil do banco ou bancada (Figura 3.19).
- Ângulos: são as medidas de inclinação planejadas/implantadas na realização do talude (Figura 3.19).

Figura 3.17 | Talude artificial com identificação das bermas



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 3.18 | Talude artificial com identificação das cristas



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 3.19 | Talude artificial com identificação do pé do talude e dos ângulos



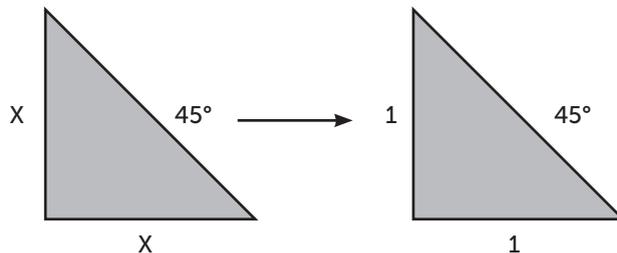
Fonte: arquivo pessoal da autora.



Atenção

Para trabalhar com taludes de 45° (Figura 3.20) (100% de inclinação), para cada 1 m de altura (de diferença de nível) a projeção horizontal (distância entre o platô e o pé do talude) deve ser de 1 m.

Figura 3.20 | Esquema de ângulo de talude

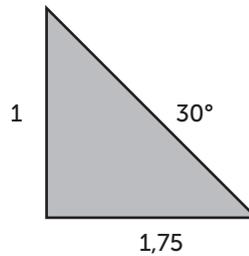


Fonte: elaborada pela autora.

Inclinação = $1/1 = 100\%$

Para trabalhar com taludes mais suaves, por exemplo, de 30° (Figura 3.21), para cada 1 m de diferença de nível o talude deve ter uma projeção horizontal de 1,75 m.

Figura 3.21 | Esquema de ângulo de talude



Fonte: elaborada pela autora.

Inclinação = $1/1,75 = 0,57 = 57\%$

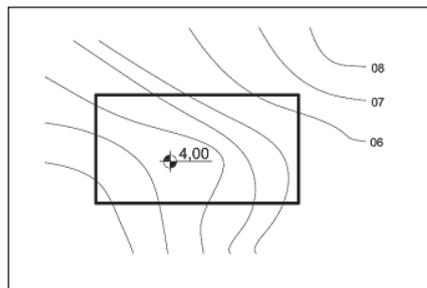
Aconselha-se trabalhar com taludes no máximo de 45° (100% de inclinação).



Exemplificando

1. Ao se projetar um talude, escolher uma cota média buscando o equilíbrio entre corte e aterro. Caso não seja possível o equilíbrio, é preferível trabalhar com maior volume de corte do que aterro, devido aos problemas relacionados à compactação do solo (Figura 3.22).

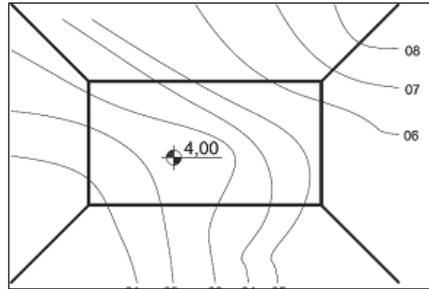
Figura 3.22 | Projeto de talude – planta topográfica – Etapa 1



Fonte: elaborada pela autora.

2. Traçar linhas a 45° nos vértices do platô (Figura 3.23).

Figura 3.23 | Projeto de talude - Etapa 2

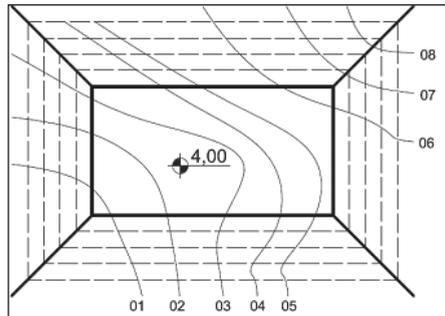


Fonte: elaborada pela autora.

3. Traçar linhas auxiliares paralelas (Figura 3.24):

- 1 metro de distância (para taludes a 45°) das linhas dos platôs.
- 1,75 metros de distância (para taludes a 30°) das linhas dos platôs.

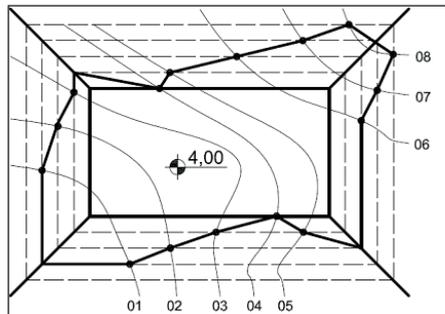
Figura 3.24 | Projeto de talude - Etapa 3



Fonte: elaborada pela autora.

4. Marcar o ponto onde a curva de nível correspondente àquela distância intercepta a linha auxiliar (Figura 3.25).

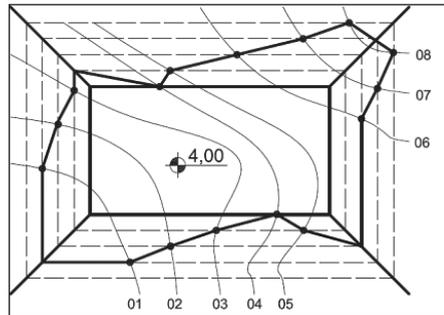
Figura 3.25 | Projeto de talude Etapa 4



Fonte: elaborada pela autora.

5. Unir os pontos (Figura 3.26):

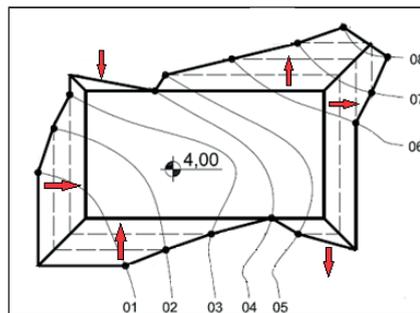
Figura 3.26 | Projeto de talude - Etapa 5



Fonte: elaborada pela autora.

6. Indicar o sentido de caía do talude. Sempre que ele passa por um zero (Ponto onde o nível do platô corresponde à linha de cota média) muda o sentido de caía do talude (Figura 3.27).

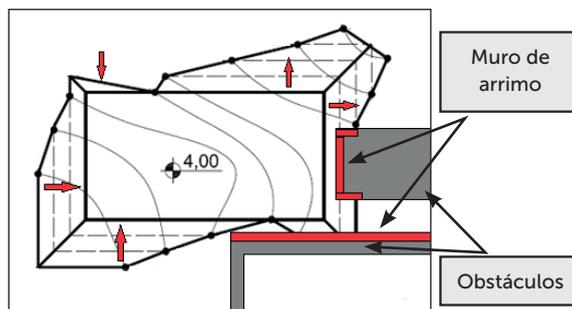
Figura 3.27 | Projeto de talude - Etapa 6



Fonte: elaborada pela autora.

7. Caso algum obstáculo não permita que o talude seja lançado até o ponto necessário para sua projeção horizontal (devido a um muro, outro talude etc.), arrimar o pé do talude (Figura 3.28).

Figura 3.28 | Projeto de talude - Etapa 7



Fonte: elaborada pela autora.

Rampas: conforme a ABNT NBR 9050, a rampa é um plano inclinado que se utiliza para a circulação de pessoas, de cargas ou de veículos. Devem existir patamares de descanso e de acordo com o seu uso/destino na obra, a inclinação máxima das rampas deverá ser determinada por normas da ABNT.

- Pedestres = inclinação ideal é de 8,33%.
- Cargas e automóveis = a inclinação máxima de 15%.

Há leis e normas de acessibilidade para pessoas portadoras de deficiências ou com mobilidade reduzida.



Pesquise mais

Veja mais detalhes sobre uma das leis que regem os projetos de rampas no material disponibilizado no link a seguir: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/lei10098.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2016.



Atenção

- Rampas curvas: para rampas em curva, a inclinação máxima admissível é de 8,33% e o raio mínimo de 3,00 m, medido no perímetro interno à curva.
- Rampas retas: para rampas retas, a inclinação máxima admissível é de 12,50%, admitindo a mesma fórmula.
- Tanto as inclinações das rampas em curvas quanto das rampas retas devem ser calculadas segundo a seguinte equação:

$$i = \frac{h}{c} \times 100$$

i = a inclinação em porcentagem.

h = a altura do desnível.

c = o comprimento da projeção horizontal.



Pesquise mais

Veja mais detalhes sobre acessibilidade no material disponibilizado no link a seguir: <<http://www.ufpb.br/cia/contents/manuais/abnt-nbr9050-edicao-2015.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2016.



Refleta

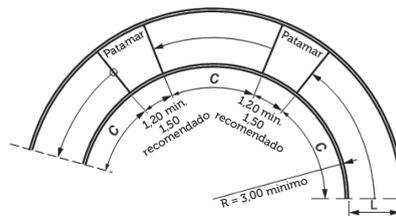
Quantas vezes flagramos rampas de acesso mal construídas e pensamos como alguém com certa dificuldade vai conseguir ultrapassar essa barreira? Sim, barreira, pois ao se calcular mal a inclinação de uma rampa, ela vira um obstáculo a mais que o cadeirante ou uma simples senhora com um carrinho de bebê terá que vencer para chegar ao seu objetivo. O vídeo a seguir mostrará como arquitetos e engenheiros podem calcular e projetar uma rampa. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=xF_SqWvxAlA#t=815>. Acesso em: 23 jun. 2016.

Sem medo de errar

Imagine que o arquiteto, ao projetar o shopping, verificou a necessidade de projetar algumas rampas circulares, conforme o desenho a seguir (Figura 3.29):

- Calcule o comprimento da rampa circular:

Figura 3.29 | Projeto de rampa curva (medidas em m)



Fonte: <<http://www.ufpb.br/cia/contents/manuais/abnt-nbr9050-edicao-2015.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2016.

O comprimento desta rampa será:

$$c = 2\pi R$$

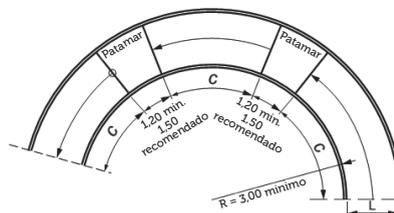
$$c = 2 \times 3,14 \times 4\text{m} = 24\text{ m}$$



Atenção

Rampas curvas (Figura 3.30): a inclinação máxima admissível é de 8,33% e o raio mínimo de 3,00 m.

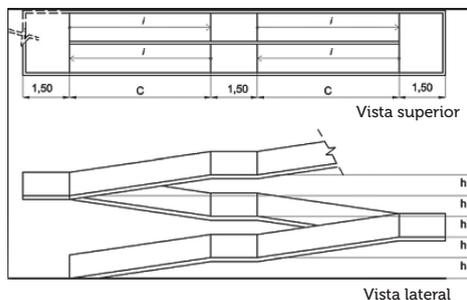
Figura 3.30 | Dimensionamento de rampa reta



Fonte: <<http://www.ufpb.br/cia/contents/manuais/abnt-nbr9050-edicao-2015.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2016.

Rampas retas (Figura 3.31): a inclinação máxima admissível é de 12,50%, admitindo a mesma fórmula para cálculo que as rampas em curva.

Figura 3.31 | Dimensionamento de rampa reta



Fonte: <<http://www.ufpb.br/cia/contents/manuais/abnt-nbr9050-edicao-2015.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2016.



Pesquise mais

Para que você tenha um embasamento maior sobre acessibilidade em São Paulo, acesse: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/pessoa_com_deficiencia/manual%20acessibilidade.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2016.

Avançando na prática

Projetando um talude com rampas de acesso

Descrição da situação-problema

Um arquiteto precisa projetar um talude para o platô definido já em planta e terá que projetar três rampas de acesso, pois o morador da casa possui necessidades especiais de locomoção. De acordo com os dados a seguir, calcule os comprimentos de rampa e em forma de texto explique qual a importância da inclinação correta da rampa na acessibilidade de um indivíduo com necessidades especiais.

1 - Dados:

Largura da rampa - 1,50 m

Pé-direito (ou vão entre pisos) – 3,60 m

Total de lances: 3 lances

Inclinação da rampa 8,33%

2 - Dados:

Largura da rampa – 1,50 m

Pé-direito (ou vão entre pisos) – 5,20 m

Total de lances: 5 lances

Inclinação da rampa 8,33%

3 - Dados:

Largura da rampa – 1,50 m

Pé-direito (ou vão entre pisos) – 4,80 m

Total de lances: 4 lances

Inclinação da rampa 8,33%



Lembre-se

A inclinação das rampas em curvas deve ser calculada segundo a seguinte equação:

$$i = \frac{h}{c} \times 100$$

onde:

i = a inclinação em porcentagem

h = a altura do desnível

c = o comprimento da projeção horizontal

Resolução da situação-problema

Solução:

Rampa 1:

$$3,60 \text{ m} / 0,0833 = 43,22 \text{ m}$$

43,22 m / 3 = 14,41 m – este é o tamanho de cada lance da rampa 1

Rampa 2:

$$5,20 \text{ m} / 0,0833 = 62,43 \text{ m}$$

62,43 m / 5 = 12,49 m – este é o tamanho de cada lance da rampa 2.

Rampa 3:

$$4,80 \text{ m} / 0,0833 = 57,62 \text{ m}$$

$57,62 \text{ m} / 4 = 14,40 \text{ m}$ – este é o tamanho de cada lance da rampa 3.

No caso desse projeto, a porcentagem de inclinação da rampa está correta, devido ao comprimento do vão e à necessidade de haver uma determinada suavidade para locomoção de uma pessoa com necessidades especiais por esta rampa. Ela pode locomover-se com muletas, bengala ou cadeira de rodas com facilidade.



Faça você mesmo

De acordo com os dados a seguir, calcule os comprimentos de rampa:

1 - Dados:

Largura da rampa - 1,20 m

Pé-direito (ou vão entre pisos) – 2,10 m

Total de lances: 3 lances

Inclinação da rampa 8,33%

2 - Dados:

Largura da rampa – 1,20 m

Pé-direito (ou vão entre pisos) – 3,40 m

Total de lances: 4 lances

Inclinação da rampa 8,33%

3 - Dados:

Largura da rampa – 1,20 m

Pé-direito (ou vão entre pisos) – 1,80 m

Total de lances: 2 lances

Inclinação da rampa 8,33%

Faça valer a pena

1. Uma área nivelada (plana) de um terreno, que pode ser projetada e executada com a finalidade de regularizar a superfície irregular de uma área para receber uma obra, podendo ser formada naturalmente, é comumente chamada de:

Marque a alternativa correta:

- a) Corte.
- b) Talude.
- c) Platô.
- d) Rampa.
- e) Aterro.

2. Com qual finalidade realizamos intervenções com elementos construtivos, como platôs, taludes, rampas, obras de contenção, valas e degraus?

Marque a alternativa correta:

- a) Para nivelar e planificar um determinado terreno.
- b) Com o objetivo de intervir na modelagem do terreno para adequá-lo à implantação de uma determinada obra ao meio ambiente, reduzindo seu impacto, entre outros.
- c) Com finalidade estética arquitetônica, apenas.
- d) Para modificar drasticamente o meio adequando conforme o projeto arquitetônico, indiferente ao impacto ambiental causado.
- e) Para impactar esteticamente quando elaborar um projeto arquitetônico.

3. Como pode ser definido um talude e quais nomes pode receber?

Marque a alternativa correta:

- a) É uma superfície inclinada que delimita um maciço rochoso ou terroso. Pode ser chamada de encosta, rampa ou morro.
- b) É uma superfície inclinada que delimita um maciço rochoso ou terroso. Pode ser chamada de corte, aterro ou misto.
- c) É uma superfície plana que delimita um maciço rochoso ou terroso. Pode ser chamada de encosta, corte ou morro.
- d) É uma superfície suavemente plana que delimita uma área rochosa

ou terrosa. Pode ser chamada de encosta, rampa ou morro.

e) É uma superfície suavemente plana que delimita uma área rochosa ou terrosa. Pode ser chamada de corte, aterro ou morro.

Seção 3.4

Equipamentos de terraplenagem

Diálogo aberto

Prezado aluno,

Suponhamos que você é um arquiteto formado e, ao ser contratado para a elaboração de um projeto de um grande shopping no interior de São Paulo, verifica que a área escolhida é de topografia irregular, com a presença de árvores, em que será necessária uma grande movimentação de terra. Pense bem. Haverá desmatamentos e limpeza do terreno, construção de platôs, taludes, valas e fundações, bem como abertura de acessos e caminhos de serviços. Será necessário o uso de equipamentos pesados ou tudo poderá ser feito manualmente? Nesses casos, quais equipamentos serão utilizados? Eles potencializarão a produtividade? Atenderão ao tipo de solo identificado na área? Quais equipamentos serão mais econômicos?

Para responder a todas as questões, é necessário compreender que, para o serviço de terraplenagem em uma determinada obra, deve-se definir por meio de alguns fatores, se ele será feito manualmente ou com o auxílio de máquinas e equipamentos. Também se faz necessário conhecer cada tipo de máquina disponível, sua capacidade, mobilidade e resistência.

Os fatores que influem nessa definição estão divididos em três grupos:

- Fatores naturais - como topografia (mais ou menos acidentada), altitude, tipo de solo, se há ou não a presença de lençol freático e pluviosidade local e/ou regime de chuvas.
- Fatores dependentes do projeto - como volume de terra que será removido ou depositado, distância de transporte, construção de rampas e acessos, dimensões dos platôs.
- Fatores econômicos - como o custo unitário por m^3 movimentado de terra.

Ao final desta seção, esperamos que você seja capaz de definir no projeto a melhor metodologia a ser utilizada durante um processo de terraplenagem, quais equipamentos, tempo gasto em movimentação x execução, se é necessário o uso de maquinário ou se o serviço pode ser feito manualmente, propondo possíveis soluções viáveis para a obra, bem como orçá-la e planejá-la adequadamente.

Não pode faltar

Para executar a terraplenagem por processos manuais, que utilizam a força humana através de ferramentas, é necessário verificar a quantidade de solo movimentado, pois esse processo se restringe a pequenos movimentos que não ultrapassem a 100 m³ ou a locais que sejam obrigatórios o uso manual, devido a condições especiais. Para definirmos se a terraplenagem será feita manualmente ou não, vamos analisar mais detalhadamente os fatores que influenciam diretamente nessa decisão, além da especificada acima:

- Fatores Naturais (JAWORSKI, 2011):

Natureza do solo: a granulometria interfere na resistência ao rolamento, na capacidade de suporte à ação de cargas, na aderência quando em movimentação ou subindo rampas. Exemplo: pode ser descartado o uso de equipamentos de pneus quando for baixa capacidade de suporte ou alta a resistência ao rolamento. Uma pá carregadeira sobre pneus, que é mais econômica, pode ser substituída por uma retroescavadeira ou draga, menos econômica. Essa alta resistência pode ter como principais motivos o excesso de umidade, podendo ser um solo argiloso com matéria orgânica ou sofrer a interferência de lençol freático. Equipamentos de esteiras não são afetados pela resistência ao rolamento.

Topografia: em caso de terrenos mais acidentados haverá a necessidade da execução de rampas mais fortes para acesso (declives e aclives maiores), surgindo a necessidade de equipamentos com potência maior para vencer a resistência nos aclives tendo maior aderência e consequentemente maior segurança nos declives.

Regimes de chuvas: precipitações de até 5 mm em 10 dias durante o mês poderão acarretar em 50% de paralisação dos equipamentos. Durante o inverno, quando as estações são mais secas, em média podem ocorrer 15% de paralisação dos equipamentos. Já nas estações chuvosas, torna-se até desaconselhável o uso de equipamentos com pneus, fazendo-se apenas o uso de equipamentos com esteiras.

- Fatores dependentes do projeto (JAWORSKI, 2011):

Volume a ser removido, empolamento e compactação: o volume geralmente é contratado após medição do material que será retirado, considerando seu

empolamento (aumento de volume), pois esse volume é o que vai ser transportado, porém o peso específico aparentemente diminui. Quando compactado, o volume reduz e o peso específico aumenta. Também verificamos a capacidade de carga do equipamento de transporte. Para não reduzir a vida útil do equipamento, gerando um desgaste maior, dependendo da densidade do material transportado, não se deve usar a carga máxima, por exemplo, em caminhões e scrapers.

- Fatores econômicos (JAWORSKI, 2011): visa à redução ao máximo do capital investido, deve haver equilíbrio de trabalho para obter o rendimento máximo por equipamento. Deve-se considerar sempre ao calcular os custos envolvidos o valor dos equipamentos, o trajeto de transporte para a obra, construção de alojamentos, mão de obra, segurança, CIPA, transporte de pessoal, manutenção etc.

Critério custo x distância: geralmente é o primeiro critério a ser considerado, porém não é determinante, devendo-se analisar também a inclinação da rampa, o afundamento, material transportado, topografia e manutenção, cada equipamento é indicado para uma determinada distância (Quadro 3.3).

Com relação ao dimensionamento dos equipamentos, devemos verificar primeiramente o prazo de execução desejado. Por exemplo: se a construção for de um edifício residencial em terreno de até 1500 m², a escavação deverá ser feita com apenas uma máquina de escavação devido à dificuldade de acesso (SHIMIZU, 2002).

Quadro 3.3 | Equipamento x distância

| EQUIPAMENTOS | DISTÂNCIA (m) | | | | | | | | |
|--|---------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 750 | 900 | + de 900 |
| Trator de esteiras | | | | | | | | | |
| Scraper rebocado por trator de esteiras | | | | | | | | | |
| Moto scraper convencional de 1 eixo | | | | | | | | | |
| Moto scraper grande (twin) | | | | | | | | | |
| Unidades de transporte + unidades de carga | | | | | | | | | |

Fonte: <<https://pt.scribd.com/document/93924436/Apostila-Terraplanagem-Prof-a-Almeida>>. Acesso em: 9 set. 2016.



Assimile

Para definirmos se a terraplanagem será feita manualmente ou não, devemos analisar mais detalhadamente os fatores que influenciam diretamente nessa decisão:

- Fatores naturais - como topografia (mais ou menos acidentada), altitude,

tipo de solo, se há ou não a presença de lençol freático, e pluviosidade local ou o regime de chuvas.

- Fatores dependentes do projeto - como volume de terra que será removido ou depositado, distância de transporte, construção de rampas e acessos, dimensões dos platôs.
- Fatores econômicos - como o custo unitário por m³ movimentado de terra.



Refleta

O arquiteto durante a construção do shopping poderá decidir quais máquinas serão utilizadas, ou se a terraplenagem será manual apenas pelo projeto? A análise física do terreno e a econômica poderão ser ignoradas?

Após conhecer as características do terreno, trajeto, características técnicas, econômicas e a capacidade dos equipamentos, será possível escolher a solução mais viável e os equipamentos mais convenientes ao serviço, maximizando rendimentos e minimizando os custos. De acordo com Shimizu (2002), o tempo da máquina deve ser aproveitado ao máximo para que o custo do aluguel seja compensado e dispersado durante as viagens. O dimensionamento da frota de caminhões e equipamentos necessários estará ligado: à quantidade de máquinas em campo; à produção de cada máquina; ao tempo de ciclo de cada caminhão, tempo gasto na distância entre a retirada e o bota-fora. Conforme Shimizu (2002), quando é necessário o uso de máquinas para um serviço de terraplenagem é de praxe utilizar dois equipamentos distintos, um para escavar e carregar o material e outro para receber esse material escavado e transportar até o local de bota-fora. Os principais são:

- Pá carregadeira: máquina cuja lança não possui giro nem movimento vertical a não ser em torno do seu eixo transversal. Pode ser de esteira (Figura 3.32) ou de pneu (Figura 3.33).

Figura 3.32 | Pá carregadeira de esteira



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/escavadeira-tractor-m%C3%A1quinas-163796>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

Figura 3.33 | Pá carregadeira de pneu



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Hitachi_ZW75_wheel_loader.JPG?uselang=pt-br>. Acesso em: 26 jul. 2016.



Pesquise mais

Para que você tenha um embasamento maior, acesse: <http://www.dtt.ufpr.br/Equipamentos/Arquivos/Apostila%20de%20Equipamentos%20Digitalizada_Tadeo_Jaworski.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2016.

JAWORSKI, T. **Equipamentos para escavação**: compactação e transporte. Revisão e digitalização: Prof. Camilo Borges Neto. Curitiba, out. 2011.

Bobcat: possui grande versatilidade por ser uma pá carregadeira de menor porte (Figura 3.34) e capacidade, sendo utilizada em obras para a construção de subsolos, pois seu tamanho torna fácil o acesso em qualquer lugar.

Figura 3.34 | Bobcat



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/carregadores-tratores-t%C3%A9cnica-1390927>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

•Escavadeira: trabalha estacionado, apenas sua lança carrega o material (se movimentada). A lança pode ser retirada ou colocada na escavadeira e sua utilização é bem diversa devido ao tipo de lança que será utilizado. Seguem os tipos de lança:

Escavocarregadeira (Figura 3.35): usada em escavadeira convencional com a finalidade de escavar taludes acima do nível do terreno.

Figura 3.35 | Escavocarregadeira



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/carregadores-tratores-t%C3%A9cnica-1390927/>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

Clamshell (Figura 3.36): lança comandada através de cabos, é composta de duas partes, pode se abrir ou fechar, possui dentes ou área de corte para pegar e carregar o material.

Figura 3.36 | Escavadeira Clamshell



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hyundai_320_LC-9_-_left_view.jpg>. Acesso em: 26 jul. 2016.

Retroescavadeira (Figura 3.37): possui uma caçamba voltada para baixo, é semelhante à escavocarregadeira e a máquina se movimenta em marcha à ré.

Figura 3.37 | Retroescavadeira



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/escavadeira-m%C3%A1quina-de-constru%C3%A7%C3%A3o-347129/>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

- Unidades de transporte (Figura 3.38): comumente chamado de caminhão basculante, é o principal equipamento usado para esse serviço, possui descarga traseira através dos pistões hidráulicos, a sua capacidade depende do tamanho de sua caçamba, varia de 6 m³ a 32 m³.

Figura 3.38 | Caminhão basculante



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dump_Truck_1b.jpg>. Acesso em: 26 jul. 2016.



Exemplificando

Retomando: um arquiteto formado, ao ser contratado para a elaboração do projeto de um grande shopping no interior de São Paulo, verifica que a área escolhida é de topografia irregular e que será necessária uma grande movimentação de terra. Pense bem. Haverá desmatamentos e limpeza do terreno, construção de platôs, taludes, valas e fundações, bem como abertura de acessos e caminhos de serviços. Tudo poderá ser feito manualmente? Quais fatores deverão ser analisados? Sendo positiva a resposta, quais equipamentos serão utilizados? Para responder todas as questões, devemos seguir as seguintes etapas: será necessário o uso de equipamentos pesados ou tudo poderá ser feito manualmente? Resposta: 1ª Etapa: analisar o tamanho do terreno. Como será construído um shopping, o terreno produzirá um volume de solo acima do valor admitido para terraplenagem manual, no qual o movimento de terra não poderia ultrapassar 100 m³. Então deverá obrigatoriamente fazer o uso de máquinas. Quais fatores deverão ser analisados? Resposta: 2ª Etapa: analisar os fatores que influenciam diretamente a terraplenagem. Fatores naturais; fatores dependentes do projeto; fatores econômicos. Quais equipamentos serão utilizados? Resposta: 3ª Etapa; definição dos equipamentos. De acordo com o texto, definiremos que serão utilizados os equipamentos a seguir: pá carregadeira; escavadeira; caminhão basculante.



Faça você mesmo

Um arquiteto, ao ser contratado para a construção de um prédio, quando vai a campo, verifica que o terreno é inclinado e necessitará de movimentação de terra, de processo de terraplenagem. Sendo o terreno não muito grande, com 360 m², o serviço será feito manualmente? Se não, quais equipamentos serão utilizados? Quais fatores deverão ser analisados nesse caso?

Sem medo de errar

Agora que você já conheceu a importância do uso dos equipamentos durante o processo de terraplenagem, vamos raciocinar um pouco mais além.

Para construir um grande shopping, num terreno um pouco afastado do centro urbano, você já percebeu que haverá uma grande movimentação de terra, inclusive, nesse processo, teremos a abertura de vias de acesso, abertura de valas, fundações, formação de platôs etc. Pense bem. Após a definição dos equipamentos utilizados, você poderia afirmar que eles potencializarão a produtividade? Atenderão ao tipo de solo identificado na área? Supondo que foi identificado na área um solo argiloso, quais equipamentos serão mais econômicos?

Após definir o uso de equipamentos e o tipo de maquinário, poderemos responder a todas as questões:

- Os equipamentos potencializarão a produtividade? Atenderão ao tipo de solo identificado na área?

Resposta:

Deverá ser analisado o volume de terra movimentado em função da distância e da quantidade de equipamentos. Para verificar a produtividade, deverá ser feita a análise do solo, o cálculo volumétrico do material movimentado e verificada a distância, para assim ter certeza da quantidade de equipamento que será utilizada em função do cronograma da obra.

- Supondo que foi identificado na área um solo argiloso, quais equipamentos serão mais econômicos?

Resposta:

Considerando o solo argiloso, de acordo com o texto, deverão ser usados equipamentos de esteira para diminuir a resistência e o desgaste e aumentar a segurança durante o processo de terraplenagem.



Atenção

Acesse o link a seguir e assista ao vídeo sobre a construção de um shopping. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mVNcaFXe0_8>. Acesso em: 9 ago. 2016.

Avançando na prática

Terraplenagem de um condomínio de edifícios

Descrição da situação-problema

Suponhamos que você, um arquiteto formado, ao ser contratado para a elaboração de um projeto de um grande condomínio de edifícios na sua cidade, soube que a área escolhida é de topografia irregular, possuindo aproximadamente 4000 m², em que haverá construção de subsolos, áreas de lazer, estacionamentos etc. Teremos então a construção de platôs, taludes, valas e fundações, bem como abertura de acessos e caminhos de serviços. Poderá a empresa optar por uma terraplenagem manual? Se não, quais equipamentos serão utilizados? Sabendo que a área é pouco argilosa, esses equipamentos atenderão ao tipo de solo identificado? Como poderá ser definida a quantidade de equipamentos? Por meio de quais parâmetros?



Lembre-se

De acordo com Shimizu (2002), o dimensionamento da frota de caminhões e equipamentos necessários estará ligado:

- À quantidade de máquinas em campo.
- À produção de cada máquina.
- Ao tempo de ciclo de cada caminhão, tempo gasto na distância entre a retirada e o bota-fora.

O autor afirma que para um serviço de terraplenagem é de praxe utilizar dois equipamentos distintos, um para escavar e carregar o material e outro para receber esse material escavado e transportar até o local de bota-fora.

Resolução da situação-problema

Poderá a empresa optar por uma terraplenagem manual? Não, pois o terreno possui 4000 m² e produzirá um volume de solo acima do valor admitido para

terraplenagem manual, no qual o movimento de terra não poderia ultrapassar 100 m^3 . Então, ela deverá obrigatoriamente fazer o uso de máquinas. Quais equipamentos serão utilizados? De acordo com o texto definiremos que serão utilizados os equipamentos a seguir: pá carregadeira; bobcat para o subsolo; escavadeira e caminhão basculante. Sabendo que a área é pouco argilosa, esses equipamentos atenderão ao tipo de solo identificado? Considerando um solo pouco argiloso, de acordo com o texto, poderão ser usados equipamentos com pneus, pois o solo não oferecerá muita resistência e haverá pouco desgaste, não oferecendo risco à segurança durante o processo de terraplenagem. Como poderá ser definida a quantidade de equipamentos? Por meio de quais parâmetros? Para verificar a produtividade, deverá ser feita a análise do solo, o cálculo volumétrico do material movimentado e a verificação da distância, para assim ter certeza da quantidade de equipamento que será utilizado em função do cronograma da obra.



Faça você mesmo

Um arquiteto está projetando uma linda fazenda, onde teremos silo, casa grande, cada do caseiro, galpões, horta e área de lazer, além de dois açudes. Haverá grande movimentação de terra, pois são 10 hectares de área total, 2 hectares construídos, haverá então abertura de vias de acesso, abertura de valas, fundações, formação de platôs etc. Pense bem. Tudo poderá ser feito manualmente? Quais fatores deverão ser analisados? Quais equipamentos serão utilizados? Após a definição dos equipamentos utilizados, você poderia afirmar que eles potencializarão a produtividade? Atenderão ao tipo de solo identificado na área? Supondo que foi identificado na área um solo muito orgânico e argiloso, quais equipamentos serão mais econômicos?

Faça valer a pena

1. Para fazer o planejamento de um serviço de terraplenagem, é necessário conhecer e analisar alguns fatores. Quais são eles?
 - a) Fatores biológicos, químicos e naturais.
 - b) Fatores naturais, de projeto e econômicos.
 - c) Fatores químicos naturais e econômicos.
 - d) Fatores naturais, de projeto e biológicos.
 - e) Fatores de projetos, químicos e econômicos.

2. Como um fator natural, o solo influencia diretamente no tipo de equipamento que será utilizado para fazer um serviço de terraplenagem. Qual é a influência condicionada pelo solo ao serviço de terraplenagem?

- a) Influencia na resistência ao rolamento, na capacidade à ação de cargas e na aderência durante a movimentação do equipamento.
- b) Influencia na necessidade de execução de rampas de acesso mais fortes com necessidade de maior potência do equipamento.
- c) Influencia na quantidade de paralisação mensal, caso ocorra aumento na pluviosidade local.
- d) Influencia no volume a ser removido e na quantidade de equipamentos.
- e) Influencia no peso específico do material, que pode aumentar ou diminuir.

3. Existem fatores econômicos que devem ser considerados para reduzir ao máximo o gasto do capital investido, buscando um equilíbrio também durante o trabalho para obter rendimento máximo do equipamento.

Marque V ou F para os fatores descritos a seguir:

- I. O trajeto de transporte para a obra.
- II. A construção de alojamentos.
- III. A redução no volume do solo.
- IV. A segurança e a CIPA.

Assinale a alternativa correta:

- a) V, V, V, V.
- b) V, F, V, V.
- c) V, V, F, V.
- d) V, F, V, F.
- e) F, F, F, F.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502**: rochas e solos: terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 7250**: identificação e descrição de amostras de solo em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro, 1982.

_____. **NBR 9050**: acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificação, espaço mobiliário e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 1994.

ALVAREZ, A. et al. **Topografia para arquitetos**. Rio de Janeiro: Booklink; UFRJ, 2003.

BRASIL. **Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000**. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 dez. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/lei10098.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2016.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**: fundamentos. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1988a. v. 1.

_____. **Mecânica dos solos e suas aplicações**: fundamentos. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1988b. v. 2.

FARIA, J. A. **Tecnologia de movimentação de terras**. Portugal: FEUP, 2014. Disponível em: <https://web.fe.up.pt/~construc/go/docs_GO/sebenta/por%20capitulos%202013/08-Movimentacaoterras-rev10fev14.pdf>. Acesso em: 9 set. 2016.

FERREIRA, M. M. et al. **Física do solo**: textos acadêmicos. Lavras: UFLA, 2002.

JAWORSKI, T. **Equipamentos para escavação**: compactação e transporte. Curitiba, 2011. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Equipamentos/Arquivos/Apostila%20de%20Equipamentos%20Digitalizada_Tadeo_Jaworski.pdf>. Acesso em: 9 set. 2016.

NEVES, C. M. M. et al. Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra: práticas de campo. **Rede Ibero-americana PROTERRA**. 2009. Disponível em: <<http://www.redproterra.org>>. Acesso em: 7 jun. 2016.

PÁDUA, M. **Movimento de terra**: criando as condições necessárias para iniciar a obra. 2007. Disponível em: <<http://profmarcopadua.net/movterr8.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2016.

SHIMIZU, J. Y. **Movimento de terra**. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAepZUAE/movimento-terra-usp>>. Acesso em: 9 set. 2016.

SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; VIEIRA, L. B. Determinação do limite de liquidez em dois tipos de solo, utilizando-se diferentes metodologias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 460-464, 2000. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v4n3/460.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2016.

Análise do lugar, georreferenciamento e sensoriamento remoto

Convite ao estudo

Caro aluno, nas unidades anteriores falamos muito sobre a topografia, seus conceitos, normas e aplicações, porém, ainda não falamos da forma como ela se comunica. Aprendemos sobre como fazer um levantamento em campo, projetar elementos construtivos utilizando um mapa topográfico, mas não falamos da forma como tudo isso é transmitido ao profissional que necessita dessas informações. Essa comunicação é feita geralmente através de desenho, dos mapas, das cartas e plantas topográficas que fazem parte dos grandes componentes da Cartografia.

É necessário saber que praticamente todos os mapas sofrem distorções, por isso, devemos modelar essas distorções de forma conveniente à mensagem que será transmitida, deixando também ciente o usuário leigo da presença delas (ANDERSON, 1982).

Inúmeras pessoas de diversos países são usuários de mapas e cartas, sejam eles rodoviários, hipsométricos, planialtimétricos ou topográficos, hidrográficos etc. No entanto, recebem muito pouco ou nenhum treinamento sobre a forma de como fazer a leitura e a interpretação deles, sendo necessário conhecer o uso e as limitações dessas produções cartográficas. Os mapas topográficos não podem ser simplificados, pois a informação mapeada deve constar na íntegra, primando pela pureza em sua comunicação (ANDERSON, 1982).

Nesta seção serão abordadas a leitura, a interpretação e a representação de cartas topográficas, você aprenderá sobre como utilizar da melhor forma uma carta, para o propósito escolhido.

Suponhamos que você, arquiteto, seja contratado para locar uma grande

obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo, em uma área ainda considerada urbana, porém mais afastada do centro urbano. Sabendo que essa área é pouco alterada, e que será necessário, de acordo com as leis ambientais e municipais, criar uma área de preservação ambiental, abertura de acessos com pouco impacto e terrenos com no mínimo 1500 m². Para se fazer um bom planejamento dessa obra, é necessário antecipadamente analisar a planta topográfica local e/ou carta regional, para ver em qual contexto esse terreno está inserido no meio urbano e como é seu relevo. Quais elementos o arquiteto deve analisar em uma carta topográfica? Tem fácil acesso? A área urbanizada é próxima? Este terreno possui áreas íngremes ou planas? Como é sua rede hídrica? Possui área de mata virgem ou ciliar? Quantas áreas de "topo" existem? Tem alguma fazenda próxima?

A topografia é a base para qualquer obra civil, rodoviária, agrícola, industrial etc. Portanto, entender sobre topografia e saber interpretar corretamente uma carta topográfica será de suma importância para elaborar um bom planejamento e orçamento.

Seção 4.1

Representação de cartas topográficas

Diálogo aberto

Prezado aluno, a cartografia básica é ensinada separadamente da topografia, pois é através de uma base topográfica que a maioria dos mapas são elaborados. A topografia é uma medida obtida por meio de um trabalho de campo, dos aspectos físicos retirados no local do terreno, é o contato direto do homem com a área de estudo, representada na carta topográfica.

Nesta unidade, abordaremos a leitura, a interpretação e a representação das cartas topográficas, bem como símbolos, convenções e características básicas, possibilitando ao profissional de arquitetura conhecer a natureza local, estadual, regional ou mundial, identificando planícies, montanhas, rios, estradas, cidades e campos, possibilitando o planejamento de qualquer atividade sobre a superfície terrestre. Imagine que você, um arquiteto, seja contratado para locar uma grande obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo. A área é pouco alterada, urbana ainda, porém, próxima à área rural, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais – por exemplo, criar uma área de preservação ambiental, executar abertura de acessos com pouco impacto, sabendo que os terrenos possuem no mínimo 3500 m².

Para se fazer um bom planejamento dessa obra, é necessário antecipadamente analisar a planta topográfica local e/ou carta regional, para ver em qual contexto esse terreno está inserido no meio urbano e como é seu relevo. Tem fácil acesso? A área urbanizada é próxima? Qual foi o sistema de projeção/datum utilizado? Está localizada em qual coordenada? Esse terreno possui áreas íngremes ou planas? Como é sua rede hídrica? Possui área de mata virgem ou ciliar? Quantas áreas de “topo” existem? Tem alguma fazenda próxima? Como estão representados a vegetação, as montanhas ou morros, os rios e os lagos? Como consigo interpretar cada dado presente? Quais elementos foram utilizados nessa carta topográfica e quais são do interesse do arquiteto analisar? O que toda essa interpretação facilitará na execução do meu serviço como arquiteto?

Ao final dessa seção, esperamos que você seja capaz de aprender a ler e a interpretar uma carta topográfica e interpretar cada convenção e símbolo existente nela para auxiliar durante o levantamento preliminar de campo, podendo, assim, planejar melhor a implantação de uma obra.

Não pode faltar

Conforme Santos (2013), a Carta Topográfica está inserida na Cartografia Sistemática. De acordo com a Unesco (1966 apud AGUIRRE; MELLO FILHO, 2009, p. 4):



A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, voltam-se para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como o seu estudo e a sua utilização.

A cartografia sistemática abrange principalmente os mapas topográficos com a representação do terreno que atendam a uma ampla diversidade de propósitos, podendo ser utilizados por muito tempo. Não necessitam de conhecimento específico para sua compreensão e possuem uma leitura simples. São geralmente elaborados por pessoas especializadas em cartografia, utilizam cores de acordo com a convenção estabelecida para mapas topográficos, fazem o uso generalizado de palavras e números para mostrar os fatos e sempre servem de base para outras representações. Sua principal preocupação é a localização precisa dos fatos mapeados (SANCHES, 1981 apud ARCHELA, 2000).

De acordo com Anderson (1982, p. 13), Cartas Topográficas “são aquelas confeccionadas mediante um levantamento topográfico regular ou compiladas de cartas topográficas existentes e que incluem os acidentes naturais e artificiais, permitindo facilmente a determinação de altitudes”, incluem, então, informações planimétricas e altimétricas dos aspectos geográficos naturais (relevo, hidrografia, vegetação) e antrópicos (redes viárias e de comunicações, núcleos de população, moradias, usos do solo e toponímia).

A forma como as informações serão distribuídas na carta topográfica, ou seja, seu leiaute, deverá estar de acordo com a folha-modelo publicada pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) de acordo com o Decreto-Lei nº 243/67, atualmente sendo parâmetro para as cartas elaboradas pelo IBGE. A folha-modelo (Figura 4.1)

tem a finalidade de estabelecer uma padronização no formato e no aspecto das cartas confeccionadas por várias organizações, definindo cada uma das escalas à situação relativa à área ocupada, às informações marginais, aos tipos de letra das inscrições marginais e às espessuras das linhas das quadriculas.



Vocabulário

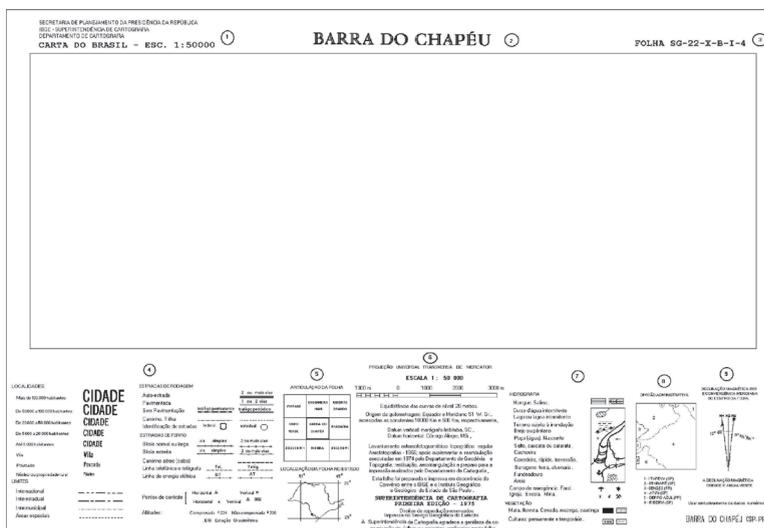
Layout: é uma palavra inglesa, muitas vezes usada na forma aportuguesada *leiaute*, que significa plano, arranjo, esquema, design, projeto. Consiste em um rascunho, esboço ou projeto, um trabalho prévio que dá uma ideia de como será a aparência final da página em questão. Pode ser um desenho simples em uma folha ou algo mais evoluído, quando o projeto já está em uma fase mais avançada. Fonte: <<http://www.significados.com.br/layout/>>. Acesso em: 16 ago. 2016.



Assimile

A leitura interna da carta topográfica considera os elementos contidos na legenda, que facilitam a identificação, permitindo agrupá-los conforme suas características; já a leitura externa da carta considera os elementos marginais – título, escala, coordenadas geográficas, sistema de projeção, entre outros.

Figura 4.1 | Folha-modelo com os elementos contidos em uma carta topográfica (para melhor visualização, basta acessar o link na fonte)



Fonte: Santos (2013, p. 5); <http://www.mundogeomatica.com.br/EC/ApostilaTeoricaEC/Apostila_Elementos-Cartografia.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2016.

Nesta folha-modelo, constam os elementos a seguir (SANTOS, 2013):

a) **Órgão responsável pelo produto cartográfico:** constando o nome do órgão de subordinação, nome da organização, da região geográfica da área mapeada e a escala correspondente.

b) **Título da folha e índice de nomenclatura:** fornecerá, por meio de uma carta de uso geral e básica, dados para estudos preliminares de investimento, planejamento e base para estudo de variadas ciências, bem como a construção de uma série de cartas temáticas (população, solo, geologia, vegetação, limites administrativos etc.).

c) **Séries cartográficas:** divisões feitas em folhas de formato uniforme na mesma escala de uma área geográfica. Cada folha deve abranger uma área de 4° de latitude por 6° de longitude, na escala de 1:1.000.000. Essa série cartográfica é denominada de Carta do Brasil ao Milionésimo, da qual derivam outras séries de cartas, conforme Tabela 4.1 a seguir:

Tabela 4.1 | Escala x formato

| ESCALA | FORMATO |
|-------------|---------------|
| 1:1.000.000 | 6° x 4° |
| 1:500.000 | 3° x 2° |
| 1:250.000 | 1°30' x 1° |
| 1:100.000 | 30' x 30' |
| 1:50.000 | 15' x 15' |
| 1:25.000 | 7'30" x 7'30" |

Fonte: Santos (2013, p. 4); <http://www.mundogeomatica.com.br/EC/ApostilaTeoricaEC/Apostila_Elementos-Cartografia.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2016.

d) **Articulação sistemática e localização da folha:** mostra a disposição entre a área mapeada e as que compõem sua vizinhança, indicando a cidade mais próxima e/ou o Estado em que ela está inserida (IBGE, 2016), conforme a seguir, Figura 4.2:

1. Primeiramente, é composto pela letra N, para a latitude norte, e S, para a latitude sul.

2. Em seguida, determinamos as zonas de intervalos de 4°, nomeados pelas letras A, B, C, D, E..., V, respectivamente, as duas calotas polares recebem a letra Z.

3. Em terceiro, indica-se o fuso correspondente à área abrangida na escala de 1:1.000.000, a partir do antimeridiano de Greenwich, a cada 6° de intervalo.

Figura 4.2 | Índice de nomenclatura



Fonte: adaptada de Santos (2013, p. 5); <http://www.mundogeomatica.com.br/EC/ApostilaTeoricaEC/Apostila_Elementos-Cartografia.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2016.

e) **Mapa-Índice**: as folhas podem ser referenciadas através de um simples número, conforme escala utilizada:

1. Na escala de 1:1.000.000, será usada a numeração de 1 a 46.
2. Na escala de 1:250.000, será usada a numeração de 1 a 550.
3. Na escala de 1:100.000, será usada a numeração de 1 a 3036.

f) **Legenda**: consiste na tradução dos símbolos utilizados na representação das informações, precisa estar organizada, agrupando suas peculiaridades, permitindo uma leitura mais rápida e eficaz durante a compreensão do produto cartográfico. Devem estar inseridos na legenda, a representação de localidades, os limites, a via de circulação, os pontos de controle e a altitude.

g) **Sistema de projeção e informações adicionais** (Figura 4.3): diz respeito ao datum horizontal e vertical utilizado, a natureza da superfície, nesse caso cilíndrica, a Projeção Universal de Mercator. Deve apresentar as escalas gráficas/ numéricas que permitam avaliar áreas e distâncias em curvas de nível, segundo uma equidistância predeterminada a partir da escala.

Figura 4.3 | Sistema de projeção e informações adicionais



Fonte: adaptada de Santos (2013, p. 5); <http://www.mundogeomatica.com.br/EC/ApostilaTeoricaEC/Apostila_Elementos-Cartografia.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2016.

h) **Hidrografia e vegetação**: também estão inseridas na legenda e estão divididos em classes para facilitar sua identificação e interpretação.

i) **Divisão político-administrativa**: representada pelos limites municipais, estaduais e internacionais contidos na área mapeada.

j) **Declinação magnética e convergência meridiana**: a declinação magnética é o desvio que a agulha magnética sofre com relação à linha Norte-Sul “verdadeiro” e a convergência meridiana é a diferença angular entre as linhas do quadriculado.



Refleta

As cartas topográficas são utilizadas principalmente no planejamento de quase todas as atividades sobre a superfície terrestre. Saber corretamente onde está cada feição, cidade, via de acesso, rios etc., é muito importante para a urbanização, a construção de vias e obras civis. É um meio de comunicar o que foi levantado em campo.



Pesquise mais

Saiba mais sobre o assunto lendo a apostila de *Elementos de Cartografia*.

SANTOS, A. R. **Apostila de Elementos de Cartografia**. Alegre/ES: Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal do Espírito Santos, 2013. Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/EC/ApostilaTeoricaEC/Apostila_Elementos-

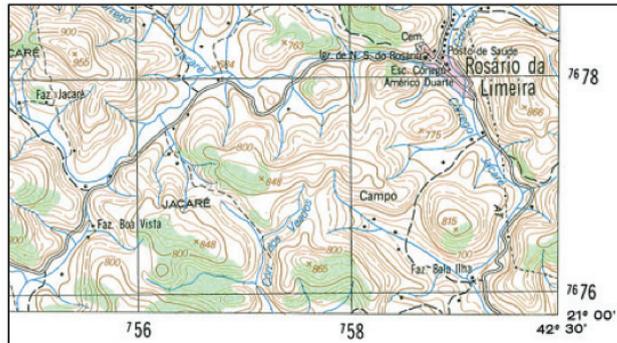
Cartografia.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.



Exemplificando

Um arquiteto foi contratado para fazer o projeto de um haras e terá que verificar o acesso ao local, já que é uma área rural, locar as obras civis, como o escritório central, a casa da fazenda, as baias, os cercados para treinamento, o pasto, o salão de festas, entre outras obras necessárias. Ele recebeu uma carta topográfica da região onde será implantado o haras na Fazenda Bela Ilha, região rural de Campo, em Ervália/MG, representada na (Figura 4.4). Quais elementos ele deverá analisar ao receber o mapa para fazer o planejamento e o orçamento para este cliente?

Figura 4.4 | Seção da Carta topográfica de Ervália/MG



Fonte: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS%20-%20RJ/SF-23-X-B-V-4.jpg>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

Solução: para fazer o planejamento e o orçamento para esse cliente, o arquiteto deverá analisar os seguintes elementos a seguir:

- Legenda (estradas e rodovias).
- Sistema de projeção e informações adicionais.
- Hidrografia e vegetação.
- A divisão político-administrativa.
- A declinação magnética.

No caso de orçar e planejar uma obra, esses elementos são essenciais inclusive para o arquiteto verificar o seu custo pessoal, o tempo que terá de disponibilizar para esta obra, entre outras informações.

Se ele não tivesse uma carta topográfica, como saberia acessar uma área antes de fazer um levantamento para orçamento no local? Como saberia avaliar os serviços preliminares como terraplenagem ou sondagem que deverão ser feitos no local? Como saber se há vegetação nativa no local ou se passa algum curso de rio que possa dificultar a execução da obra ou que tenha necessidade de licenciamento ambiental? Onde a obra vai ser locada?

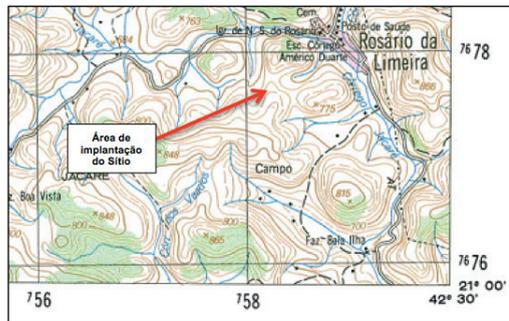
Em uma planta-base topográfica, muita informação preliminar pode ser obtida.



Faça você mesmo

Um arquiteto terá que ir à Ervália/MG fazer o orçamento de um projeto de sítio no distrito de Rosário de Limeira, perto do Fundão em Ervália/MG. Quais elementos ele deverá analisar? Entre quais coordenadas essa região se encontra? Tem fácil acesso?

Figura 4.5 | Seção da Carta topográfica de Ervália/MG

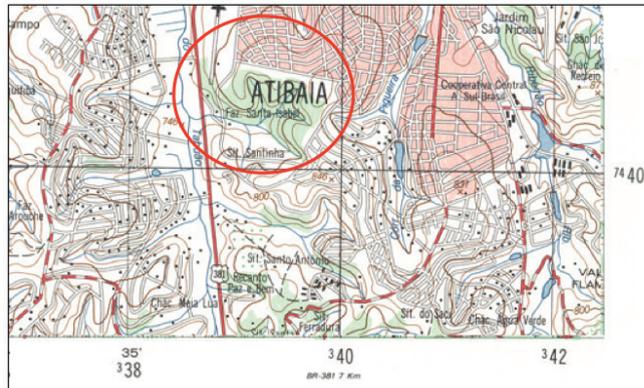


Fonte: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS%20-%20RJ/SF-23-X-B-V-4.jpg>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

Sem medo de errar

Imagine que você, um arquiteto, seja contratado para locar uma grande obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo, área da Fazenda Santa Isabel, em Atibaia/SP (Figura 4.6). A área é pouco alterada, urbana ainda, porém próxima à área rural, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais – por exemplo, criar uma área de preservação ambiental, executar abertura de acessos com pouco impacto, sabendo que os terrenos possuem no mínimo 3500 m². Para se fazer um bom planejamento dessa obra, é necessário antecipadamente analisar a planta topográfica local e/ou carta regional, para ver em qual contexto esse terreno está inserido no meio urbano e como é seu relevo. Quais elementos foram utilizados nesta carta topográfica que são do interesse do arquiteto analisar?

Figura 4.6 | Seção da Carta topográfica de Atibaia/SP – Região de Atibaia/SP



Fonte: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBS%20-%20RJ/SF-23-Y-C-III-2.jpg>>. Acesso em: 16 ago. 2016.



Atenção

A leitura interna da carta topográfica considera os elementos contidos na legenda que facilitam a identificação, permitindo agrupá-los conforme suas características; já a leitura externa da carta considera os elementos marginais – título, escala, coordenadas geográficas, sistema de projeção, entre outros.

Legenda da carta topográfica (Figura 4.7):

Figura 4.7 | Legenda da Carta topográfica de Atibaia/SP



Fonte: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBS%20-%20RJ/SF-23-Y-C-III-2.jpg>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

Solução:

1. Quais elementos foram utilizados nesta carta topográfica que são do interesse do arquiteto analisar?

O arquiteto deverá analisar os seguintes elementos que são do seu interesse:

- Legenda (estradas e rodovias).
- Sistema de projeção e informações adicionais.
- Hidrografia e vegetação.
- Divisão político-administrativa.

Avançando na prática

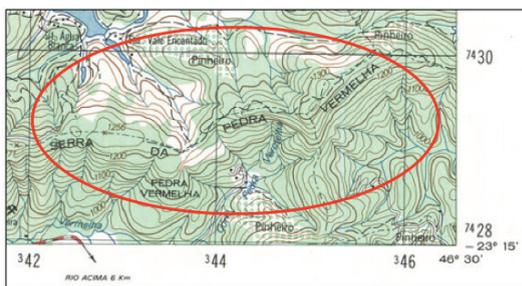
Projetando um Parque Ecológico em Atibaia/SP

Um arquiteto foi contratado para projetar um parque ecológico na região de Mairiporã, na Serra da Pedra Vermelha (Figura 4.8). A área é pouco alterada, preservada ambientalmente, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais. Para se fazer um bom planejamento dessa obra, é necessário antecipadamente analisar a planta topográfica local e/ou carta regional, para ver em qual contexto o terreno está inserido nessa área ambiental e como é seu relevo.

Descrição da situação-problema

Quais elementos foram utilizados nesta carta topográfica que são do interesse do arquiteto analisar? Tem fácil acesso? A área urbanizada é próxima? Está localizada entre quais coordenadas? Esse terreno possui áreas íngremes ou planas? O que toda essa interpretação facilitará na execução do meu serviço como arquiteto?

Figura 4.8 | Seção da Carta topográfica de Atibaia/SP – Região de Mairiporã/SP



Fonte: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS%20-%20RJ/SF-23-Y-C-III-2.jpg>>. Acesso em: 16 ago. 2016.



Lembre-se

De acordo com Anderson (1982, p. 13), Cartas Topográficas “são aquelas confeccionadas mediante um levantamento topográfico regular ou compiladas de cartas topográficas existentes e que incluem os acidentes naturais e artificiais, permitindo facilmente a determinação de altitudes”, incluem então informações planimétricas e altimétricas dos aspectos geográficos naturais (relevo, hidrografia, vegetação) e antrópicos (redes viárias e de comunicações, núcleos de população, moradias, usos do solo e toponímia).

Resolução da situação-problema

1. Quais elementos foram utilizados na carta topográfica que são do interesse do arquiteto analisar? O arquiteto deverá analisar os seguintes elementos que são do seu interesse:

- Legenda (estradas e rodovias).
- Sistema de projeção e informações adicionais.
- Hidrografia e vegetação.
- Divisão político-administrativa.

2. Tem fácil acesso? Não. Aparentemente a estrada asfaltada chega próximo ao local; no entanto, devem existir estradas de terra e/ou trilhas.

3. A área urbanizada é próxima? Não muito próxima, então, em termos de planejamento e orçamento, será necessário verificar a distância para toda a mão de obra e infraestrutura necessária, bem como hospedagem do arquiteto.

4. Está localizada entre quais coordenadas? Está entre as coordenadas 742800N, 342000E e 743000N, 346000E. Dados necessários para conferência através do GPS em campo.

5. Este terreno possui áreas íngremes ou planas? De acordo com a carta topográfica, o relevo apresenta áreas íngremes que podem dificultar o acesso e aumentar o tempo do levantamento em campo.

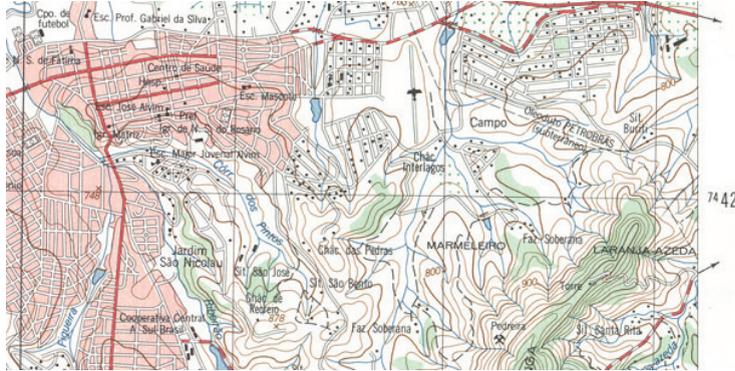
6. O que toda essa interpretação facilitará na execução do serviço como arquiteto? Auxiliará para fazer o orçamento inicial, a visita ao local e o planejamento inicial para a execução do projeto.



Faça você mesmo

Quais informações a carta topográfica a seguir (Figura 4.9) pode fornecer para um arquiteto durante a implantação de uma obra? Cite os elementos mais importantes analisando a legenda a seguir:

Figura 4.9 | Seção da Carta topográfica de Atibaia/SP – Região de Atibaia/SP



Fonte: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS%20-%20RJ/SF-23-Y-C-III-2.jpg>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

Legenda desta carta topográfica (Figura 4.10):

Figura 4.10 | Legenda da Carta Topográfica de Atibaia/SP



Fonte: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS%20-%20RJ/SF-23-Y-C-III-2.jpg>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

Faça valer a pena

1. Quais são os meios de comunicação utilizados pelos desenhistas topógrafos que necessitam transmitir uma informação de forma fidedigna?
 - a) Os mapas topográficos, as balizas e o clinômetro.

- b) As plantas, a trena e as cartas topográficas.
- c) As plantas, os mapas e as cartas topográficas.
- d) Os mapas, o teodolito e as plantas topográficas.
- e) O teodolito e as balizas.

2. De acordo com a Unesco (1966 apud AGUIRRE; MELLO FILHO, 2009, p. 4):

A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, voltam-se para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como o seu estudo e a sua utilização.



Diante do exposto, podemos afirmar que através da Cartografia podemos identificar:

- a) O relevo e a hidrografia de uma região.
- b) A população de uma região.
- c) O índice de qualidade de vida de uma região.
- d) A qualidade da água presente nesta região.
- e) O nível educacional da população de uma região.

3. Como é denominada a vertente da Cartografia que abrange as cartas topográficas?

- a) Cartografia Temática.
- b) Cartografia Sistemática.
- c) Cartografia Clássica.
- d) Cartografia Atual.
- e) Cartografia Avançada.

Seção 4.2

Intervenção de obras urbanas na topografia

Diálogo aberto

É muito fácil encontrar ambientes alterados pela ação antrópica dos serviços de terraplenagem para a locação de empreendimentos imobiliários em áreas de colinas ou Áreas de Proteção Permanente (APP).

Para haver uma melhor qualidade ambiental nas cidades, é necessário fazer um planejamento urbano, pensar melhor nesses espaços, pois esse planejamento é o reflexo da ação humana sobre a paisagem, sobre a topografia.

O processo de urbanização, em alguns locais, vem acontecendo de maneira desenfreada, é um complexo processo de expansão espacial permanente. De acordo com Saadi (1997), a aceleração descontrolada do crescimento urbano tem gerado formas desordenadas de adaptação da urbanização ao relevo, à topografia local.

Para intervir tecnicamente, encontrando soluções e planos para os problemas urbanos, por exemplo, uma melhor adaptação desse processo da urbanização à topografia, responsabilizam-se os profissionais da engenharia civil e da arquitetura, de forma que eles contribuam, por meio da prática e de sua visão profissional, transformando esse processo desenfreado em um processo organizado e planejado.

Essas intervenções podem ocorrer em forma de ações globais sobre espaços urbanizados e/ou territórios municipais, em forma de ações sobre as bacias hidrográficas e ações à escala de loteamento.

Retomando a situação disposta na seção anterior, suponhamos que você, um arquiteto, seja contratado para projetar e locar uma grande obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo. A área é pouco alterada, urbana ainda, porém próxima à área rural, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais – por exemplo, criar uma área de preservação ambiental, executar abertura de acessos com pouco impacto e sabendo que os terrenos devem possuir no mínimo 3500 m².

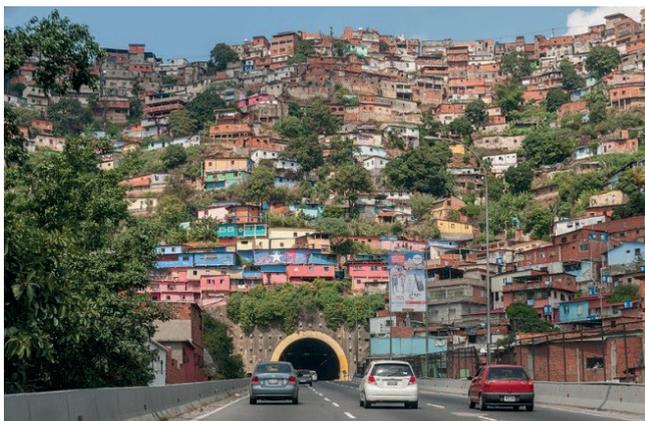
Como o arquiteto analisará a intervenção dessa obra de grande porte na topografia local e na área do bairro? Quais transformações o terreno sofrerá durante o processo de implantação da obra? É necessário analisar a bacia hidrográfica e a rede de drenagem? Existe planejamento urbano do bairro? Existe Lei de Uso e Ocupação do Solo? Como foi a dinâmica urbana local? Será necessária a implantação de área verde?

Ao final desta seção, esperamos que você seja capaz de compreender que para subsidiar novas políticas urbanas, é necessário entender sobre a topografia, suas rugosidades e declividades que compõem as questões ambientais nos espaços urbanos, ajudando a desvendar os processos de urbanização, as dinâmicas e a função da paisagem.

Não pode faltar

De acordo com Cardoso et al. (2011, p. 1), a **urbanização** está em progresso em diversas partes do mundo e pode ser definido como: “Concentração espacial de uma população, a partir de certos limites de dimensão e intensidade”. Caracteriza-se por ser uma forma agressiva de relacionamento entre o homem e o meio ambiente, quando as cidades eram menores agrediam menos o meio ambiente, mesmo construídas inadequadamente em locais sem planejamento prévio, eram mais harmônicas. Cardoso et al. (2011) afirmam que o aceleração do crescimento das cidades se deu a partir da Revolução Industrial, sendo o século XX, o século da urbanização, onde houve o predomínio da cidade sobre o campo. Geralmente, o processo de urbanização ocorre de forma desordenada (Figura 4.11), pois as cidades abrigam mais pessoas do que sua capacidade permite, originando aglomerados, sem-teto, aumento da violência, da poluição, causando significativa degradação ambiental, ignorando a topografia local ou a bacia hidrográfica, mesmo que haja uma barreira natural.

Figura 4.11 | Aglomerados, produto do êxodo rural em Caracas, Venezuela



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barrio_de_Caracas.jpg>. Acesso em: 23 ago. 2016.

De acordo com a Lei nº 13.885, de 25 de agosto de 2004, Artigo 2º, inciso VIII, **Áreas de Intervenção Urbana (AIU):**

São porções do território de especial interesse para o desenvolvimento urbano, objeto de projetos urbanísticos específicos, nas quais poderão ser aplicados instrumentos de intervenção, previstos na Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 - Estatuto da Cidade, para fins de regularização fundiária, execução de programas e projetos habitacionais de interesse social, constituição de reserva fundiária, ordenamento e direcionamento da expansão urbana, implantação de equipamentos urbanos e comunitários, criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes, criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental.

Essas áreas são previamente definidas no Plano Diretor, onde a prefeitura poderá programar projetos estratégicos.

Figura 4.12 | Proposta de zoneamento das Áreas de Intervenção Urbana (AIU)



Fonte: <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/zoneamento_imagem.jpg>. Acesso em: 23 ago. 2016.

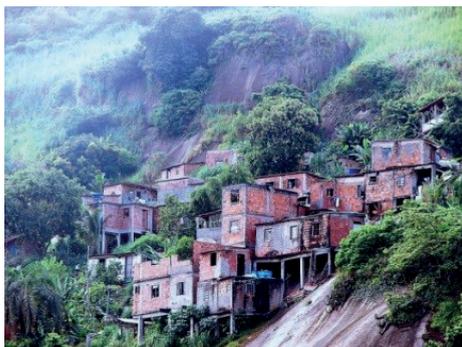
As **intervenções topográficas** ocorrem quando é necessário adequar uma obra urbana à topografia local, seja ela elevada ou de rebaixamento, como fundo de vales e várzeas. Se forem planejadas, podem causar menos impacto ambiental, porém, se ocorrerem de forma desordenada ou sem responsáveis técnicos, podem causar problemas relacionados ao processo de ocupação de vertentes, como atividades erosivas, geralmente causadas pela (CASSETI, 2005):

- Retirada da vegetação.
- Concentração de águas pluviais.
- Exposição de terras susceptíveis à erosão.
- Execução inadequada de aterros.

Essas causas podem ser agravadas através das derivações das interferências antropogênicas, entre elas, destacam-se (CASSETI, 2005):

- Lançamento e concentração de águas pluviais.
- Lançamento de águas de esgoto inadequadamente.
- Vazamentos de água potável.
- Construção inadequada de fossa sanitária.
- Declividade e altura excessiva causando instabilidade dos taludes (Figura 4.13).
- Aterros construídos de maneira inadequada.
- Deposição de lixo (Figura 4.14).
- Retirada da cobertura vegetal de maneira indiscriminada (Figura 4.14).

Figura 4.13 | Aglomerados na cidade de Niterói/RJ



Fonte: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Favela-Niteroi.JPG>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

Figura 4.14 | Aglomerados dos Trilhos, em Goiânia/GO



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Favela_dos_Trilhos_-_2009_-_Goi%C3%A2nia.JPG>. Acesso em: 23 ago. 2016.



Assimile

As **intervenções topográficas** ocorrem quando é necessário adequar uma obra urbana à topografia local, seja ela elevada ou de rebaixamento, como fundo de vales e várzeas. Se forem planejadas podem causar menos impacto ambiental, porém, se ocorrerem de forma desordenada ou sem responsáveis técnicos, podem causar problemas relacionados ao processo de ocupação de vertentes, como atividades erosivas (CASSETI, 2005).

Para que problemas como esses não ocorram, é necessário que haja um bom planejamento urbano. O planejamento urbano (Figura 4.15) tem por objetivo a correção das distorções administrativas, a facilitação da gestão municipal, a alteração de condições indesejáveis para a comunidade local, a remoção de empecilhos institucionais e a viabilização de propostas estratégicas (REZENDE; ULTRAMARI, 2007). O planejamento é composto de etapas, que são: o diagnóstico – compõe um cenário existente; o prognóstico – transforma o diagnóstico da situação presente em diagnóstico da situação futura visando antecipar a resolução de problemas futuros; apresentação de propostas – considera aspectos como infraestrutura, melhoria da qualidade de vida e Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS), além de metas, objetivos, estratégias e ações; e a gestão urbana – que é um conjunto de instrumentos, tarefas e atividades que têm por objetivo principal assegurar o bom funcionamento de uma cidade, gere o processo de planejamento, a fim de responder as demandas dos diversos atores envolvidos (REZENDE; ULTRAMARI, 2007; DUARTE, 2000).

Figura 4.15 | Planejamento urbano de um bairro em Detroit/Michigan, EUA



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_Redevelopment_example_of_Coving.JPG>. Acesso em: 23 ago. 2016.

Conforme Deák (2001), **o uso do solo** é um conjunto de atividades de uma sociedade sobre uma gleba urbana em localizações individuais, é uma combinação de um tipo de uso e de um tipo de assentamento admitindo uma variedade diversificada de atividade conforme a necessidade da própria sociedade. Essas categorias de uso são criadas para classificar as atividades e os tipos de edificações para que haja uma regulação, um controle por meio da **Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS)**. A LUOS baseia-se na experiência, no empirismo, e varia segundo a necessidade da sociedade local, é o principal meio de intervenção do governo na organização espacial mediante o planejamento urbano.



Refleta

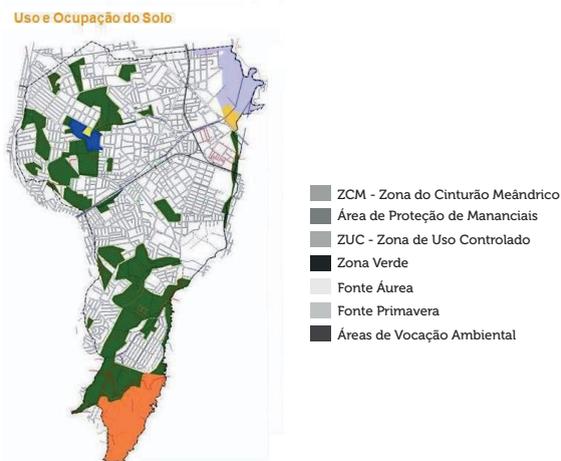
Pense bem... como as intervenções topográficas impactariam no meio urbano se não houvesse nenhum planejamento? Como fazer um controle diagnóstico sem um prévio levantamento das áreas ocupadas? No caso da ocorrência de intervenções topográficas, é necessário analisar a Lei de Uso e Ocupação de Solo da região?



Exemplificando

Um arquiteto foi contratado para fazer o projeto de um parque ecológico no meio da cidade de Poá/SP, sabendo que na área encontra-se um riacho com mata ciliar, prédios no entorno, avenidas, áreas comerciais, entre outros, e que haverá intervenção topográfica para a implantação de áreas de lazer, lanchonetes, entre outras. De acordo com o mapa a seguir (Figura 4.16), descreva as etapas que o arquiteto deverá seguir para que tal intervenção seja feita de forma regulamentada:

Figura 4.16 | Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Poá/SP



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Uso_e_ocupacao_do_solo_de_po%C3%A1-sp.JPG>. Acesso em: 24 ago. 2016.

Solução:

O arquiteto deverá analisar:

- O tipo de obra que será projetada.
- As plantas topográficas cadastrais do terreno.
- A LUOS municipal para adequar o projeto a ela.
- O planejamento urbano local.



Pesquise mais

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Transportes. **Lei nº 13.885, de 25 de agosto de 2004 (Projeto de Lei nº 139/04, do Executivo, aprovado na forma de Substitutivo do Legislativo)**. Estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico, institui os Planos Regionais Estratégicos das

Subprefeituras, dispõe sobre o parcelamento, disciplina e ordena o Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo. 25 ago. 2004. Disponível em: <<http://cmspbdoc.inf.br/iah/fulltext/leis/L13885.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.



Faça você mesmo

Um arquiteto foi contratado para fazer um projeto de uma área comercial no meio da cidade de Poá/SP e haverá intervenção topográfica para a implantação de áreas comerciais, lanchonetes, entre outras. De acordo com o mapa a seguir (Figura 4.16), descreva as etapas que o arquiteto deverá seguir para que tal intervenção seja feita de forma regulamentada. Quais interferências urbanas serão feitas? Qual a importância da LUOS para a locação desta obra?

Figura 4.17 | Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Itaipulândia/PR



Fonte: <<https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-itaipulandia-pr>>. Acesso em: 24 ago. 2016.

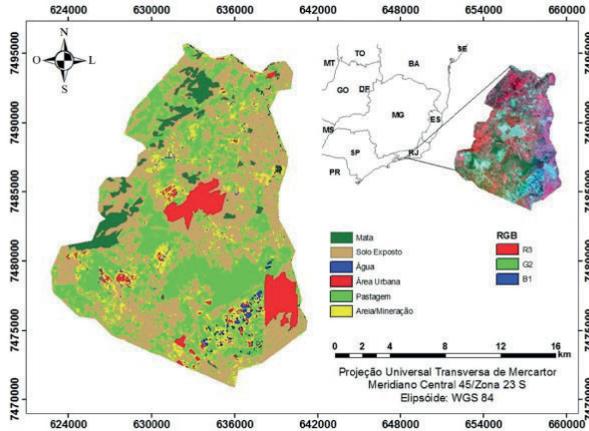
Sem medo de errar

Suponhamos que você, um arquiteto, seja contratado para projetar e locar uma grande obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo. A área é pouco alterada, urbana ainda, porém próxima à área rural, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais – por exemplo, criar uma área de preservação ambiental, executar abertura de acessos com pouco impacto e sabendo que os terrenos devem possuir no mínimo 3500 m². A área está localizada em Seropédica/RJ (Figura 4.18).

Como o arquiteto analisará a intervenção dessa obra de grande porte na topografia local e na área do bairro? Quais transformações o terreno sofrerá durante o processo de

implantação da obra? É necessário analisar a bacia hidrográfica e a rede de drenagem? Existe planta cadastral para planejamento urbano do bairro? Existe código de obras ou Lei de Uso e Ocupação do Solo? Haverá implantação de área verde e de área de lazer?

Figura 4.18 | Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Seropédica/RJ



Fonte: Gasparini et al. (2013); <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-80872013000300002>. Acesso em: 24 ago. 2016.



Atenção

Relembrando... o planejamento é composto de etapas, que são: o diagnóstico – compõe um cenário existente; o prognóstico – transforma o diagnóstico da situação presente em diagnóstico da situação futura visando antecipar a resolução de problemas futuros; apresentação de propostas – considera aspectos como infraestrutura, melhoria da qualidade de vida e Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS), além de metas, objetivos, estratégias e ações; e a gestão urbana – que é um conjunto de instrumentos, tarefas e atividades que têm por objetivo principal assegurar o bom funcionamento de uma cidade, gerir o processo de planejamento, a fim de responder as demandas dos diversos atores envolvidos (REZENDE; ULTRAMARI, 2007; DUARTE, 2000).

Solução:

1. Como o arquiteto analisará a intervenção dessa obra de grande porte na topografia local?

Primeiramente, o arquiteto deverá ter em mãos a planta topográfica local para verificar se no local de implantação haverá intervenção topográfica, se será significativa, com muita movimentação de terra, interferindo na paisagem.

2. É necessário analisar a bacia hidrográfica e a rede de drenagem?

No caso da implantação de grandes obras, é necessário analisar a bacia hidrográfica local, devido ao impacto ambiental que poderá causar.

3. Existe planta cadastral para planejamento urbano do bairro?

Se existe um mapa de uso e ocupação do solo na prefeitura, também deve existir a planta cadastral do terreno. Essa informação deve ser solicitada na prefeitura.

4. Existe código de obras ou Lei de Uso e Ocupação do Solo?

Sim, se existe um mapa de uso e ocupação de solos existe uma lei ou código de obras.

5. Haverá implantação de área verde e de área de lazer?

Devido à proporção do projeto, o arquiteto deverá verificar se é exigido pela prefeitura, durante o licenciamento ambiental, a necessidade de reservar uma parte do terreno como área verde e outra para área de lazer.

Avançando na prática

Projetando um Shopping

Um arquiteto foi contratado para projetar um shopping e tem a liberdade de escolher a área mais adequada para sua implantação. Ele recebeu o mapa de uso e ocupação de solo da cidade de Poá/SP (Figura 4.19). Sabendo que será um grande shopping e que ele impactará ambiental e urbanamente, responda as questões a seguir com a ajuda do mapa.

Figura 4.19 | Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Poá/SP



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Use_e_ocupacao_do_solo_de_po%C3%A1-sp.JPG>. Acesso em: 24 ago. 2016.

Descrição da situação-problema

Haverá intervenção na topografia local? Quais transformações o terreno sofrerá durante o processo de implantação da obra? Há área verde próxima? Existe um planejamento urbano do bairro? Existe código de obras ou Lei de Uso e Ocupação do Solo?



Lembre-se

O arquiteto deverá sempre buscar as informações iniciais para o local onde será projetada e implantada a obra, na prefeitura, verificando a regulamentação local, a documentação necessária; enfim, o que comumente é chamado de "informação básica".

Resolução da situação-problema

1. Haverá intervenção na topografia local?

Sim, haverá devido à grandiosidade da obra.

2. Quais transformações o terreno sofrerá durante o processo de implantação da obra?

O terreno topograficamente passará pela formação de platôs, taludes, cortes e aterros.

3. Há área verde próxima?

Sim, de acordo com o mapa de Uso e Ocupação de Solo há área verde próxima ao local de implantação do shopping.

4. Existe um planejamento urbano do bairro, para que servirá?

Se há um mapa de Uso e Ocupação do Solo, existe um planejamento urbano do bairro, que para diagnosticar, prognosticar antecipando a resolução de problemas futuros, apresentar propostas sobre melhorar a qualidade de vida, além de metas, objetivos, estratégias e ações e gerir a urbanização local.

5. Existe código de obras ou Lei de Uso e Ocupação do Solo?

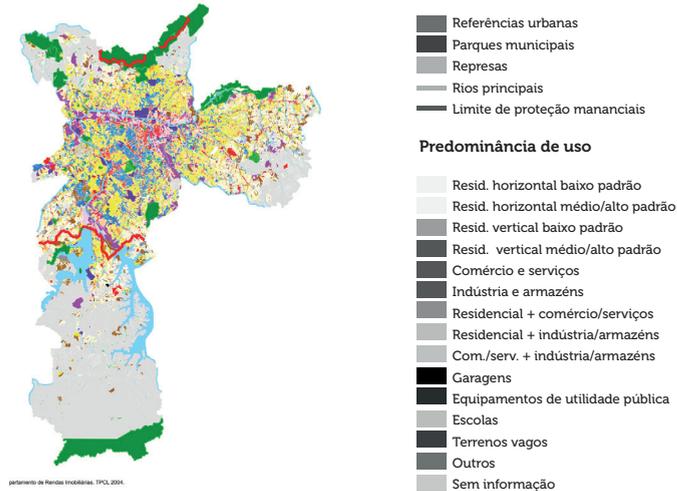
Sim, se há mapa de Uso e Ocupação de Solo, existe código de obras e LUOS. Toda essa informação deve ser requerida na prefeitura.



Faça você mesmo

Quais informações o mapa de uso e ocupação do solo abaixo (Figura 4.20) pode fornecer ao arquiteto para o projeto e implantação de uma obra? Explique o que é planejamento urbano e, nesse caso, para que serve. Se existe mapa de uso e ocupação do solo, existe uma LUOS, Lei de Uso e Ocupação do Solo?

Figura 4.20 | Mapa de Uso e Ocupação do Solo de São Paulo/SP



Fonte: <http://smdu.prefeitura.sp.gov.br/dinamica_urbana/mapas/cap1_p6.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2016.

Faça valer a pena

1. O processo de urbanização, em alguns locais, vem acontecendo de maneira desenfreada, é um complexo processo de expansão espacial permanente. De acordo com Saadi (1997), a aceleração descontrolada do crescimento urbano tem gerado formas desordenadas de adaptação da urbanização ao relevo, à topografia local.

Quais são os profissionais responsáveis pela adequação desse processo de urbanização às leis locais?

- Arquitetos e engenheiros civis.
- Arquitetos e engenheiro de estradas.
- Projetistas e arquitetos.
- Engenheiros de estradas e projetistas.
- Engenheiros civis e projetistas calculistas.

2. De qual forma as intervenções topográficas na paisagem podem ocorrer?

- a) Apenas em forma de ações globais sobre espaços urbanizados e/ou territórios municipais.
- b) Apenas em forma de ações sobre as bacias hidrográficas.
- c) Em forma de ações globais sobre espaços urbanizados e/ou territórios municipais, em forma de ações sobre as bacias hidrográficas e ações à escala de loteamento.
- d) Apenas em forma de ações à escala de loteamento.
- e) Em forma de ações à escala de loteamento e de ações globais.

3. O processo de urbanização está em progresso em diversas partes do mundo. O que é urbanização?

- a) Concentração de casas, prédios e veículos em uma mesma região.
- b) Concentração espacial de uma população, a partir de certos limites de dimensão e intensidade.
- c) Concentração demográfica.
- d) Aglomeração de pessoas e residências construídas de maneira desordenada.
- e) Crescimento urbano desenfreado, predominando a cidade sobre o campo.

Seção 4.3

Georreferenciamento remoto

Diálogo aberto

Para que haja um bom planejamento urbano e regional atualmente, usam-se ferramentas de geoprocessamento e/ou Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) que facilitam a obtenção de dados geográficos, ou seja, de qualquer parte da superfície terrestre, automatizando a produção de documentos cartográficos.

No geoprocessamento ocorre o processamento dos dados georreferenciados, criando um banco que permite fazer complexas análises integrando dados de diversas fontes, utilizando técnicas computacionais e matemáticas que refinem e tratem as informações geográficas obtidas. Pode influenciar áreas como a Cartografia, o Planejamento Urbano e Regional, a Análise de Recursos Naturais, entre outras (CÂMARA et al., 2015).

É possível planejar sem conhecer algo? Intervir sem realizar previsões de possíveis consequências? Atuar em planejamento e gestão sem um banco de dados sobre a realidade vigente? A resposta é não, por isso, faz-se necessário a utilização do geoprocessamento, que coleta, trata, representa e analisa os dados que estão espacialmente localizados. Este promove a organização e o manuseio dos dados com o objetivo de ganho de conhecimento e produção de informação.

No estudo da topografia, o uso do GPS nos dá o posicionamento na superfície terrestre e por meio de ferramentas computacionais tratamos os dados obtidos em campo. Após o tratamento dos dados, podemos usar seu produto para base do mapa topográfico, para cadastro urbano e rural, para organização de dados demográficos, econômicos e sociais, para fins de zoneamento, para análise ambiental, entre outros.

Retomando a situação disposta na seção anterior, suponhamos que você, um arquiteto, seja contratado para projetar e locar uma grande obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo. A área é pouco alterada, urbana ainda, porém próxima à área rural, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais – por exemplo, criar uma área de preservação ambiental, executar abertura

de acessos com pouco impacto e sabendo que os terrenos devem possuir no mínimo 3500 m². Foi feito levantamento da área em campo com GPS?

A área de implantação dessa obra está georreferenciada? Quais são as etapas do georreferenciamento utilizado? Os dados foram tratados, geoprocessados? Poderei utilizar os dados para cadastramento urbano? Consigo obter mais alguma informação desses dados?

Ao final desta seção esperamos que você seja capaz de compreender o que é um processo de georreferenciamento, como ele interfere nos trabalhos de geoprocessamento e como ele é importante nos dias atuais para o planejamento urbano e rural.

Não pode faltar

De acordo com J. Silva (2009, p. 42-44) podemos definir **Geoprocessamento** (Figura 4.21) como:



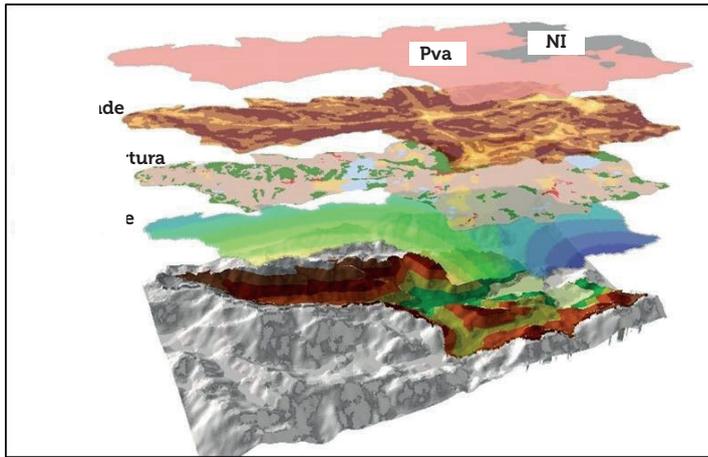
Um conjunto de conceitos, métodos e técnicas que, atuando sobre bases de dados georreferenciados, por computação eletrônica, propicia a geração de análises e sínteses que consideram conjugadamente as propriedades intrínsecas e geotopológicas dos eventos e entidades identificados, criando informação relevante para apoio à decisão quanto aos recursos ambientais.



Assimile

O geoprocessamento trata os dados que foram georreferenciados, gerando um conjunto de informações que incluirão características do seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento que promoverão a construção de sua documentação, integração, busca e exploração (MELO et al., 2014).

Figura 4.21 | Modelo digital de sobreposição de camadas (*layers*) em Geoprocessamento



Fonte: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/rt/metadata/1454/0>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

Em Lahm (2000 apud MADRUGA, 2008) e em Salvador e Silva (2004 apud MADRUGA, 2008), o georreferenciamento é definido como um referenciamento das informações que deverão ser processadas a um único sistema de coordenadas em uma mesma base cartográfica. Significa localizar os dados de um determinado ponto na superfície terrestre. Ao se georreferenciar um determinado dado, devemos especificar um sistema de coordenadas, o tipo de projeção, um datum, um elipsoide e as unidades de distâncias, bem como os meridianos, zonas etc.



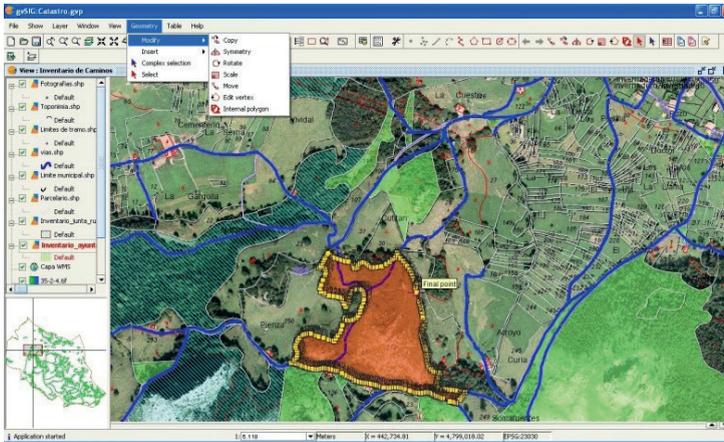
Assimile

O processo de georreferenciamento é fundamental na resolução de vários problemas na área de Sensoriamento Remoto, pode ser utilizado na cartografia, no uso da terra, na integração de uma imagem a um SIG, entre outras, detalharemos melhor na próxima seção.

Com o surgimento desse processo, até um mero levantamento topográfico passou a ser fundamental para estabelecer a base de um SIG (Figura 4.22).

O levantamento é caracterizado pela realização de medidas, observações e coleta de dados, bem como a seleção de documentos existentes para elaboração de informações cartográficas, como: levantamento topográfico, hidrográfico, climatológico, solos e vegetação.

Figura 4.22 | Exemplo de mapa georreferenciado



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/GvSIG_-_GIS.jpg>. Acesso em: 31 ago. 2016.

Existem vários tipos de **Sistemas de Coordenadas** que expressam a posição precisa de um determinado ponto na superfície da Terra. O mais comumente utilizado é o Sistema de Coordenada Esférico ou Geodésico. O ponto é localizado através da latitude e da longitude. Devido à sua habilidade de referenciar as localizações, é denominado como Sistema de Coordenadas Geográficas (Figura 4.22) ou de Referência Global (MELO et al., 2014).

Conforme Melo et al. (2014), após avanços tecnocientíficos e monitoramento do Sistema Geodésico Brasileiro, o posicionamento do Datum foi modificado, sendo o último adotado o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), pois foi realizado no ano de 2000, sendo o anterior utilizado o WGS 84.

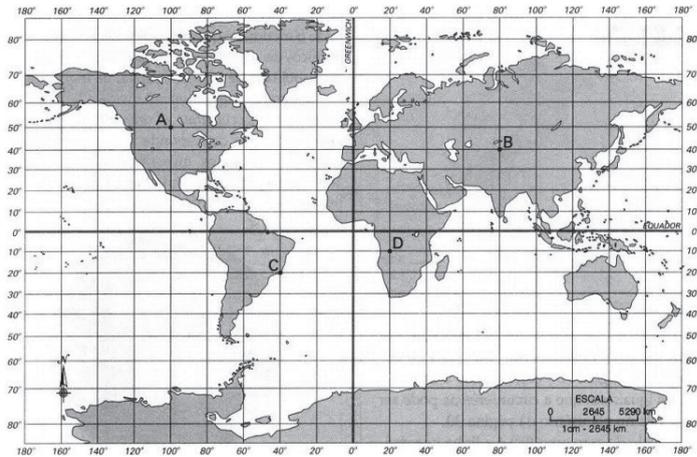
De acordo com o IBGE (1999), a projeção cartográfica oficial utilizada no Brasil para escalas de 1:1.000.000 ou maiores foi a Universal Transversa de Mercator (UTM).



Refleta

Pense bem... seria possível ter um controle total de todas as áreas rurais brasileiras se não houvesse um Cadastro Nacional de Imóveis Rurais Georreferenciados? Como seria possível atualizar estes dados sem o auxílio de ferramentas de SIG? Seria possível atualizar tudo manualmente, considerando toda área rural do nosso amplo território nacional?

Figura 4.23 | Sistema de Coordenadas Geográficas



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_geogr%C3%A1ficas#/media/File:Mapa_coordenadas_geogr%C3%A1ficas_editado.jpg>. Acesso em: 31 ago. 2016.

Etapas do Georreferenciamento conforme D'Alge (2013 apud MELO et al., 2014) e Schowengerdt (2007 apud MELO et al., 2014):

- 1ª Etapa: Seleção da transformação de coordenada: mapeamento direto estabelece uma relação entre o Sistema de coordenada da imagem e o Sistema de Referência Terrestre através dos pontos de controle.
- 2ª Etapa: Mapeamento Inverso: Construção de uma nova imagem baseada na etapa anterior, definindo-se a localização dos pixels.
- 3ª Etapa: Reamostragem: Definição do valor de cada pixel da nova imagem construída, baseada na imagem original.

Conforme Melo et al. (2014), Pontos de Controle do Terreno (PCT) são pontos locados na imagem que podem ser identificados no Sistema de Referência Terrestre. Por convenção, locam-se os PCT através dos traços ou símbolos cartográficos e são classificados como:

- Naturais: elementos presentes na natureza – rio, ilha, córrego etc.
- Artificiais: elementos criados pelo homem – ponte, rua, praça etc.

O processo de georreferenciamento deve passar por um controle de qualidade de forma a verificar a veracidade das informações prestadas durante a produção cartográfica. A maneira mais efetiva de verificar essa qualidade é conferir estatisticamente os PCT avaliando a exatidão e a precisão. Nesse caso, a exatidão corresponde à diferença na localização, então se comparam as coordenadas e a exatidão é verificada por meio de amostragem, podendo ter erros maiores ou menores (MELO et al., 2014).

E para que serve o GPS? Como ele é utilizado? De acordo com Silva (2009), o GPS (Figura 4.24) é uma geotecnologia de uso crescente em estudos ambientais de diversas naturezas, envolvendo a Engenharia, as Geociências. É o instrumento, na atualidade, mais eficiente para a coleta de informações especializadas pontuais, lineares e poligonais. O GPS permite que o usuário em terra, mar e ar determine suas posições tridimensionais (latitude, longitude e altitude), velocidade e hora.

Figura 4.24 | GPS de mão da marca Etrex



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/gps-geocaching-cache-pesquisa-473888/>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

O **georreferenciamento** é usado principalmente para o cadastramento de imóveis rurais. O **cadastro técnico rural** é um sistema de informações relacionado à propriedade rural, que contém o registro da propriedade, a localização, o tamanho, as benfeitorias etc., gerenciados pelo INCRA e Receita Federal (ASSUMPÇÃO, 1987 apud SILVA, 2007).

Conforme Assumpção (1987 apud SILVA, 2007), o cadastro técnico de imóveis rurais é feito com dados precisos exatos da verdadeira estrutura fundiária de uma determinada região, esses dados fornecem informações das paisagens naturais e culturais, de áreas ociosas e da capacidade de uso. O Cadastro Rural foi criado através da Lei nº 4.504/64, que dispõe sobre o estatuto da Terra, que visa ao cumprimento dos direitos e deveres relacionados a bens imóveis rurais, visando à reforma agrária. O Cadastro Imobiliário Rural foi institucionalizado em novembro de 1972 através da Lei nº 5.868 com a criação do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR). Em 2001, a Lei nº 10.267/01 determinou a criação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), que terá informações gerenciadas pelo INCRA e Receita Federal em uma base comum. Em 2003 o INCRA publicou a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, Portaria nº 1101/2003, que define a obrigatoriedade dos vértices definidores dos imóveis rurais, estando eles georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e com precisão posicional de 0,5 m. Essa norma tem o propósito de orientar os profissionais que atuam no mercado de demarcação, medição e georreferenciamento de imóveis rurais (SILVA, 2007).



Pesquise mais

Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (INCRA). Disponível em: <http://www.incra.gov.br/media/politica_fundiaria/regularizacao_fundiaria/2_edicao_norma_tecnica_.pdf>. Acesso em: 1 set. 2016.



Exemplificando

Suponhamos que um arquiteto seja contratado para fazer a atualização do Cadastro Rural de algumas fazendas na cidade de Piracicaba/SP (Figura 4.25), sabendo-se que já existe cadastro rural na região. Essa área está georreferenciada? Ele fará uso do GPS? Quais etapas deverão ser seguidas para elaborar o georreferenciamento dessa área?

Figura 4.25 | Zona Rural de Piracicaba/SP



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Fazendas_em_Piracicaba_SP.jpg>. Acesso em: 31 ago. 2016.

Solução:

- Essa área está georreferenciada?

Sim, porém, é necessário obter as informações atualizadas no INCRA, para saber o que será necessário fazer.

- Ele fará uso do GPS?

Sim, o GPS é uma importante ferramenta de localização nesse processo.

- Quais etapas deverão ser seguidas para elaborar o georreferenciamento desta área?

1ª Etapa: Seleção da transformação de coordenada: mapeamento direto estabelece uma relação entre o Sistema de Coordenada da imagem e o Sistema de Referência Terrestre através dos pontos de controle.

2ª Etapa: Mapeamento Inverso: construção de uma nova imagem baseada

na etapa anterior, com definição da localização dos pixels.

3ª Etapa: Reamostragem: definição do valor de cada pixel da nova imagem construída, baseada na imagem original.

Sem medo de errar

Suponhamos que você, um arquiteto, seja contratado para projetar e locar uma grande obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo. A área é pouco alterada, urbana ainda, porém próxima à área rural, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais – por exemplo, criar uma área de preservação ambiental, executar abertura de acessos com pouco impacto e sabendo que os terrenos devem possuir no mínimo 3500 m². Foi feito levantamento da área em campo com GPS? A área de implantação desta obra está georreferenciada? Quais são as etapas do georreferenciamento utilizado? Os dados foram tratados, geoprocessados? Poderei utilizar os dados para cadastramento urbano? Consigo obter mais alguma informação desses dados?



Atenção

O **georreferenciamento** é usado principalmente para o cadastramento de imóveis rurais. O **Cadastro Técnico Rural** é um sistema de informações relacionado à propriedade rural, que contém o registro da propriedade, a localização, o tamanho, as benfeitorias etc., gerenciados pelo INCRA e Receita Federal (ASSUMPÇÃO, 1987 apud SILVA, 2007).

Solução:

- Foi feito levantamento da área em campo com GPS?

Se houver planta topográfica do local, provavelmente houve o levantamento com uso do GPS. Caso não haja, deverá ser feito durante os primeiros trabalhos de campo.

- A área de implantação dessa obra está georreferenciada?

Se for área urbana, provavelmente estará georreferenciada, poderemos confirmar tal informação na prefeitura local.

- Quais são as etapas do georreferenciamento utilizado?

1ª Etapa: Seleção da transformação de coordenada: mapeamento direto estabelece uma relação entre o Sistema de Coordenada da imagem e o Sistema de Referência Terrestre através dos pontos de controle.

2ª Etapa: Mapeamento Inverso: construção de uma nova imagem baseada na etapa anterior, com definição da localização dos pixels.

3ª Etapa: Reamostragem: Definição do valor de cada pixel da nova imagem construída, baseada na imagem original.

- Os dados foram tratados, geoprocessados?

Será preciso verificar na Prefeitura. Se os dados foram georreferenciados, provavelmente foram geoprocessados, formando um banco de dados vetorial.

- Poderei utilizar os dados para cadastramento urbano?

Sim, esses dados poderão ser utilizados para cadastramento urbano.

- Consigo obter mais alguma informação desses dados?

Depende do que foi cadastrado. Já se sabe que endereço, tipo, proprietário, uso do solo poderão ser encontrados neste cadastro.

Avançando na prática

Levantamento cadastral na cidade de Ourinhos/SP

Descrição da situação-problema

Suponhamos que um arquiteto seja contratado para fazer a atualização do Cadastro Rural de algumas fazendas na cidade de Ourinhos/SP (Figura 4.26), sabendo-se que ainda não existe cadastro rural na região. Essa área está georreferenciada? Fará uso do GPS? Quais etapas deverão ser seguidas para elaborar seu georreferenciamento?

Figura 4.26 | Zona Rural de Ourinhos/SP



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ourinhos#/media/File:Rio_Paranapanema_e_zona_rural_de_Ourinhos_SP.jpg>. Acesso em: 31 ago. 2016.



Lembre-se

A Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais define a obrigatoriedade dos vértices definidores dos imóveis rurais, estando eles georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e com precisão posicional de 0,5 m. Essa norma tem o propósito de orientar os profissionais que atuam no mercado de demarcação, medição e georreferenciamento de imóveis rurais (SILVA, 2007).

Resolução da situação-problema

- Essa área está georreferenciada?

Não. Então é necessário fazer o georreferenciamento da área. É necessário obter as informações atualizadas no INCRA, para saber o que será necessário fazer.

- Fará uso do GPS?

Sim, o GPS é uma importante ferramenta de localização nesse processo e, neste caso, de uso obrigatório.

- Quais etapas deverão ser seguidas para elaborar o georreferenciamento dessa área?

1ª Etapa: Seleção da transformação de coordenada: mapeamento direto estabelece uma relação entre o Sistema de Coordenada da imagem e o Sistema de Referência Terrestre através dos pontos de controle.

2ª Etapa: Mapeamento Inverso: construção de uma nova imagem baseada na etapa anterior, com definição da localização dos pixels.

3ª Etapa: Reamostragem: definição do valor de cada pixel da nova imagem construída, baseada na imagem original.



Faça você mesmo

Um arquiteto foi contratado para projetar e locar um grande parque temático em uma área da zona rural. A área é pouco alterada, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais. A área de implantação encontra-se na zona rural de Montes Claros/MG (Figura 4.27). Foi feito levantamento da área em campo com GPS? A área de implantação dessa obra está georreferenciada? Quais são as etapas do georreferenciamento utilizado? Os dados foram tratados, geoprocessados? Ele poderá utilizar os dados para cadastramento urbano? Ele consegue obter mais alguma informação desses dados?

Figura 4.27 | Zona Rural de Montes Claros/MG



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Montes_Claros#/media/File:Fazenda_em_Montes_Claros_MG.jpg>. Acesso em: 31 ago. 2016.

Faça valer a pena

1. Para que haja um bom planejamento urbano e regional atualmente, usam-se ferramentas computacionais que facilitam a obtenção de dados geográficos. Essas ferramentas são:

- a) SIG e Autocad.
- b) SIG e ARCGIS.
- c) Geoprocessamento e SIG.
- d) ARCGIS e Geoprocessamento.
- e) Geoprocessamento e Autocad.

2. O Geoprocessamento trata os dados gerando um conjunto de informações que incluirão características do seu levantamento, para a construção de sua documentação, para posterior busca e exploração.

Quais áreas a seguir podem ser influenciadas durante o geoprocessamento?

- a) Planejamento urbano.
- b) Construção civil.
- c) Planejamento econômico.
- d) Análise de risco.
- e) Geotecnia.

3. Em Lahm (2000 apud MADRUGA, 2008), e Salvador e Silva (2004 apud MADRUGA, 2008), o georreferenciamento é definido como um referenciamento das informações que deverão ser processadas em um único sistema de coordenadas em uma mesma base cartográfica. Qual o significado desta afirmativa?

a) Significa que todos os dados deverão ser processados conjuntamente em uma mesma base cartográfica.

b) Significa que devemos localizar os dados de uma área a um determinado ponto na superfície terrestre.

c) Significa que é necessário apenas ter um sistema de coordenadas e um datum.

d) Significa que para cada ponto deverá haver uma imagem relacionada.

e) Significa que os pontos localizados deverão estar descritos de forma mais verdadeira possível.

Seção 4.4

Introdução e aplicação do sensoriamento remoto

Diálogo aberto

O sensoriamento remoto surgiu em 1960 como uma ferramenta de coleta automática de dados usada para levantar e monitorar recurso terrestre em escala global que mais obteve sucesso.

Atualmente, devido à qualidade da resolução espectral das imagens obtidas, pode-se obter detalhamento a 1 metro da superfície, podendo ser gerados mapas temáticos sobre levantamento de recursos naturais, monitoração ambiental, avaliação de desastres naturais, desmatamentos, cadastramentos rurais, defesa, entre outras. É uma tecnologia usada no mundo todo, capaz de reunir a maior diversidade de usuários de diversas áreas (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Um grande acontecimento que marcou o início da era do sensoriamento remoto moderno foi o primeiro satélite lançado pelos Estados Unidos unicamente direcionado para este fim, o ERTS-1, que logo depois foi renomeado para Landsat 1 que gerava uma nova imagem a cada 18 dias de qualquer região do planeta. Após esse satélite, vários outros também foram lançados por europeus, canadenses, asiáticos e sul-americanos, que buscavam atender necessidades específicas em função do tipo de aplicação ou da característica geográfica de uma dada região da Terra. Atualmente, existem dezenas de sensores orbitando ao redor do nosso planeta, que podem ser capazes de detectar objetos na superfície terrestre com menos de 50 cm, inclusive capazes de ultrapassar a opacidade das nuvens.

O Sensoriamento Remoto pode ser utilizado como uma ferramenta de gerenciamento de bens patrimoniais e prediais, em especial no setor de infraestrutura, como saneamento, telecomunicações, eletricidade e transporte, esses distribuídos por grandes extensões territoriais (COUTO, 2012). Pode ser usado também para a investigação de mudanças ambientais globais e desastres naturais, bem como para o planejamento urbano e regional, simulando possibilidades e predizendo o crescimento urbano de uma determinada região.

Retomando a situação disposta na seção anterior, suponhamos que você, um arquiteto, seja contratado para projetar e locar uma grande obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo. A área é pouco alterada, urbana ainda, porém próxima à área rural, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais – por exemplo, criar uma área de preservação ambiental, executar abertura de acessos com pouco impacto e sabendo que os terrenos devem possuir no mínimo 3500 m². Por meio das imagens de satélite é possível verificar as informações citadas? Essas imagens podem fornecer mais informações adicionais? Quais? Qual a resolução dessa imagem? Elas podem ser usadas para o planejamento da implantação dessa obra? Como?

Ao final desta seção, esperamos que você, aluno, seja capaz de compreender a definição de Sensoriamento Remoto e suas aplicações em diversas áreas da Arquitetura e do Urbanismo.

Bons estudos!

Não pode faltar

Meneses e Almeida (2012, p. 3) define **Sensoriamento Remoto** da seguinte forma:



Sensoriamento Remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres.

De acordo com a definição acima, podemos afirmar que o objeto imageado é registrado pelo sensor através da medida da radiação eletromagnética, tal como a luz solar é refletida na superfície de qualquer objeto. No entanto, não se pode considerar que apenas imagens transmitidas por satélites compõem o Sensoriamento Remoto (Figura 4.28), mas que as fotografias aéreas também são uma classe de sensores remotos, pois também é uma forma de observar a Terra.

Figura 4.28 | Imagem via satélite da América do Sul



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/am%C3%A9rica-do-sul-continente-terra-74073/>>. Acesso em: 5 set. 2016.

Radiação Eletromagnética é definida como algo que se propaga pelo espaço vazio, como a luz solar, possui duplo comportamento, sendo ao mesmo tempo um tipo de onda e um tipo de energia, somente assim poderá analisar qualquer tipo de imagem de sensoriamento remoto, explicando o todo observado com referências às características dos objetos. É uma medida da interação da radiação eletromagnética com a superfície dos objetos (MENESES; ALMEIDA, 2012).



Assimile

A **Resolução das imagens** é definida de acordo com Dicionário Selper (apud MENESES; ALMEIDA, 2012) como a capacidade operacional de um sistema de sensoriamento remoto de produzir uma imagem nítida e bem definida. É dividida em quatro tipos: **Resolução Espacial, Espectral, Radiométrica e Temporal**.

Resolução Espacial: é uma propriedade importante da imagem, representa o tamanho individual do elemento de área imageada (Figura 4.29) no terreno que aparece em qualquer tipo de sensor. Determina o tamanho do menor objeto que pode ser identificado em uma imagem (MENESES; ALMEIDA, 2012).

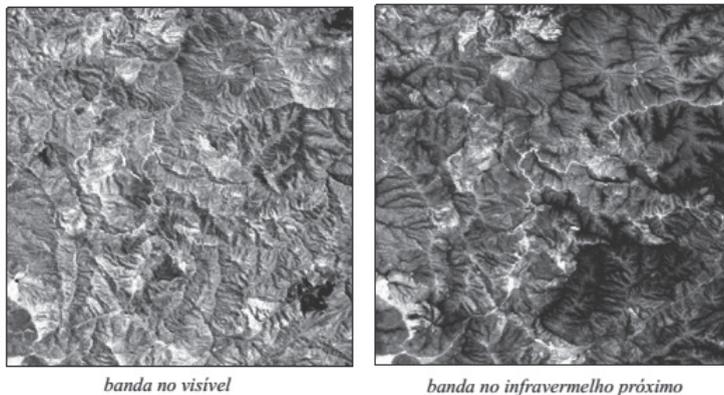
Figura 4.29 | Imagens dos satélites Landsat com resolução espacial de 30 m, Spot com 10 m e Ikonos com 1 m, de parte do lago Paranoá, em Brasília/DF



Fonte: Meneses e Almeida (2012, p. 26).

Resolução Espectral: é a obtenção simultânea de imagens em múltiplas bandas espectrais, é uma medida de largura das faixas espectrais e da sensibilidade do sensor em distinguir entre dois níveis de intensidade do sinal de retorno da imagem (Figura 4.30). Um sensor tem melhor resolução espectral se ele possui maior número de bandas situadas em diferentes regiões espectrais e com larguras estreitas de comprimento de onda, é utilizado para um determinado tipo de alvo (MENESES; ALMEIDA, 2012).

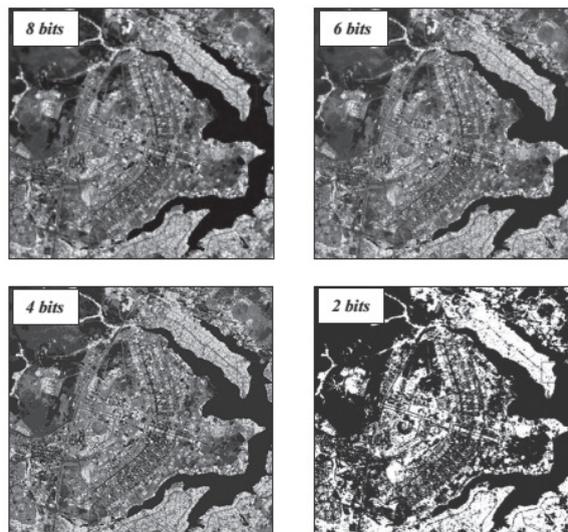
Figura 4.30 | Imagem focada na identificação de estradas de terra em áreas de densa vegetação, com dimensão inferior à resolução espacial de 30 m da imagem



Fonte: Meneses e Almeida (2012, p. 29).

Resolução Radiométrica: é a medida da intensidade da radiância da área de cada pixel unitário. Quanto maior for a resolução radiométrica, maior será a capacidade do detector para medir as diferenças de intensidades dos níveis de radiância, resumindo, maior será a resolução radiométrica (MENEZES; ALMEIDA, 2012).

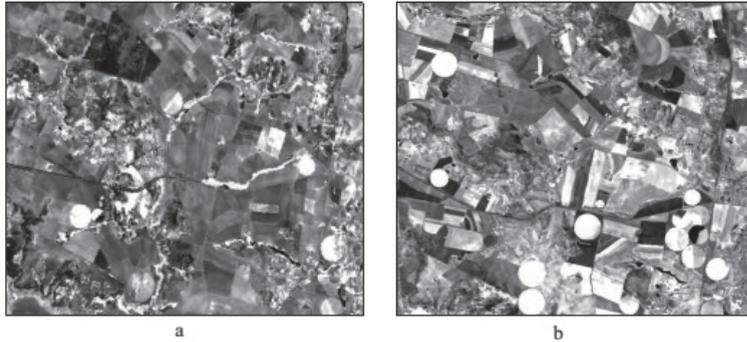
Figura 4.31 | Imagens com diferentes níveis de resolução radiométrica



Fonte: Meneses; Almeida (2012, p. 30).

Resolução Temporal: é a frequência que o sensor revisita uma área obtendo imagens (Figura 4.32) em períodos de tempo durante sua vida útil. Isso é possível, pois o plano de órbita do satélite é fixo e ortogonal em relação ao sentido de rotação da Terra, podendo passar sobre um mesmo ponto na superfície terrestre na mesma hora (MENEZES; ALMEIDA, 2012).

Figura 4.32 | Imagem do satélite Landsat em uma área agrícola, obtida em 2000 (a) e em 2009 (b), para comparação de crescimento de pivôs centrais e do parcelamento das terras



Fonte: Meneses e Almeida (2012, p. 33).

E qual é a aplicação do Sensoriamento Remoto na formação do arquiteto e urbanista?

Com a necessidade de se adaptar o planejamento de nossas cidades aos modelos atuais computadorizados, e em vista à vastidão dos problemas ambientais que as degradam devido às práticas abusivas, arquitetos, geógrafos, geólogos e profissionais relacionados têm buscado soluções metodológicas e práticas para essas questões. Nessa busca, o profissional deve considerar os atributos físicos locais, como localização, topografia, relevo, solos, vegetação, clima etc. bem como atributos sociais e populacionais, dentre eles a densidade populacional e a classe social.

Através da resolução espacial das imagens orbitais, o Planejamento Urbano e Regional teve a possibilidade de reconhecer o ambiente regional e interpretar as inter-relações ambientais naturais e antrópicas. O Planejamento Municipal teve seu favorecimento devido ao estudo detalhado do uso do solo, tanto no meio urbano quanto no rural, evidenciando problemas e potenciais para elaboração de propostas de Leis de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e Planos Diretores, também permitiu monitorar e estudar a evolução dos processos urbanos (MALTA; VIEIRA, 2004).



Refleta

Pense bem... como seria possível acompanhar o crescimento urbano regional e municipal sem o auxílio do Sensoriamento Remoto? E a evolução de grandes áreas rurais cultivares? Como verificar o parcelamento das terras, o uso e ocupação desse solo? Como analisar o impacto ambiental, por exemplo, de uma grande mineradora? Seria possível fazer tudo manualmente sem o auxílio desse sistema informacional?

O arquiteto e urbanista pode ter seu status elevado a pesquisador e agente importante na tomada de decisões ligadas ao Planejamento Urbano e Regional tendo como aliado o uso do Sensoriamento Remoto. Ter um sistema informacional de análise do meio ambiente aliado ao processo de planejamento e gestão ambiental facilitará o controle das atividades impactantes ambientalmente de forma ágil, junto às tomadas de decisões, que proporão medidas mitigadoras e imporão penalidades legais. As técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, além de serem consideradas o principal instrumento de trabalho na análise urbana, fornecem uma base científica para o entendimento do fenômeno urbano e regional atual, propiciando uma visão integrada e temporal, potencializando a atuação propositiva e projetual do arquiteto e urbanista nesse caos atual urbano e regional (MALTA; VIEIRA, 2004).



Pesquise mais

Para saber mais, leia o artigo *Aplicação dos sistemas de sensoriamento por imagens e o planejamento urbano regional*, disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_03/8arqurb3-claudia.pdf>. Acesso em: 9 set. 2016.

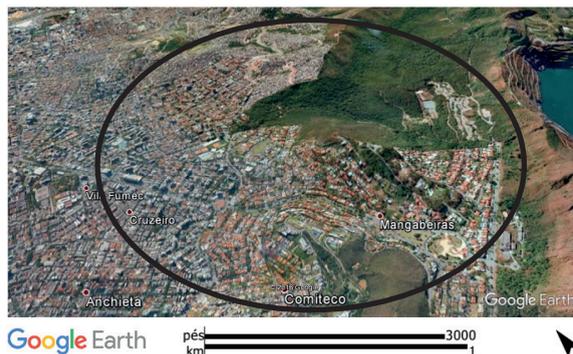
ALMEIDA, C. M. Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano e regional. **Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo**. v. 3, p. 98-123, 2010.



Exemplificando

Suponhamos que um arquiteto seja contratado para participar do planejamento urbano de uma região da cidade de Belo Horizonte, analisando o crescimento urbano local e o avanço da urbanização sobre áreas de mata preservadas. Qual seria a melhor ferramenta de que ele poderia fazer uso para analisar tais parâmetros? De acordo com a imagem a seguir, quais informações podem ser obtidas?

Figura 4.33 | Imagem via satélite da região sul da cidade de Belo Horizonte/MG



Fonte: Google Earth (2016). Acesso em: 12 set. 2016.

Solução:

- Qual seria a melhor ferramenta de que ele poderia fazer uso para analisar tais parâmetros?

O arquiteto precisará utilizar o sistema de sensoriamento remoto e ferramentas de geoprocessamento para analisar de forma integrada o avanço urbano nessa região.

- De acordo com a imagem anterior, quais informações podem ser obtidas?

Na imagem, podemos analisar o avanço urbano sobre a área de preservação permanente, áreas de novas construções, ruas e avenidas, parques e escolas, áreas comerciais etc.; analisar o meio ambiente, verificar encaixe de drenagens e microbacias hidrográficas, bem como as áreas afetadas.

**Faça você mesmo**

Caro aluno, acesse o Google Earth, digite na busca Aeroporto de Congonhas, em São Paulo, e analise os itens a seguir:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Vias de acesso. • Bairros de entorno. • Áreas verdes e parques. | <ul style="list-style-type: none"> • Córregos e rios. • Bacia hidrográfica. • Relevo e topografia. |
|---|---|

Agora responda: Como é possível utilizar todas essas informações para fazer uma atualização do planejamento urbano local, visando à mobilidade e à melhoria de acesso ao aeroporto?

Sem medo de errar

Retomando a situação disposta na seção anterior, suponhamos que você, um arquiteto, seja contratado para projetar e locar uma grande obra de um condomínio fechado de casas, em um loteamento novo. A área é pouco alterada, urbana ainda, porém próxima à área rural, sendo necessário estar de acordo com as leis ambientais e municipais – por exemplo, criar uma área de preservação ambiental, executar abertura de acessos com pouco impacto e sabendo que os terrenos devem possuir no mínimo 3500 m². Pelas imagens de satélite é possível verificar as informações acima? Essas imagens podem fornecer informações adicionais? Quais? Elas podem ser usadas para o planejamento da implantação dessa obra? Como?



Atenção

Através da resolução espacial das imagens orbitais, o Planejamento Urbano e Regional teve a possibilidade de reconhecer o ambiente regional e interpretar as inter-relações ambientais naturais e antrópicas. O Planejamento Municipal teve seu favorecimento devido ao estudo detalhado do uso do solo, tanto no meio urbano quanto no rural, evidenciando problemas e potenciais para elaboração de propostas de Leis de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e Planos Diretores, também permitiu monitorar e estudar a evolução dos processos urbanos (MALTA; VIEIRA, 2004).

Solução:

- Pelas imagens de satélite é possível verificar as informações dadas?

Sim, as imagens de satélites podem fornecer informações como: tamanho da área de implantação da obra, presença de áreas verdes, contato urbano com o rural etc.

- Essas imagens podem fornecer informações adicionais? Quais?

Sim, podem fornecer informações como: vias de acesso; bairros de entorno; áreas verdes e parques; córregos e rios; bacia hidrográfica; relevo e topografia. Podem também informar o sentido do crescimento urbano e populacional, bem como deficiências sociais.

- Elas podem ser usadas para o planejamento da implantação da obra? Como?

Sim, utilizando as informações para o estudo detalhado do uso do solo, tanto no meio urbano quanto no rural, é possível evidenciar problemas e potenciais para elaboração de propostas de Leis de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e Planos Diretores.

Avançando na prática

Atualizando o projeto urbanístico do Aeroporto "Viracopos" em Campinas/SP

Descrição da situação-problema

Suponhamos que um arquiteto tenha sido contratado para fazer a atualização do projeto urbanístico do Aeroporto Viracopos, em Campinas/SP. A partir da imagem de satélite a seguir (Figura 4.34), quais informações úteis ele pode retirar? Qual o grau de detalhamento dessa imagem? Possui boa resolução?

Figura 4.34 | Imagem da região do Aeroporto Viracopos, em Campinas/SP



Fonte: Google Earth (2006); <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: 12 set. 2016.



Lembre-se

O profissional deve considerar os atributos físicos locais, como localização, topografia, relevo, solos, vegetação, clima etc. bem como atributos sociais e populacionais, dentre eles a densidade populacional e a classe social.

Resolução da situação-problema

- A partir da imagem de satélite apresentada (Figura 4.34), quais informações úteis ele pode retirar?

O arquiteto pode retirar informações como: vias de acesso; bairros de entorno; áreas verdes e parques; córregos e rios; bacia hidrográfica; relevo e topografia. Pode também verificar o sentido do crescimento urbano e populacional, bem como deficiências sociais, tamanho da área de implantação da obra, presença de áreas verdes, contato urbano com o rural etc.

- Qual o grau de detalhamento dessa imagem? Possui boa resolução?

Sim, possui boa resolução. Seu grau de detalhamento permite visualizar o solo com bastante precisão e detalhamento, neste caso, a visualização está a 4 km do solo.



Faça você mesmo

Um arquiteto foi contratado para projetar um parque em uma Área de Preservação Permanente (APP). A área é pouco alterada, próxima à zona urbana, e precisa de um bom acesso, pois o parque estará aberto ao público diariamente, também precisará de uma boa rede hídrica e vegetação de grande porte. De acordo com a imagem de satélite a seguir, quais informações o arquiteto consegue retirar para a implantação do parque? Qual a resolução? Está próximo do solo?

Figura 4.35 | Imagem de satélite do bairro Buritis, em Belo Horizonte/MG



Fonte: Google Earth (2016); <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: 12 set. 2016.

Faça valer a pena

1. O sensoriamento remoto, que surgiu em 1960, é uma ferramenta de coleta automática de dados usada para levantar e monitorar recurso terrestre em escala global. Quais informações é possível obter com essa ferramenta? Marque a alternativa correta:

- a) Levantamento demográfico.
- b) Análise social.
- c) Monitoração ambiental.
- d) Controle de vazão hídrica.
- e) Levantamento de gasto energético.

2. O Sensoriamento Remoto pode ser utilizado como uma ferramenta de gerenciamento de bens patrimoniais e prediais, em especial no setor de infraestrutura, como saneamento, telecomunicações, eletricidade e transporte, distribuídos por grandes extensões territoriais (COUTO, 2012).

O Sensoriamento Remoto pode também ser utilizado para:

- a) Investigação de mudanças ambientais globais.
- b) Monitoração econômica brasileira.
- c) Crescimento demográfico e populacional.
- d) Controle da evolução educacional.
- e) Controle de emissão de gases tóxicos na atmosfera.

3. Sensoriamento Remoto é uma ciência que visa ao desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MENESES; ALMEIDA, 2012).

De acordo com a afirmação acima, o objeto imageado é registrado pelo sensor através da medida da:

- a) Radiação solar.
- b) Radiação eletromagnética.
- c) Resolução espectral.
- d) Resolução espacial.
- e) Resolução temporal.

Referências

- AGUIRRE, A. J.; MELLO FILHO, J. A. de. **Introdução à Cartografia**. Santa Maria: UFSM, 2009.
- ALMEIDA, C. M. Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano e regional. **Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo**. v. 3, p. 98-123, 2010.
- ANDERSON, P. S. **Princípios de Cartografia Básica**. Brasília, 1982. v. 1 (Capítulos 1-7).
- ARCHELA, R. S. **Análise da cartografia brasileira: bibliografia da cartografia na geografia no período de 1935-1997**. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- CÂMARA, G. C. et al. Introdução à Ciência da Geoinformação. **INPE**, 2015. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 24 ago. 2016.
- CARDOSO, E. J. et al. O processo de urbanização brasileiro. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11., 2011. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: Universidade Vale do Paraíba, 2011. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0088_0295_01.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2016.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 23 ago. 2016.
- COUTO, R. A. S. **O uso de ferramentas de geoprocessamento para o gerenciamento de bens patrimoniais e prediais**. 2012. Dissertação (Mestrado)–Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2012.
- DEÁK, C. Localização e espaço: valor de uso e valor. In: **À busca das categorias da produção do espaço**. 2001. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/c_deak/CD/4verb/usodosolo/index.html>. Acesso em: 23 ago. 2016.
- DUARTE, F. **Planejamento urbano**. Curitiba: Ipbex, 2000.
- GASPARINI, K. A. C. et al. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas na identificação de conflitos do uso da terra em Seropédica-RJ. **Floresta Ambient. Seropédica**, v. 20, n. 3, p. 296-306, set. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-80872013000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 ago. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Noções de Cartografia** – Representação. 2016. [on-line]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/representacao.html>. Acesso em: 12 ago. 2016.

_____. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1999. v. 1. p. 130. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 8). Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Transportes. **Lei nº 13.885, de 25 de agosto de 2004 (Projeto de Lei nº 139/04, do Executivo, aprovado na forma de Substitutivo do Legislativo)**. Estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico, institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras, dispõe sobre o parcelamento, disciplina e ordena o Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo. 25 ago. 2004. Disponível em: <<http://cmspbdoc.inf.br/iah/fulltext/leis/L13885.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

MADRUGA, R. A. **Geração de base cartográfica digital utilizando imagens de satélite de altíssima resolução espacial para o suporte ao planejamento municipal**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MALTA, F. J. N. C.; VIEIRA, I. M. Sensoriamento Remoto na formação do arquiteto e urbanista: novos problemas, novos caminhos. In: JORNADA DE EDUCAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO NO ÂMBITO DO MERCOSUL, 4., 2004. **Anais...** São Leopoldo, 2004.

MELO, D. H. C. T. B. et al. Decifrando o georreferenciamento, Geoinformação e Sensoriamento Remoto em Geografia. **Geografia Ensino & Pesquisa**, V. 18, n. 3, set./dez. 2014.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB/CNPq, 2012.

REZENDE, D. A.; ULTRAMARI, C. Plano Diretor e Planejamento Estratégico Municipal: introdução teórico-conceitual. **RAP**, Rio de Janeiro, mar./abr. 2007.

ROQUE, C. G.; OLIVEIRA, I. C. DE; FIGUEIREDO, P. P.; BRUM, E. V. P.; CAMARGO, M. F.. Georreferenciamento. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 4, n. 1, p. 87-102, 2006.

SAADI, A. A geomorfologia como ciência dá apoio ao planejamento urbano em Minas Gerais. **Revista Geonomos**. v. 5, n. 2, 1997.

SAMPAIO, A.; CORDEIRO, A.; BASTOS, F. Susceptibilidade à Erosão Relacionada ao Escoamento Superficial na Sub-Bacia do Alto Mundaú, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 125-143, jan. 2016.

SANTOS, A. R. **Apostila de elementos da cartografia**. Alegre/ES: Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal do Espírito

Santos, 2013.

SILVA, J. X. da. O que é Geoprocessamento? Coordenador do Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP) da UFRJ. **Revista do Crea**, Rio de Janeiro, out./nov. 2009.

SILVA, R. R. **Aplicação de imagens orbitais de alta resolução espacial no cadastro técnico rural multifinalitário**. 2007. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

VIADANA, M. I. C. de F. A experiência de atualização de Carta Topográfica 1:50.000 através de Imagens Spot - Folha Rio Claro (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998. **Anais...** Santos: INPE, set. 1998. p. 719-730.

KAHMEN, H.; FAIG, W. **Surveying**. Berlim: Walter Gruyter e Co, 1988. 578 p.

ISBN 978-85-522-0005-5



9 788552 200055 >