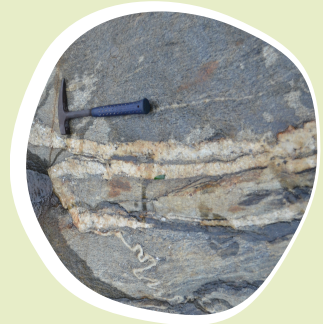




Guia ilustrado em Geociências

Núcleo Caraguatatuba

Parque Estadual da Serra do
Mar



Apresentação

Este guia ilustrado acompanha os roteiros da geodiversidade do Núcleo Caraguatatuba do Parque Estadual da Serra do Mar.

Ele foi concebido para explicar, de modo sucinto, alguns termos técnicos em geociências que foram utilizados ao longo da descrição dos pontos.

Ao final, encontram-se algumas referências que podem ser consultadas para se aprofundar nos temas abordados.

Boa leitura!





Deformação nas rochas

A Terra é um planeta em constante movimento. Mesmo que imperceptíveis, estes movimentos geram esforços que "puxam" e "empurram" as rochas em várias direções, modificando-as tanto na **forma externa** quanto no seu **arranjo interno**.

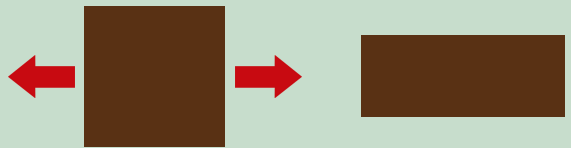
Estes processos geram **estruturas** que podem ser observadas em várias escalas, desde macroscópica (como a Falha de Santos, que gerou a Serra do Mar) até microscópica (não observáveis a olho nu).

As estruturas geológicas são o foco de um ramo das geociências denominado **Geologia Estrutural**. Seu estudo é importante para entender o desenvolvimento do relevo, na prevenção de riscos geológicos, na distribuição de minérios e na construção de obras de engenharia.

Tipos de esforços que podem deformar as rochas

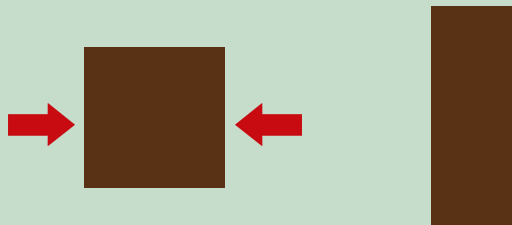
Esforço tensional

A rocha é "puxada" em sentidos opostos, gerando extensão.



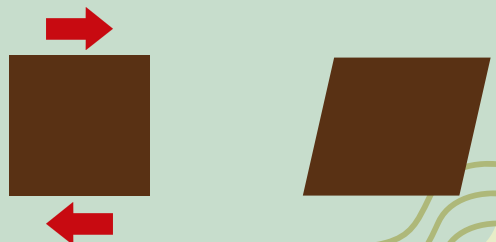
Esforço compressivo

A rocha é "empurrada" em sentidos opostos, gerando encurtamento.



Esforço cisalhante

O movimento é paralelo ao material, gerando distorção.



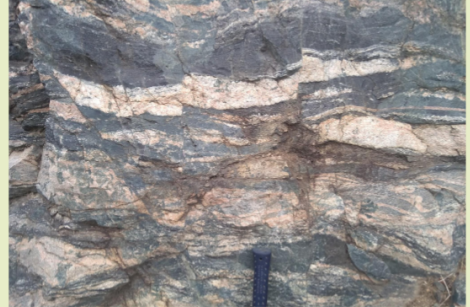
Dependendo das condições em que os esforços atuam deformando as rochas, diferentes tipos de estruturas podem ser produzidas.

Deformação rúptil

Em superfície ou em pequenas profundidades (até cerca de 10 km), as rochas tendem a quebrar, gerando **fraturas** e **falhas**.



Planos de fraturas (juntas) em granito. Ilha do Cardoso, SP.



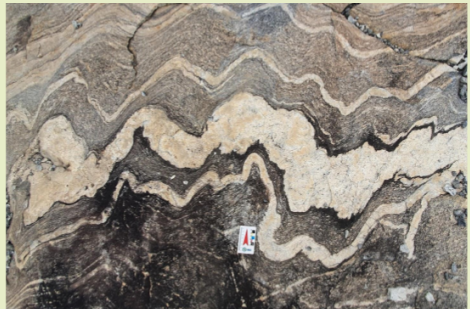
Pequenas falhas em gnaiss. Cabreúva, SP.

Deformação dúctil

Em grandes profundidades (mais de 12 km), as rochas tendem a esticar e dobrar, gerando **foliações** e **dobras**.



Foliação em gnaiss. Ilhabela, SP.



Dobras em gnaiss. Ceará.

Além da temperatura, outros fatores tais como a pressão, a composição mineralógica, a presença ou não de fluidos e a duração do processo de deformação determinam como a rocha vai se comportar face à deformação!



Erosão

A erosão é o processo responsável pelo desgaste das rochas, após sofrerem intemperismo. Veja exemplos dos principais agentes erosivos:

Rios (erosão fluvial) Desgastes nas rochas situadas abaixo de uma cachoeira, ou o aprofundamento do leito do rio à medida que os sedimentos são carregados.

Chuva (erosão pluvial) Formação de ravinas e voçorocas, que acometem o solo principalmente em regiões com uso intenso para pecuária e monoculturas

Gelo (erosão glacial) Processo de erosão quando ocorre por exemplo o avanço de uma geleira em um vale fluvial

Vento (erosão eólica) Marcada pela retirada de sedimentos mais finos, o que dá origem às dunas, por exemplo

Correntes, marés e ondas (erosão marinha) Processos de desgaste dos costões rochosos, retirada de sedimentos da praia e outros



Voçorocas: formadas a partir da erosão pluvial



Marmitas formadas pela ação erosiva da água



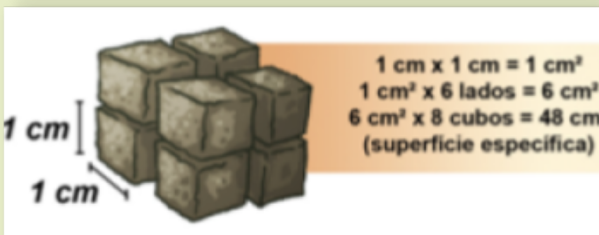
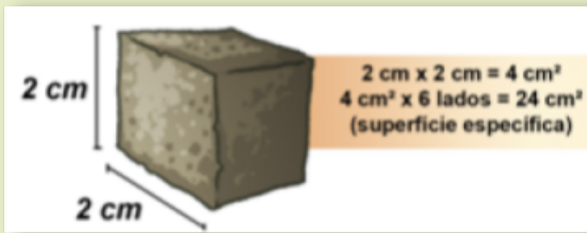
Erosão costeira



Intemperismo

Intemperismo ou **meteorização** é o conjunto de processos químicos, físicos e biológicos que são responsáveis pela alteração das rochas, provocando a sua fragmentação (**intemperismo físico**) e/ou a sua decomposição (**intemperismo químico**). O intemperismo é a primeira e fundamental etapa na formação dos solos e dos sedimentos.

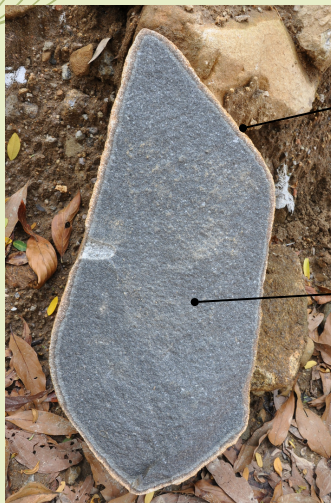
O **intemperismo físico** ocorre principalmente pelas variações na temperatura e na pressão. Quando ocorrem mudanças bruscas de temperatura ao longo do dia, ou ao longo das estações, por exemplo, a rocha sofre aumento (dilatação) ou redução de volume (contração). Ao longo do tempo, isso acaba facilitando sua fragmentação.



Fragmentação da rocha como resultado do intemperismo físico traz como consequência o aumento da superfície exposta aos agentes do intemperismo químico.

Fonte: Toledo et al. (2014)

O principal agente que causa o intemperismo **químico** é a água da chuva, que é rica em elementos químicos, como o CO₂, por exemplo. Esta água, ao entrar em contato com a superfície das rochas ou penetrar ao longo de fraturas, vai desencadear reações químicas, alterando quimicamente a rocha.



Nas bordas, a rocha está mais alterada

No centro, a rocha está menos alterada

Fragmento de rocha que foi partida ao meio, demonstrando que a superfície exposta apresenta um maior nível de alteração em comparação com a área interna.

Tanto as alterações físicas como químicas nas rochas também podem ser desencadeadas por **elementos biológicos**. Um exemplo de alteração física é o crescimento de raízes de árvores nas fraturas das rochas. Ao longo do tempo, estas raízes promovem a ampliação destas fraturas e até a fragmentação destas rochas, formando blocos. As alterações químicas ocorrem devido à ação dos ácidos orgânicos, produzidos a partir da decomposição da matéria orgânica.



Raízes de árvores crescendo ao longo de fraturas na rocha. No exemplo, ocorre o intemperismo físico, pois é uma região semiárida.



Movimentos de massa

O termo movimentos de massa é utilizado para descrever um conjunto de deslocamentos de solo, rocha, lama, dentre outros materiais. Eles ocorrem normalmente em regiões de encostas, quando a força da gravidade supera a força que mantém os materiais coesos, fazendo com que migrem para baixo.

A migração do material pode ocorrer de forma lenta ou abrupta, quando, em grande parte das vezes, causam verdadeiras catástrofes. A quantidade de material deslocado também pode variar desde pequenos volumes de solo até toneladas de terra e rocha.

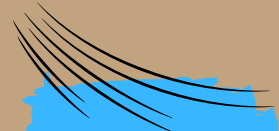
Fatores que influenciam os movimentos de massa



Tipo de **material** presente na encosta (consolidado ou inconsolidado)



Proporção de **água** contida nestes materiais (associada à porosidade)



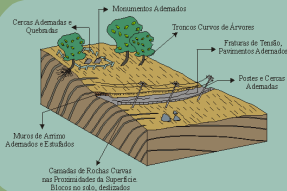
Declividade do terreno (pouco ou muito íngreme)

Além das causas naturais, fatores relacionados à ação humana também contribuem para a estabilidade das encostas. Dentre estas ações estão os aterros e depósitos de lixo, os cortes realizados em taludes, as mudanças no curso dos rios e os desmatamentos.

Especificamente nas áreas com relevo íngreme, nos casos em que existem ocupações irregulares, com infraestrutura inadequada, podem ocorrer acidentes graves. Além disso, cada vez mais são frequentes os movimentos de massa em áreas urbanas.

Tipos de movimentos de massa

Rastejos (*Creep*)



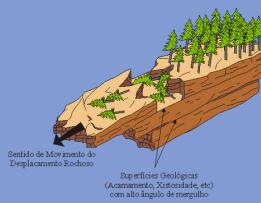
Movimentos lentos e contínuos da massa de solo de um talude. Deformação plástica, sem geometria e superfície de ruptura definidas.

Escorregamentos (*Slides*)



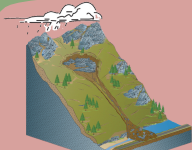
Movimentos rápidos de massas de solo e/ou rocha. Centro de gravidade do material se desloca para baixo e para fora do talude.

Movimentos de blocos



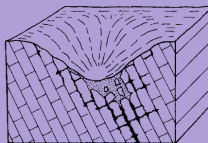
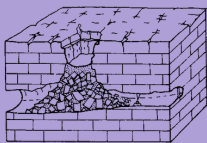
Movimentos rápidos de blocos e/ou lascas de rocha que caem pela ação da gravidade, em queda livre.

Corridas (*Flow*)



Movimentos gravitacionais na forma de escoamento rápido, envolvendo grandes volumes de materiais. Grande volume de material e extenso raio de alcance, com alto potencial destrutivo.

Afundamentos (*Sinkholes*)



Movimentos caracterizados por afundamento rápido ou gradual do terreno devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso.



Rocha

Rochas são substâncias sólidas naturais, compostas por um ou mais minerais, embora haja algumas rochas compostas por apenas um mineral. As rochas são formadas em vários tipos de ambientes geológicos.

Quanto à sua origem, as rochas são classificadas em ígneas, sedimentares e metamórficas. Para identificar uma rocha utiliza-se critérios como composição (os constituintes minerais), textura (modo como os minerais estão dispostos internamente) e estrutura (modo como o corpo rochoso se distribui e grau de homogeneidade).

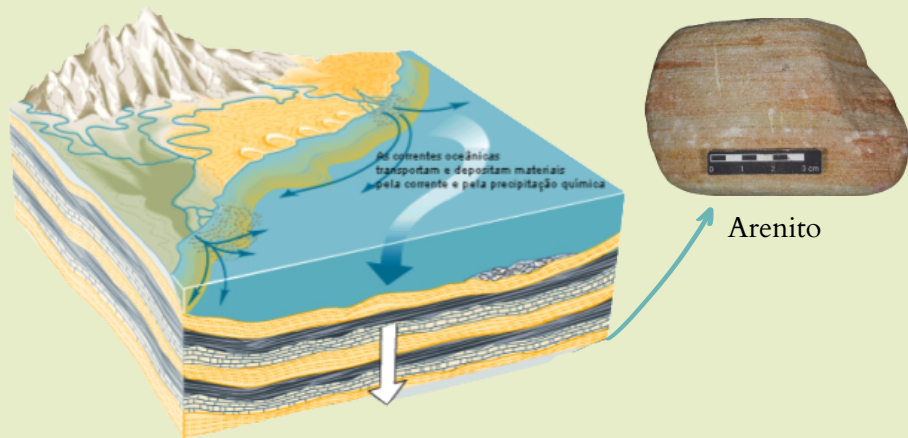
As **Rochas ígneas** são formadas por meio do resfriamento do magma, um material fundido muito quente que ocorre em profundidade. Ao se resfriar, o magma cristaliza e forma os minerais que constituem as rochas.

Quando o magma está em grandes profundidades na crosta terrestre, ele esfria de forma lenta, o que favorece a formação de cristais maiores. Quando ele está na superfície ou próximo a ela, o resfriamento é rápido, o que gera rochas com cristais pequenos, por vezes imperceptíveis a olho nu.



As **Rochas sedimentares** são classificadas de acordo com o material e com o processos que as formam.

As rochas sedimentares **clásticas** formam-se por meio da consolidação de sedimentos provenientes da desagregação de outras rochas. À medida que são depositados, os sedimentos que estão em camadas mais profundas são soterrados. Sob intensa pressão, estes sedimentos são compactados, perdendo fluidos ricos em íons que são posteriormente precipitados, formando o “cimento” da rocha sedimentar. Este processo é denominado litificação.



Arenito

Modelo esquemático do processo de formação das rochas sedimentares clásticas.

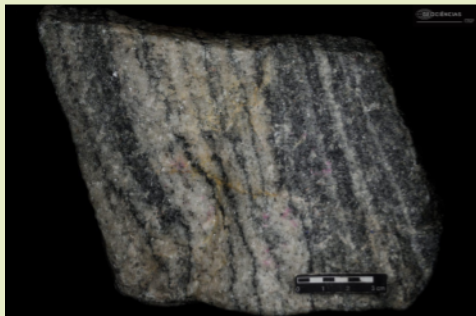
Fonte: <http://fossil.uc.pt/pags/sedime.dwt> e Coleção materiais didáticos do Instituto de Geociências - USP

As rochas sedimentares **químicas** formam-se pela precipitação de íons dissolvidos em meio aquoso, tanto por redução na solubilidade ou por evaporação.

As rochas sedimentares **biogênicas, biológicas ou bioquímicas** são aquelas formadas pela ação de organismos aquáticos ou pelo acúmulo de seus esqueletos.

As rochas sedimentares **orgânicas** formam-se devido ao acúmulo de matéria orgânica e de restos vegetais, gerando argilas orgânicas e carvão.

As **Rochas metamórficas** são formadas a partir da modificação de rochas preexistentes, que podem ser ígneas, sedimentares ou mesmo outras rochas metamórficas. Esse processo é chamado de **metamorfismo**. A maior parte das rochas metamórficas que conhecemos forma-se devido a alterações na **pressão** e/ou na **temperatura** causadas por movimentos na crosta terrestre, especialmente de convergência de placas. É o **metamorfismo regional**.



Gnaisse



Ardósia



Quartzito



Xisto

Outros tipos de metamorfismo:

De contato Ocorre quando um corpo magmático é colocado em meio a rochas mais frias, modificando-as ao longo de uma zona ao redor do corpo.

De impacto Ocorre quando a pressão gerada pelo impacto de meteoritos altera a composição e a textura das rochas ao redor.

De fundo oceânico Ocorre nas cadeias meso-oceânicas, quando o magma basáltico expelido entra em contato com a água do mar.



Solo

O solo é o material inconsolidado que se localiza entre a litosfera e a biosfera, Ele se forma como resultado da desagregação das rochas devido ao intemperismo, um processo que leva milhares de anos para acontecer.

Fatores que contribuem para a formação do solo:

- Clima (chuva, calor)
- Ação dos organismos vivos (plantas, animais)
- Tipo de relevo (declividade do terreno)
- Tipos de rochas (mais resistentes ou menos resistentes)
- Hidrografia da área
- Tempo

Como um corpo dinâmico, ao longo do tempo o solo torna-se mais desenvolvido e tende a apresentar horizontes, que são faixas relativamente horizontais, com diferentes cores e composições. Estes horizontes ocorrem entre a superfície, onde têm uma cor mais escura devido à presença de matéria orgânica em decomposição, e a rocha inalterada (ou rocha mãe), onde há maior concentração de fragmentos de rochas. De modo geral, um solo bem desenvolvido possui um perfil de maior profundidade e horizontes bem definidos.

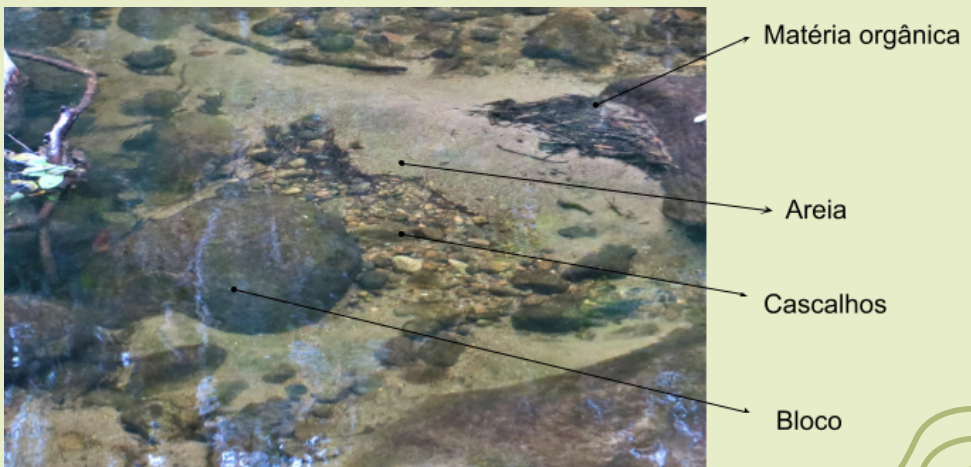
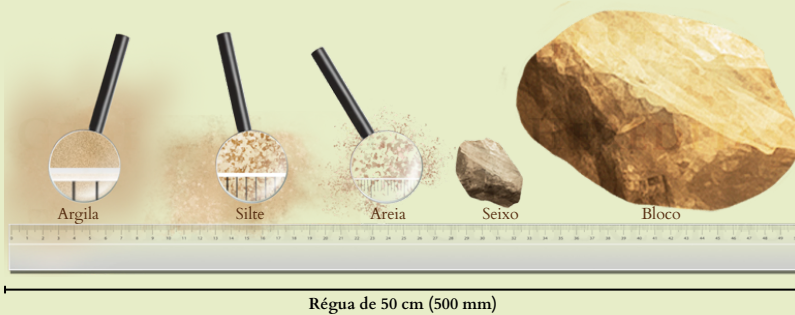




Transporte e deposição

O material intemperizado e erodido é removido do seu local de origem, podendo ser redistribuído na superfície por meio do transporte, um processo controlado essencialmente pela ação da gravidade. Os mesmos agentes que produzem a erosão (água, vento, gelo, etc.) acabam carregando os fragmentos retirados das rochas. Este material é denominado de **sedimento**.

Os sedimentos são transportados por rios, mares, ventos ou geleiras em direção a lugares mais baixos, onde são **depositados**. Estes sedimentos podem ser de vários tamanhos, desde grãos finos, como argila e areia, até blocos com vários metros de diâmetro.

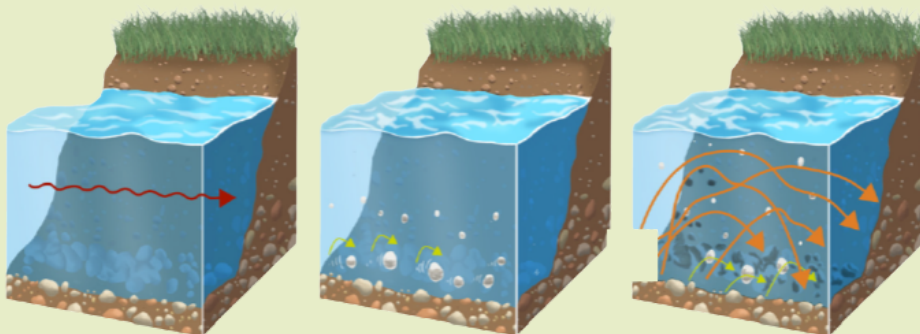





O transporte fluvial é responsável por mover grande parte dos sedimentos dos continentes em direção às praias e ao oceano. Esse processo depende da competência que o rio possui de transportar diferentes tipos de materiais. Basicamente, os rios que possuem uma maior velocidade de fluxo tendem a ter uma maior capacidade de transportar os sedimentos.

No processo de transporte, os sedimentos de maiores dimensões, como blocos, cascalhos, seixos e areias mais grossas, vão sendo depositados no leito. Estes fragmentos são transportados por meio de **rolamento** e **arrasto**.

Os sedimentos mais finos, por sua vez, são transportados em **suspensão** – são aquelas areias bem finas que observamos em meio ao fluxo da água.

Devido à turbulência do fluxo, o material depositado no leito pode ser também deslocado por **saltação**, ou seja, impulsionados pela água, vão saltando de ponto em ponto. É dessa forma que os fragmentos de rocha maiores, de formas retangulares, vão sendo fragmentados em sedimentos cada vez menores e mais arredondados.



-  Suspensão
-  Rolamento e arrastamento
-  Saltação

Tipos de transporte que ocorrem no rio.

Fonte: Toledo et al. (2014)

Para saber mais



Decifrando a Terra

Wilson Teixeira, Maria Cristina Motta de Toledo, Thomas Rich Fairchild, Fábio Taioli (Org.)
Companhia Editora Nacional, 2007 (2a. edição)



Para entender a Terra

John Grotzinger e Tom Jordan
Editora Bookman, 2013 (6a. edição)



Geologia

Maria Cristina Motta de Toledo, Wilson Teixeira, Christine Laure Marie Bourotte
USP/UNIVESP/EDUSP, 2014



Coleção Ciências da Terra - Módulos 1, 2 e 3

Rômulo Machado, Joel B. Sigolo (Org.)
Editora IBEP, 2019 (1a. edição)



Seção de materiais didáticos do IGc/USP

<https://didatico.igc.usp.br/>



SGB Educa - Portal do Serviço Geológico do Brasil

<http://sgbeduca.cprm.gov.br>



Geotour no Parque Estadual do Jaraguá

<https://geohereditas.igc.usp.br/passeios-virtuais/>
<https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=8346197266e34ce2bf93639de3de4407#>

Créditos

Textos, ilustrações, edição e layout

Maria da Glória Motta Garcia
Eliana Mazzucato
Laura Pereira Balaguer
Carlos Eduardo Manjon Mazoca

Este guia ilustrado foi produzido pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo (GeoHereditas), sediado no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc/USP).

O material faz parte do Projeto de Pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP) [Proc. 2019/19527-5], em parceria com o Núcleo Caraguatatuba do Parque Estadual da Serra do Mar.

Nosso objetivo é democratizar o conhecimento sobre Geociências para toda a sociedade.

Conheça nosso trabalho e participe das nossas redes:



<https://geohereditas.igc.usp.br/>



@geohereditas



<https://pt-br.facebook.com/geohereditasUSP/>



Acesse o
guia aqui



NÚCLEO DE APOIO À PESQUISA
PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOTURISMO



IGc/USP



FUNDAÇÃO FLORESTAL



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO