



NÚCLEO DE APOIO À PESQUISA

PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOTURISMO

USP



Geodiversidade e serviços ecossistêmicos

Núcleo Caraguatatuba
Parque Estadual da Serra do Mar



Apresentação

Este manual tem como objetivo fornecer noções básicas sobre os serviços ecossistêmicos fornecidos pela geodiversidade no Núcleo Caraguatatuba do Parque Estadual da Serra do Mar.

Os serviços ecossistêmicos são uma abordagem útil na conservação da natureza, com estreita relação com nosso legado para as futuras gerações.

As áreas protegidas, neste contexto, têm extrema relevância, a começar pela conservação da diversidade natural e consequente manutenção desses serviços e na promoção de atividades educativas e turísticas para a divulgação do tema.

Vamos conhecer um pouco sobre isso?



Sumário

Você sabe o que são serviços ecossistêmicos?	4
Biodiversidade e geodiversidade	5
Geodiversidade e serviços ecossistêmicos	7
Serviços de regulação	9
Serviços de provisão	11
Serviços de suporte	12
Serviços culturais	14
Serviços de conhecimento	15
Serviços ecossistêmicos encontrados no PESM	17
Ameaças aos serviços ecossistêmicos	18
A importância das áreas protegidas	19
Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	20

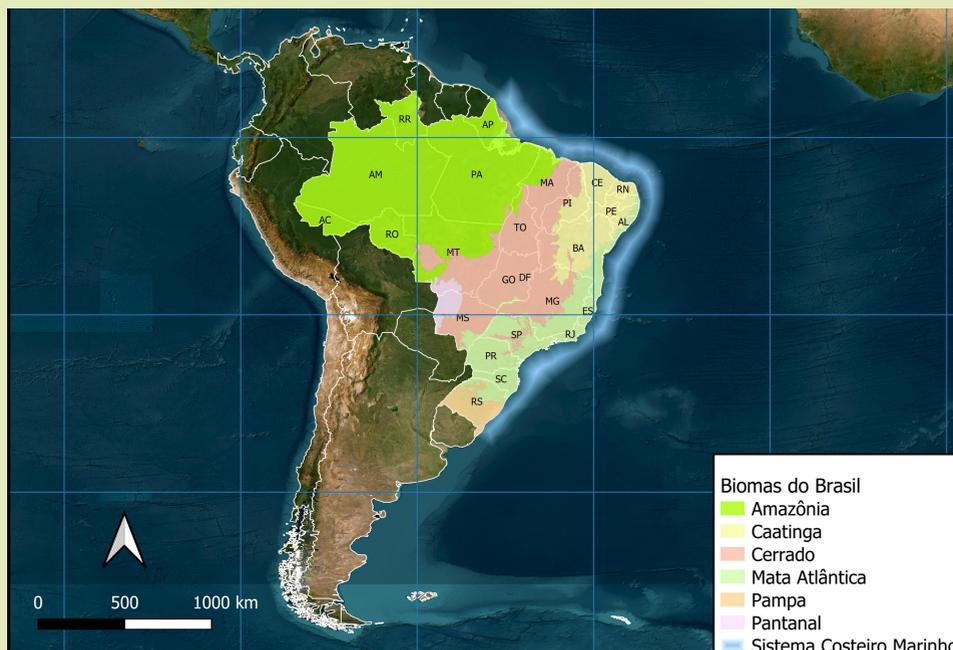
Você sabe o que são serviços ecossistêmicos?



Serviços ecossistêmicos são materiais e processos que vêm da natureza e que são úteis para o ser humano. Eles recebem este nome porque provêm dos ecossistemas, que são o conjunto de todos os elementos vivos e não vivos em uma área.

Em um ecossistema, os elementos vivos, como as plantas e os animais, interagem com os elementos não vivos, como a água, as rochas, as formas de relevo, o solo e a areia. Estes organismos dependem do ambiente para se desenvolverem.

Os ecossistemas podem ser de vários tamanhos, desde a foz de um rio até um oceano. No Brasil há vários ecossistemas importantes, como a Amazônia, o Cerrado, a Caatinga, o Pampa, o Pantanal e a Mata Atlântica.



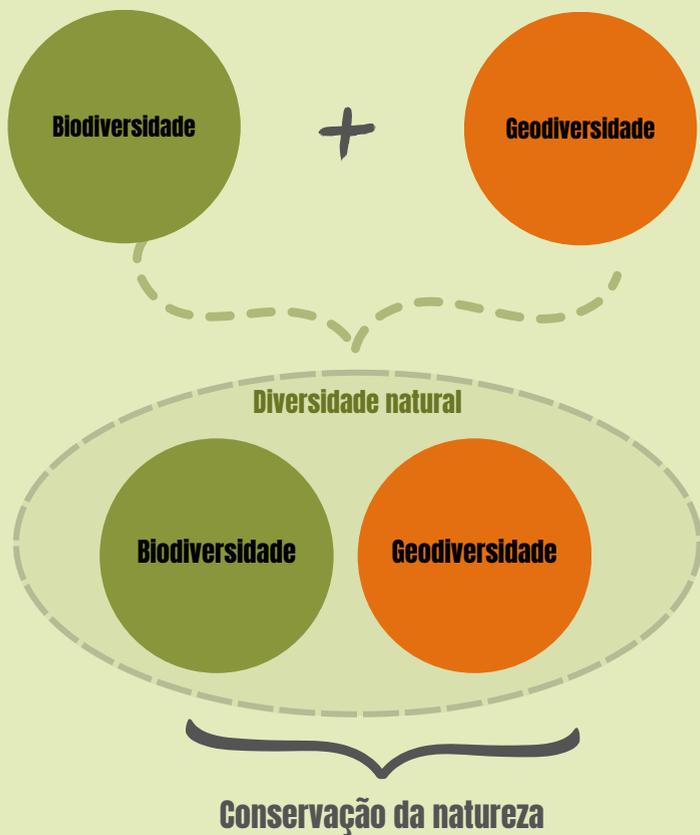
Biodiversidade e Geodiversidade



A diversidade de seres vivos presentes em um ecossistema compõe a sua **biodiversidade**, enquanto que a diversidade dos elementos não vivos é denominada **geodiversidade**. A geodiversidade compreende materiais e processos associados aos solos, à água (rios, reservatórios de água e oceanos), às formas de relevo, sedimentos, às rochas e os fósseis de determinado local, estado, região, país ou continente.



A biodiversidade e a geodiversidade formam a diversidade natural do nosso planeta. Portanto, eles devem ser o foco da conservação da natureza.



Como parte dos ecossistemas, a geodiversidade nos fornece diversos bens e serviços, incluindo aqueles necessários para a geração e a distribuição da própria biodiversidade.

A geodiversidade é tão importante que a UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - instituiu a data de 6 de outubro como o **Dia Internacional da Geodiversidade**, comemorado pela primeira vez em 2022 com diversas atividades em todo o mundo.



Vamos conhecer mais sobre esses bens e serviços?

Geodiversidade e serviços ecossistêmicos



O nosso planeta é fisicamente diverso. Desde sua formação, há 4,6 bilhões de anos, ele vem continuamente se modificando. É essa diversidade que determina a existência e a distribuição de diferentes tipos de ecossistemas, essenciais para o desenvolvimento da vida. Os serviços ecossistêmicos providos pela geodiversidade são benefícios que esse componente da natureza fornece para os seres humanos e para a biodiversidade em geral.

Vamos conhecer um exemplo de como a geodiversidade pode fornecer um serviço ecossistêmico?

Aqui temos um elemento da geodiversidade comum na Serra do Mar: a rocha metamórfica **gnaisse**

Ao longo de milhares de anos, essa rocha pode ser transformada em um tipo de solo que se chama **Cambissolo háplico**

Esse tipo de solo contém minerais da rocha que o originou, que são nutrientes importantes para o crescimento das plantas. Isso favorece cultivos florestais e perenes, sendo um serviço ecossistêmico de provisão



Imagem: Márcio Rossi (2017)

Os serviços ecossistêmicos podem ser classificados de acordo com o tipo de função que exercem. Vamos conhecê-las?



Regulação

Modo como os elementos e processos da geodiversidade atuam no ambiente para manter o equilíbrio do ecossistema.

Regulação climática, regulação de inundações e qualidade da água.

Provisão

Uso direto dos recursos da geodiversidade, muitas vezes associados a valores econômicos. Fornecimento de alimento e bebida, combustíveis, materiais para construção e minerais industriais.



Suporte

Como a geodiversidade propicia condições ambientais para o desenvolvimento e a distribuição da biodiversidade e para atividades humanas.

Provisão de habitats, processos do solo, sepultamento e armazenamento de lixos.

Modo como a sociedade se apropria e interage com a geodiversidade local.

Símbolos culturais, lendas, inspirações artísticas, históricas e espirituais, qualidade ambiental, geoturismo e lazer e desenvolvimento social.

Culturais



Conhecimento

Uso da geodiversidade como registros da história geológica da Terra.

Pesquisas científicas, educação, trabalho e monitoramento e previsões ambientais.



Serviços de regulação



Boa parte do parque encontra-se nos domínios da Serra do Mar, a forma de relevo mais proeminente do litoral paulista. Mas, sua função vai além de encantar nossos olhos com sua beleza. Ela também é importante no fornecimento de muitos serviços ecossistêmicos. Vejam alguns exemplos:



Ela influencia na distribuição de chuvas. Na região, a umidade relativa do ar é alta porque há muito vapor d'água na atmosfera. Isso ocorre devido à junção de dois fatores: a proximidade com o oceano e a Massa Tropical Atlântica. Estas massas de ar úmidas, ao encontrarem a barreira da Serra do Mar, se elevam e resfriam, precipitando como água. É por isso que ocorrem mais chuvas no litoral do que no interior. Portanto, a Serra do Mar, como elemento da geodiversidade, atua na **regulação climática** da região.



Por ser composta de rochas ígneas e metamórficas impermeáveis e que não permitem a infiltração da água, as águas superficiais escoam com muita facilidade nas encostas da Serra do Mar. Isso gera um aumento da densidade de drenagens - os rios. Estes rios aproveitam as estruturas presentes nestas rochas, tais como fraturas e falhas, havendo então um **controle da direção das drenagens**.



Os rios que perpassam o PESM também atuam como reguladores dos **processos sedimentares**. Eles transportam os sedimentos gerados pela erosão para as áreas mais baixas. Estes processos são descritos no painel instalado no final da Trilha das Palmeiras, próximo ao Rio Santo Antônio.

Assim como os sedimentos, o oceano e a vegetação, os solos da região atuam no **sequestro de carbono**. Este processo ocorre a partir da captura do gás carbônico (CO₂) da atmosfera pelo solo, reduzindo a concentração de carbono na atmosfera. É um fenômeno muito importante na redução das mudanças climáticas.

Em locais com lençóis freáticos rasos, os solos atuam como filtros naturais e contribuem na preservação da **qualidade da água**.

Os escorregamentos, bastante comuns na Serra do Mar, são parte da regulação natural do ambiente e têm papel no **controle de erosão**. No entanto, eles podem ser ocasionados e intensificados pela atividade humana. Quando naturais, vários fatores controlam e desencadeiam esses escorregamentos: declividade, encharcamento do solo, fraturas e foliações das rochas e propriedades físicas do solo, tais como porosidade, mineralogia, morfologia e estruturas.



Serviços de provisão



A captação de água para uso doméstico nos cursos de rios é um exemplo de obtenção direta de recursos da geodiversidade como **alimento e bebida**.

Na região, é comum o aproveitamento de recursos hídricos para **consumo**. É o caso do Rio Guaxinduba, na Zona de Amortecimento da UC.

No Rio Claro, na Bacia do Rio Juqueriquerê, a água é captada pela SABESP. Cerca de 60% desta água abastece a área central de Caraguatatuba e a costa norte de São Sebastião.



Em vários locais na Zona de Amortecimento do PESH existem serviços relacionados à **extração de recursos naturais e hídricos**, tanto para a indústria quanto para uso doméstico. Os principais recursos minerais extraídos são areia, argila, saibro, gnaiss e granito, utilizados, majoritariamente, como materiais para a construção civil.



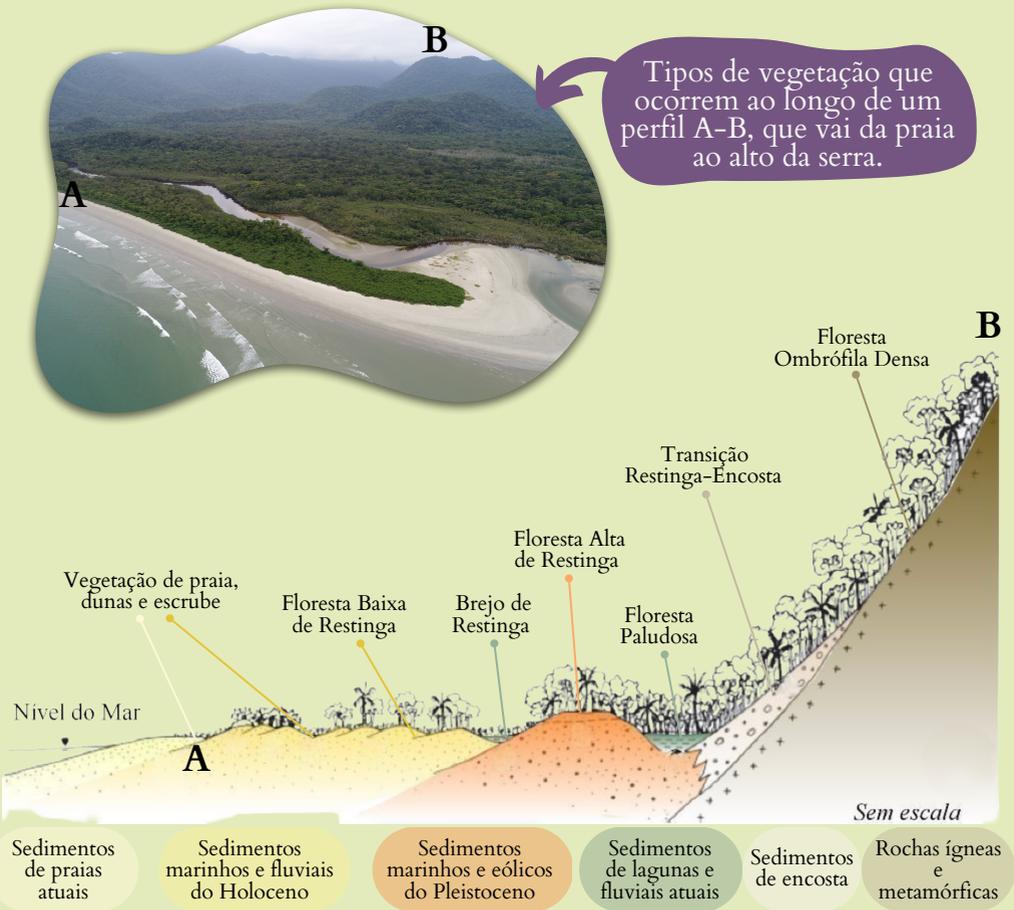
Cano para captação doméstica de água

Serviços de suporte



Os solos, em sua variedade, desempenham papéis importantes no ecossistema. Na região, os solos provenientes de diferentes substratos rochosos podem desenvolver tipos de vegetação distintos, dando **suporte** e **manutenção** à **biodiversidade**. Vamos ver alguns exemplos?

Observe como a vegetação se modifica dependendo do substrato (depósitos sedimentares e rochas) no litoral norte do estado de São Paulo





Na Serra do Mar, o tipo de solo cambissolos háplicos sustentam a Mata Atlântica.



No topo da Serra do Mar, o neossolo litálico funciona como **protetor de nascentes**.



O solo também atua na **captura e sequestro de carbono** a partir da captura do gás carbônico (CO₂) da atmosfera, reduzindo a concentração de carbono na atmosfera e contribuindo para a redução das mudanças climáticas.



Na área próxima à Estrada do Limeira, o terreno é utilizado como **plataforma para atividades humanas** e suporta a sede da Unidade de Tratamento de Gás da Petrobras, por onde passam os gasodutos. O serviço gerado por essa unidade de tratamento fornece diferentes tipos de gás natural, dentre eles o gás de cozinha, um serviço de provisão.

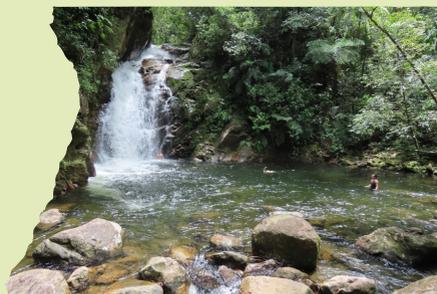
Serviços culturais



Em vários pontos do parque é possível ter acesso a mirantes naturais com vistas exuberantes para paisagens terapêuticas, funcionando como serviço de **qualidade ambiental**.



Os atrativos encontrados ao longo das sete trilhas do PESH, tais como cachoeiras e piscinas naturais das trilhas da Esmeralda e do Poção, têm grande potencial para utilização como **geoturismo e lazer**.



Na Trilha dos Tropeiros, uma importante **associação histórica** pode ser observada. A calçada construída por escravizados era utilizada como caminho para a passagem de tropeiros no século XIX.



Outro exemplo de serviço cultural são as associações de formas de relevo com representações conhecidas. Fora dos limites do parque, em Caraguatatuba, existem diversos exemplos, como a Pedra da Freira, próximo ao Mirante do Camaroeiro.

Serviços de conhecimento



A área do parque abrange alguns Locais de Interesse Geológico que são relevantes para a **história da Terra**. Esses locais são importantes tanto do ponto de vista científico, quanto educativo recebem o nome de **geossítios**. Conheça alguns deles!



Registros de escorregamentos em Caraguatatuba

Paredão de blocos de rochas de diferentes tamanhos que representam escorregamentos e corridas ocorridos em março de 1967. Os escorregamentos foram gerados pelo encharcamento do solo, associado à alta declividade e à direção de foliação das rochas cristalinas que constituem a serra na região. O evento foi mais intenso na Bacia do Rio Santo Antônio, atingindo também outras áreas.

Pedreira Massaguaçu – Granito Pico do Papagaio

Afloramento de rocha ígnea do tipo granito, conhecido como Pico do Papagaio. Uma amostra de granito da pedreira foi datada em cerca de 588 milhões de anos.



Milonitos e Cataclasitos da Estrada da Petrobras

No local afloram gnaisses muito deformados, que indicam movimentação no passado geológico da região. São rochas associadas à zona de cisalhamento Camburu, uma falha com direção nordeste-sudoeste relacionada aos processos de amalgamação do supercontinente Gondwana, há mais de 600 milhões de anos.



Além de servir como registro da história do nosso planeta, a geodiversidade do parque tem sido utilizada em várias atividades para aproximar o conhecimento geocientífico da sociedade. Confira!



Oficinas e atividades em Educação em Geociências. Atividades conceituais, práticas e de campo associadas à integração e à troca de experiências.



Geociências e Geoconservação para monitores ambientais realizados em diversos núcleos do PESM, inclusive no Caraguatatuba. Os temas em Geociências são ilustrados com exemplos da história geológica da região.

Painéis interpretativos que contribuem para que o público visitante compreenda os processos relacionados à geodiversidade. Um bom exemplo é o painel “Como as pedras rolam?”, instalado na Trilha das Palmeiras. Visite!

COMO AS PEDRAS ROLAM?

O caminho das rochas: da serra ao litoral

COMO AS PEDRAS SE MOVEM?

As pedras são transportadas por rios, ventos, geleiras e ondas. No caso dos rios, o transporte ocorre em três etapas: a erosão, o transporte e a deposição. Durante a erosão, as pedras são desgastadas e fragmentadas. Durante o transporte, elas são arrastadas e roladas. Durante a deposição, as pedras são depositadas em locais como deltas, lagoas e praias.

Tipos de pedras:

- Granito: formado a partir do magma que se solidifica no interior da Terra.
- Basalto: formado a partir do magma que se solidifica na superfície da Terra.
- Calcário: formado a partir de restos de organismos marinhos.
- Argila: formada a partir da decomposição de rochas.

O TRANSPORTE DE BLOCOS PELOS RIOS

As pedras são transportadas pelos rios de várias maneiras. Algumas são arrastadas pelo fundo do rio, outras rolam sobre a superfície. O tamanho das pedras que podem ser transportadas depende do tamanho do rio e da velocidade da água.

Tipos de transporte:

- Transporte em suspensão: as pedras são levadas pelo fluxo da água.
- Transporte de fundo: as pedras são arrastadas pelo fundo do rio.
- Transporte em saltos: as pedras são lançadas para cima e caem de novo no fundo do rio.

Serviços ecossistêmicos da geodiversidade no PESHM

REGULAÇÃO

Regulação climática
Controle da direção das drenagens
Processos sedimentares
Sequestro de carbono
Qualidade da água
Controle de erosão

PROVISÃO

Alimento e bebida
Extração de recursos naturais e hídricos

Qualidade ambiental
Geoturismo e lazer
Associação histórica

CULTURAL

Suporte e manutenção à biodiversidade
Proteção às nascentes
Captura e sequestro de carbono
Plataforma para atividades humanas

SUPORTE

História da Terra
Educação em Geociências
Painéis interpretativos
Cursos em Geociências e Geoconservação

CONHECIMENTO

Ameaças à provisão de serviços ecossistêmicos



As ameaças à geodiversidade podem advir tanto de fatores **naturais** quanto de fatores **antrópicos**, ou seja, produzidos pela ação humana.

- Os fatores naturais remetem aos próprios processos que formam e modificam os elementos da geodiversidade. Nem sempre são necessárias intervenções para interrompê-los, pois fazem parte da geodiversidade e não são prejudiciais.
- Os fatores antrópicos devem ser observados com atenção para que possam ser interrompidos ou reduzidos para a garantia dos serviços ecossistêmicos. Estes tipos de ameaças estão muitas vezes associados a fatores econômicos e a mudanças nos padrões de uso e ocupação do território.



As **áreas urbanas** promovem incentivo à especulação imobiliária. Quando não planejadas, podem contribuir para construções que não priorizam o correto funcionamento dos ecossistemas, como supressão e poluição de manguezais, de rios e de reservatórios de água.



O **desmatamento** favorece a exposição dos solos e prejudica a captura e sequestro de carbono.



O **turismo de massa**, principalmente no litoral, favorece a poluição de praias e rios, o pisoteamento de dunas e, muitas vezes, a retirada de vegetação nativa.



O **desconhecimento em Geociências** pode levar a perdas de locais relevantes para a história geológica da Terra e à perda de serviços ecossistêmicos. Por isso, a educação é uma das melhores ferramentas para a conscientização sobre a conservação da natureza.

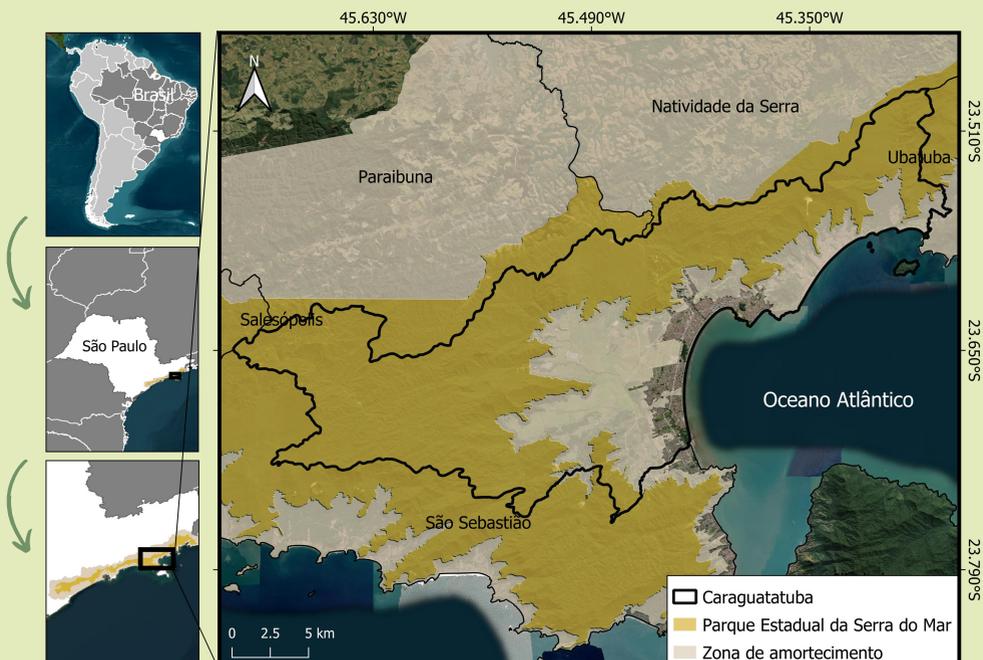
Você se lembra de outras atividades humanas que podem prejudicar o fornecimento de serviços ecossistêmicos?

A importância das áreas protegidas



No Brasil, as áreas protegidas são denominadas Unidades de Conservação (UC) e são geridas pelo SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Lei nº 9.985/2000). Estas áreas têm como objetivo garantir a preservação e a restauração de ecossistemas naturais. Além do limite principal da UC, o SNUC prevê também a delimitação de uma região no entorno, denominada Zona de Amortecimento. Neste entorno, as atividades humanas são regulamentadas para que não impactem negativamente a UC.

Observe o mapa maior abaixo. O Núcleo Caraguatatuba do PESH está delimitado na cor verde. A área do núcleo representa mais de 10% de todo o município de Caraguatatuba, enquanto a Zona de Amortecimento (cor bege) abrange grande parte da planície costeira próximo à Serra do Mar e outros três municípios (Salesópolis, Paraibuna e Natividade da Serra).



Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ou ODS) são um conjunto de metas propostas pela Organização das Nações Unidas (ONU) para serem atingidas no mundo até 2030. A reunião em que foram aprovadas ocorreu em 2015, na cidade de Nova York, nos EUA, com 193 Estados-membros.

Ao todo, são 17 objetivos subdivididos em metas mais específicas, totalizando 169 metas. Ao aprová-las, os países lançaram o compromisso de realizar ações efetivas para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado até a data proposta



Segundo a ONU, Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável *"são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade"*.

A Agenda 2030 funciona como um plano de ação coletivo construído no âmbito das três esferas do desenvolvimento sustentável: **econômica, social e ambiental**. Ela foi concebida para guiar as ações da comunidade mundial em uma direção mais sustentável que promova vida digna a todas as pessoas. Cada país tem autonomia para organizar suas estratégias de acordo com suas próprias prioridades, mas sempre de modo a estabelecer objetivos globais comuns.

Vamos ver como a geodiversidade do PESM pode contribuir para o alcance destas metas?

3 SAÚDE DE QUALIDADE



O ODS 3 – **Saúde de qualidade** está relacionado a como a UC propicia experiências que fornecem bem-estar para a sociedade, como trilhas e esportes em áreas naturais. No PESM existem diversas trilhas e mirantes naturais para apreciar a paisagem, como a vista do Mirante dos Caraguatás para a orla de Caraguatatuba.

O ODS 6 – **Água potável e saneamento** está relacionado à garantia de água potável e saneamento para todos. As UCs têm papel essencial na preservação e na restauração dos ecossistemas que se utilizam da água, como rios, aquíferos, zonas úmidas e outros. Além disso, preservam os rios que abastecem a água para consumo.

6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



8 TRABALHO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO



O ODS 8 – **Trabalho digno e crescimento econômico** está relacionado a como a UC promove trabalho digno e desenvolvimento econômico para a sociedade por meio de atividades sustentáveis, como o turismo sustentável e o geoturismo, por exemplo.

O ODS 13 – **Ação contra a mudança do clima** está relacionado às ações que promovem a conscientização e redução das mudanças climáticas. As UCs, por meio de locais de interesse geológico, podem promover atividades que discutam a temática para a sociedade. Exemplo é o geossítio Registros de escorregamentos em Caraguatatuba.

13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



15 VIDA TERRESTRE



O ODS 15 – **Vida terrestre** é um dos mais importantes relacionados a UCs, pois aborda a proteção, a recuperação e o uso sustentável dos ecossistemas terrestres. As rochas e os solos da Serra do Mar e da planície costeira fazem parte destes ecossistemas e contribuem para sua manutenção.

Esses são apenas alguns exemplos da importância e do papel das UCs para o alcance direto dos ODS.

Você conhece outros?

As UCs contribuem com a manutenção dos serviços ecossistêmicos, permitindo seu desfrute pela sociedade. Elas constituem um mecanismo valioso para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU.

É urgente reconhecer estas áreas como soluções naturais e eficientes para os grandes desafios mundiais, tais como as mudanças climáticas, a degradação do solo, a pressão por recursos naturais, a segurança alimentar e hídrica, a saúde e o bem-estar das pessoas.

Quanto mais conservadas, mais fundamentais elas serão para prover esses bens e serviços. É por isso que as áreas protegidas são tão importantes!



Quer conhecer mais sobre estes temas? A gente tem algumas dicas de fontes



Curso de Difusão - Práticas Socioeducativas para Geoconservação

https://www.youtube.com/watch?v=o9NqFqv35ys&list=PL-bDrel0MNjC3qRMTxBUIkKxE46n9EPXA&index=6&ab_channel=InstitutoDeGeoci%C3%AAsUSP



GEOturismo, geodiversidade e geoconservação: abordagens geográficas e geológicas

Livro organizado por Antônio José Teixeira Guerra e Maria do Carmo Oliveira Jorge
Editora Oficina de textos, 2018



Portal das Nações Unidas no Brasil

<https://brasil.un.org/pt-br>

Referências de imagens utilizadas



Biomás e Sistema Marinho Costeiro

IBGE - Instituto de Geografia e Estatística, 2019

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?=&t=acesso-ao-produto>



Geomorphological Heritage on the North Coast of the State of São Paulo: A Perspective About Current and Past Climate Changes

Eliana Mazzucato, Denise De La Corte Bacci e Célia Regina de Gouveia Souza

Geoheritage, 14(4), 1-19, 2022.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-022-00756-y#citeas>



Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São

Paulo: Instituto Florestal, V.1. 118p. (inclui Mapas), 2017

Márcio Rossi

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>

Créditos

Textos, ilustrações, edição e layout

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

Este manual 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



FUNDAÇÃO FLORESTAL



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO