

Programa

SOLO NA ESCOLA UFPR



O SOLO NA PAISAGEM URBANA

Uma abordagem para professores da Educação Básica

Selma Barbosa Bastos
Sara de Paula Sant'ana
Marcelo Ricardo de Lima

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR

O SOLO NA PAISAGEM URBANA

**Uma abordagem para professores da
Educação Básica**

Selma Barbosa Bastos
Sara de Paula Sant'ana
Marcelo Ricardo de Lima

Curitiba – PR
2020



Reitor

Ricardo Marcelo Fonseca

Diretor do Setor de Ciências Agrárias

Amadeu Bona Filho

Chefe do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Renato Marques

Coordenador do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR

Marcelo Ricardo de Lima

Vice Coordenadora do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR

Fabiane Machado Vezzani

Coordenadora do Projeto de Extensão Universitária Recursos Didáticos para Educação em Solos

Glaciela Kaschuck

Programa
SOLO NA ESCOLA UFPR

Ficha Catalográfica

Copyright(c)2020 - Departamento de Solos e Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do Paraná
ISBN: 978-65-86233-63-6
2020 - 1ª edição

Departamento de Solos Engenharia Agrícola
Universidade Federal do Paraná
Rua dos Funcionários, 1540-80035-050 - Curitiba-PR
Telefone: (41)3350-5658
E-mail: projetosolonaescola@gmail.com
Home page: www.escola.agrarias.ufpr.br

Capa e diagramação:
Sara de Paula Sant'ana

Foto da capa: área urbana e periurbana de São Joaquim (SC).
Autor: Marcelo Ricardo de Lima.

Licença de uso disponível em:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



B327

Bastos, Selma Barbosa.

O Solo na Paisagem Urbana : uma abordagem para professores da Educação Básica. 1. ed. / Selma Barbosa Bastos, Sara de Paula Sant'ana, Marcelo Ricardo de Lima. - Curitiba : Programa Solo na Escola/UFPR, 2020.
70 p.

ISBN 978-65-86233-63-6

1. Solo urbano. 2. Ciências do Solo - Estudo e ensino. 3. Paisagem urbana - Ensino fundamental . I. Sant'ana, Sara de Paula. II. Lima, Marcelo Ricardo de. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná (Programa de Extensão Universitária Solo na Escola).

CDD 333.731071

Catalogação na Fonte UFPR - Sistema de Bibliotecas - SIBI
Bibliotecário: Guilherme Luiz Cintra Neves - CRB9/1572



AUTORES

Selma Barbosa Bastos

Licenciada em Geografia. Mestre em Ciência do Solo.
Doutoranda em Ciência do Solo.

Sara de Paula Sant'ana

Graduanda em Zootecnia

Marcelo Ricardo de Lima

Engenheiro Agrônomo. Mestre em Ciência do Solo.
Doutor em Agronomia.

SUMÁRIO

Apresentação	01
1 O solo na paisagem urbana.....	02
2 Expansão urbana e uso do solo na cidade.....	03
3 Solos urbanos.....	05
4 Funções do solo na paisagem urbana.....	08
4.1 Infiltração e armazenamento de águas pluviais.....	08
4.2 Suporte para obras da construção civil.....	11
4.3 Agricultura urbana.....	13
4.4 Suporte para vegetação urbana.....	18
4.5 Descarte de resíduo.....	21
4.6 Função cultural e reservatório arqueológico.....	22
5 Principais modificações do solo urbano e consequências de sua degradação.....	23
5.1 Alterações químicas.....	24
5.2 Alterações físicas e morfológicas.....	29
5.3 Alterações biológicas	35
6 O que fazer para manter a funcionalidade do solo no espaço urbano.....	36
7 Estratégias pedagógicas para abordar o tema solos urbanos.....	39
7.1 Aula de campo.....	39
7.2 Atividades para serem desenvolvidas em sala de aula.....	51
8 Experimentos sobre solos urbanos.....	61
8.1 Compactação e crescimento de plantas.....	61
8.2 Impermeabilização do solo.....	62
8.3 Infiltração da água no solo afetada por resíduos plásticos.....	63
8.4 Poluentes no solo.....	64
9 Considerações finais.....	65
Glossário.....	66
Referências.....	69

APRESENTAÇÃO

A concepção de que o solo não faz parte da paisagem urbana é comum entre as populações humanas, principalmente entre os habitantes das grandes cidades. Contudo, ele integra a paisagem urbana e desempenha importância socioeconômica, ambiental e cultural.

A artificialização do espaço urbano reforça essa concepção na medida em que mascaram os bens naturais, como o solo, rios, bacias hidrográficas, fauna e flora, criando um ambiente no qual as pessoas perdem a capacidade de visualizá-los na paisagem. Todavia, apesar de profundamente alterados, esses bens naturais continuam a existir no espaço urbano.

O excessivo distanciamento e o sentimento de não pertencimento à Natureza, cada vez mais frequente entre os habitantes urbanos, fazem com que as pessoas não estabeleçam um sentimento de valorização, cuidado e respeito com a mesma. Em termos de conservação do solo no espaço urbano, isso implica em altos níveis de degradação, visto que, em sua maioria, estão cobertos por asfaltos e calçadas, impermeabilizados e, ainda, sob condições de poluição e contaminação.

O objetivo desta publicação é apresentar o solo na paisagem urbana para professores e futuros professores da Educação Básica. Para isso, serão apresentadas suas características, importância, principais modificações e consequências de sua degradação na cidade, além de sugestões de como trabalhar a temática em sala de aula.

Com esse material, espera-se que o(a) professor(a) tenha subsídios necessários para abordar a temática em suas práticas pedagógicas, de forma a contribuir com a ressignificação e o entendimento dos estudantes sobre a presença, importância e conservação do solo na cidade.



Figura 1: Vista da cidade de Telêmaco Borba (PR).
Foto: Marcelo Ricardo de Lima.

1 O SOLO NA PAISAGEM URBANA

Reforçando a concepção equivocada de que o solo não integra a paisagem urbana, muitos livros didáticos negligenciam, reduzem ou simplificam a temática de solos urbanos. É como se o solo não estivesse presente nas cidades, sua presença fosse pouco relevante ou, ainda, que só pudesse estar relacionado a problemas como deslizamentos. Desta maneira, a percepção dos estudantes é de que o solo urbano, além de supostamente não ser necessário, ainda causa prejuízos ao ser humano.

Quando o solo é abordado nos livros didáticos, geralmente, a ênfase é dada para esse bem natural enquanto elemento estático na paisagem, pois as relações solo-paisagem são pouco exploradas, e suas funções são restritas ao espaço rural, principalmente relacionada ao uso na produção de alimentos.

Apesar desse descompasso, o solo, mesmo que esteja pouco visível (Figura 02), está presente nas cidades e apresenta funcionalidades semelhantes aquelas que desempenha no espaço rural ou nos ambientes naturais, mesmos que estejam comprometidas devido às ações antrópicas. Assim, é relevante que o(a) professor(a), principalmente de Geografia, Ciências e Biologia, aborde essa temática em suas práticas pedagógicas tendo como intencionalidade evidenciar essas questões.

Nesse contexto, considerando que a produção do espaço urbano no Brasil provocou a artificialização da paisagem natural, é importante que os estudantes entendam de quais formas os solos das cidades brasileiras se apresentam em um contexto de expansão urbana e intensificação da industrialização.

VOCÊ SABIA?

O solo é um bem natural que desempenha diversas funções responsáveis pela existência e manutenção da vida na Terra. O solo garante parte do nosso alimento, é o maior reservatório de biodiversidade e carbono dos continentes, serve como base para a infraestrutura humana, purifica a água, degrada contaminantes, regula o clima e enchentes, tem participação essencial na ciclagem de nutrientes, é fonte de recursos genéticos e farmacêuticos, fornece materiais para a construção civil, produz fibras e combustíveis, e, ainda, promove benefícios culturais, pois conserva nossa história.



Figura 2: Paisagem urbana onde se observa de modo discreto a presença do solo, em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

2 EXPANSÃO URBANA E USO DO SOLO NA CIDADE

Com o processo de expansão urbana, as paisagens das cidades estão se tornando cada vez mais antropizadas (Figuras 3 e 4). A intervenção humana no espaço urbano, para atender o adensamento populacional e outras demandas humanas, tem levado a expansão da malha urbana de diversas cidades brasileiras.

O processo de urbanização no Brasil, principalmente a partir da década de 1960, ocorreu de forma rápida e desigual nas diversas regiões do país, gerando demanda por moradias, empregos e serviços públicos. Como consequência, houve uma expressiva expansão urbana de diversas cidades, provocando repercussões no uso e ocupação dos solos urbanos.

O(a) professor(a) pode ressaltar para os estudantes que essas repercussões são perceptíveis na paisagem urbana, sobretudo pela pavimentação de vias, mascarando a presença dos solos e fazendo com que eles perdessem gradativamente sua representatividade do ponto de vista visual; pelo uso e ocupação irregular dos solos em áreas de encostas, de fundos de vales e de áreas de proteção dos mananciais de água; e pelo comprometimento da eficiência das funções dos solos, como pode ser percebido em dias de chuva intensa quando ocorre alagamentos em decorrência, sobretudo, da compactação e impermeabilização dos solos e das reduzidas áreas verdes nas cidades.

É importante que o(a) professor(a) ressalte para os estudantes que a expansão urbana brasileira foi frequentemente acompanhada de um planejamento urbano inadequado ou até mesmo ausente.

DEPOIS

Sendo o solo um dos elementos da paisagem mais afetado pelo processo de urbanização (PEDRON et al., 2007), é necessário que os estudantes entendam que a falta de uma regulação do uso e ocupação do solo urbano e de planejamento urbano adequados revela pouca preocupação do poder público em conservar o solo e outros bens naturais presentes na paisagem urbana. Um solo mal conservado implica em vários problemas de ordem estética, ambiental, socioeconômica, de saúde pública e segurança (Figura 5).



.Figura 5: Solo degradado em área periurbana, em Colombo (PR).
Foto: Selma Barbosa Bastos

3 SOLOS URBANOS

O surgimento das primeiras cidades teve relação direta com as boas condições de fertilidade natural dos solos, principalmente para o desenvolvimento da agricultura e do comércio. Muitos dos registros históricos da vida urbana dessas primeiras cidades foram encontrados no solo, através de objetos como utensílios domésticos e de ruínas de construções. Uma analogia possível que o(a) professor(a) pode fazer, ao abordar esta temática, é comparar o solo com um grande baú, o qual registrou e preservou por centenas e até milhares de anos a história de ocupação humana de um espaço.

É necessário que os estudantes saibam que os registros das civilizações nos solos das cidades são provocados atualmente, em sua maioria, pela produção de uma infraestrutura moderna decorrente da expansão urbana e do processo de industrialização. E que modificações nesses solos são frequentes, ao ponto de perderem quase ou totalmente suas características naturais, sendo assim, chamados de solos urbanos.

De acordo com Pedron et al. (2004), os solos da paisagem urbana, também chamados de solos urbanos, são todos os sistemas pedológicos que sofreram perturbações e modificações em suas propriedades resultantes dos processos de uso e ocupação no espaço urbano (Figuras 6 e 7).



Figura 6: Solo urbano exposto devido a uma obra urbana, em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos



Figura 7: Solo urbano com materiais antrópicos adicionados ao perfil, em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

Os solos urbanos apresentam grande variabilidade espacial quanto à composição química, física e morfológica (SILVA, 2011), e podem conter materiais antrópicos incorporados ao perfil, como vidros, materiais da construção civil, papel, madeira, metal e borracha (Figura 8). É possível destacar para os estudantes que estes materiais formam camadas e horizontes antrópicos que podem atingir vários metros de espessura, e que sua idade pode corresponder à idade da cidade (SANDOR et al., 2004).

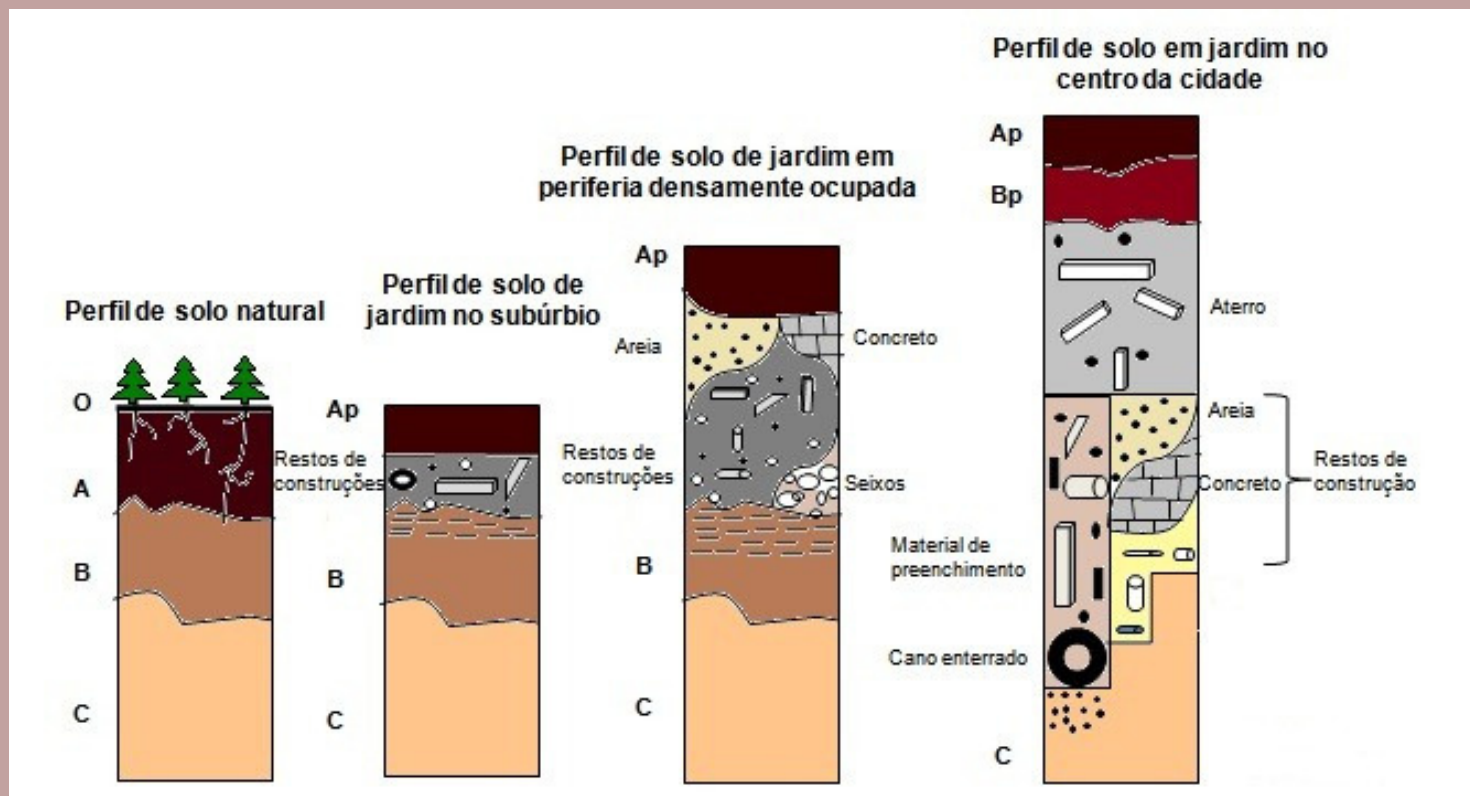


Figura 8: Comparação entre perfis de solo no espaço urbano.
Fonte: Adaptado de Ladeira (2012)



Figura 10: Solo coberto por asfalto, em Curitiba (PR).
Foto: Selma Barbosa Bastos



Figura 9: Escavação na paisagem urbana, revelando a presença do solo subjacente ao calçamento, em Ipirá (BA).
Foto: Selma Barbosa Bastos

Além das modificações de suas características naturais, grande parte dos solos das cidades está coberto por asfaltos e calçadas, o que, do ponto de vista visual, acaba omitindo sua presença na paisagem. A depender da cidade e do trajeto que os estudantes fazem de casa até a escola, é possível que eles não percebam a presença do solo por onde passam e pisam. Contudo, é importante que os estudantes notem que, na paisagem, o solo é um contínuo e que ele permanece presente nos espaços onde habitamos e transitamos todos os dias, mesmo que não esteja visível (Figuras 9 e 10).



4 FUNÇÕES DO SOLO NA PAISAGEM URBANA

Como já mencionado, é bastante comum nos livros didáticos uma abordagem que reduz o solo ao espaço rural, assim como a negligência das suas funções, enfatizando apenas sua capacidade de produção de alimentos. Todavia, o solo está presente nas cidades e sua importância diz respeito à infiltração e armazenamento de águas pluviais, serve como suporte e fornece materiais para obras da construção civil, permite a agricultura urbana, serve como meio para o descarte de resíduos, controla o nível do lençol freático e inundações, armazena carbono, além de ser um reservatório arqueológico e apresentar função cultural.

As funções desempenhadas pelo solo urbano, detalhadas a seguir, precisam ser trabalhadas pelo(a) professor(a) de forma crítica-reflexiva, visando direcionar os estudantes a perceberem a importância que esse bem natural desempenha na sua cidade.

4.1 Infiltração e armazenamento de águas pluviais:

O solo da cidade, assim como do espaço rural, é parte integrante do ciclo hidrológico, funcionando como regulador da distribuição, armazenamento, escoamento e infiltração da água da chuva.

O(a) professor(a) pode apontar que essas funções do solo urbano ficam mais evidentes em dias de chuva intensa na sua cidade, uma vez que parte da água da chuva que chega à superfície do solo escoam superficialmente (Figura 11), enquanto outra parte infiltra, ocupando os espaços porosos do solo, e seu excesso é drenado para os lençóis freáticos que abastecem nascentes, córregos e rios. É necessário ressaltar também que, por conta da excessiva compactação e impermeabilização dos solos, comum nas cidades, esses processos são intensificados ou reduzidos (Ver detalhes no item 5.2).



IMPORTANTE:

Devido as modificações ocorridas no espaço urbano, o uso da água pelo ser humano se tornou mais complexo, passando a englobar o sistema de captação, purificação, distribuição, uso e tratamento de água.

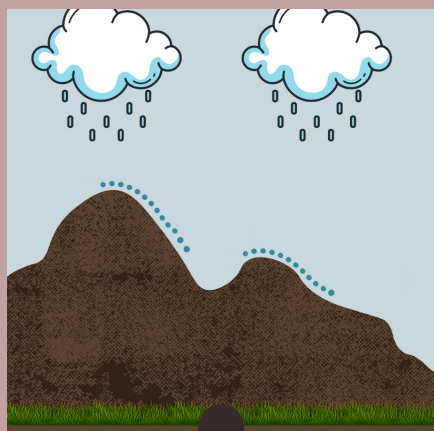


Estação de tratamento de água do Pipiripau
Fonte: [//bit.ly/33AOCCR](https://bit.ly/33AOCCR)

Figura 11: Impermeabilização do solo causando escoamento superficial das águas, em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

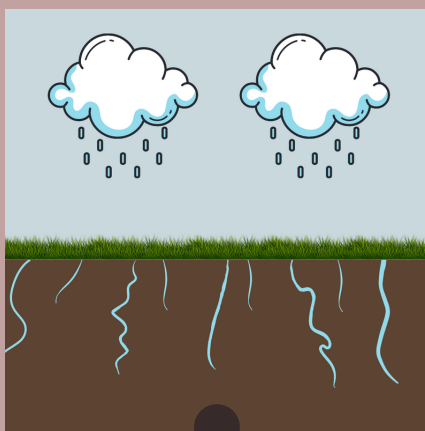
Ao comparar o solo com uma esponja é ilustrado, de forma didática, esses processos que ocorrem no solo e pode ser usada pelo(a) professor(a) em sua aula. O solo da cidade funciona como uma esponja que retém a água que irá suprir plantas e animais, assim como drena o excesso para o freático, de forma a regular as vazões dos rios.

Saiba diferenciar:



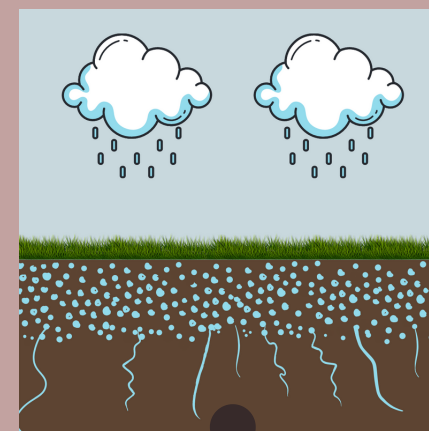
ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Fluxo de água que ocorre na superfície do solo quando não há infiltração de água.



INFILTRAÇÃO

É entrada da água que se encontra na superfície para o interior do solo, ocupando seus poros.



PERCOLAÇÃO

Movimento da água em profundidade dentro de solos saturados ou em condições próximas a saturação.

A vegetação cumpre papel essencial para a funcionalidade adequada da infiltração e armazenamento de água no solo urbano. Gramados e árvores diminuem o impacto da gota da chuva no solo, aumentam a rugosidade da superfície e facilitam a infiltração, além de diminuir a energia do escoamento superficial, o que reduz a perda de solo por erosão (Figuras 12 e 13).



Figuras 12 e 13: Solo impermeabilizado (esquerda) e não impermeabilizado (direita), na área urbana de Curitiba (PR).
Foto: Selma Barbosa Bastos

4.2 Suporte para obras da construção civil

O solo é utilizado nas obras da construção civil em sua condição natural, como suporte de estrutura em fundações, sendo a própria estrutura em condição estrutural, como material de construção (areia de construção, aterro, base e sub-base de empreendimentos), e na fabricação de tijolos, telhas, pisos cerâmicos, etc. (Figuras 14 e 15).

Apesar das diversas utilidades do solo na construção civil, os estudantes devem ter o conhecimento de que, para a construção das edificações e estruturas, deve-se levar em consideração informações sobre aptidão à ocupação dos solos no espaço urbano. É importante que os estudantes também saibam que o solo age sobre as edificações podendo causar deformações em função de suas propriedades e comportamento. Por isso, o(a) professor(a) precisa abordar em sala que, antes de construir, é necessário conhecer previamente as particularidades de cada tipo de solo.



Figura 14: O solo sendo utilizado como material da construção civil (areia, tijolos), em Curitiba (PR). Fonte: Sara de Paula Sant'ana



Figura 15: O solo como suporte para a construção civil, em Barbosa Ferraz (PR). Foto: Marcelo Ricardo de Lima

A depender do ano no qual o(a) professor(a) está trabalhando, é possível mencionar para os estudantes que a composição granulométrica, plasticidade e retração, umidade e grau de compactação são alguns fatores que garantem a sustentação, estabilidade e resistência às construções. A inclinação do terreno, posição do solo na paisagem e o nível do lençol freático também são importantes e devem ser mencionados em sala, pois indicam a susceptibilidade natural a movimento de massa, alagamentos e baixa capacidade de suporte dos solos.

Os solos em áreas de várzeas, por exemplo, são comumente ocupados pelo fato do menor custo de aquisição dos terrenos. Em áreas como essas, é comum a ocorrência de solos mal ou muito mal drenados, com lençol freático próximo a superfície e até mesmo sem estabilidade adequada à edificação. Isso ocorre porque, em tais condições, o solo possui baixa capacidade de suporte, o que pode resultar em rachaduras para as construções, além de possíveis afundamentos do terreno e risco de inundações. O(a) professor(a) pode explorar essas situações com exemplos próximos da realidade dos estudantes e até mesmo fora dela, partindo assim, do local para o global ou vice versa.



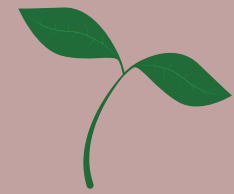
Figura 16: Moradias feitas de solo. Foto: Aureo Sebastião Tesseroli de Lima

CURIOSIDADE:

Existem casas que são construídas tendo como seu principal componente o solo (Figuras 16 e 17), embora não seja comum nas grandes cidades. É possível ressaltar para seus estudantes que as casas de pau-a-pique, hoje conhecidas como bioconstruções, são construídas utilizando materiais de baixo impacto ambiental, sendo o solo o principal componente, juntamente com madeira, bambu ou cipó. Essa engenhosidade também ocorre na Natureza. Um exemplo disso é a casa da ave conhecida como joão-de-barro, construída com solo, palha e esterco.



Figura 17: Casa de pau-a-pique. Fonte: //bit.ly/25zkc8Z



4.3 Agricultura urbana

É cada vez mais frequente o desenvolvimento de atividades agrícolas nas cidades. Apesar de ser de baixa escala, a produção agrícola no espaço urbano é caracterizada, em especial, como uma produção de culturas de ciclo rápido para o autoconsumo e comercialização como hortaliças (Figuras 18 e 19). Todavia, a produção de frutas, ervas medicinais, plantas ornamentais e temperos também fazem parte desse cenário.



Figuras 18 e 19: Hortas em residências urbanas.
Foto: Sara de Paula Sant'ana

Figuras 20 e 21: Hortas em residências urbanas.
Fotos: Sara de Paula Sant'ana



Figura 22: Horta em escola.
Fonte: [//bit.ly/33CQBWC](https://bit.ly/33CQBWC)



A produção de alimentos no espaço urbano ocorre em diversas áreas como quintais domésticos, hortas comunitárias, canteiros, jardins, parques, praças e em terrenos escolares. Esta atividade, geralmente, é realizada por remanescentes de agricultores familiares que outrora produziam no campo, como atividade de Educação Ambiental, para geração de renda ou, ainda, como atividade física e terapêutica. Além disso, benefícios advindos da prática de produção de alimentos na cidade podem ser abordadas em aula, tais como: o aumento da biodiversidade na cidade que pode influenciar na melhoria do microclima (reduzindo o efeito do fenômeno de ilha de calor), garantia de alimento fresco e saudável, geração de renda e produção sustentada, além de promoção de interação social entre os envolvidos.

Dados da FAO (2012) revelam que a produção agrícola vem ganhando cada vez mais espaço nas cidades. Em 2012, por exemplo, cerca de 800 milhões de pessoas se dedicaram a agricultura urbana e periurbana no mundo. Ao utilizar dados como esses nas aulas o(a) professor(a) possibilita que os seus estudantes percebam, não apenas o fato de que o solo está presente na paisagem urbana, mas que a produção agrícola também ocorre nas cidades.

CURIOSIDADE:

Curitiba, no ano de 2017, contava com 24 hortas urbanas com assessoramento da então Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento, numa área total de 428.000 m² espalhados pela cidade (PREFEITURA DE CURITIBA, 2017). Em 2020 já existem 86 hortas urbanas, desenvolvidas por meio de três programas: Hortas Urbanas e Comunitárias, Hortas Escolares e Hortas Institucionais (Figuras 23 e 24).



Figuras 23 e 24: Hortas urbanas, em Curitiba (PR). FONTE: [//bit.ly/3pByNok](https://bit.ly/3pByNok)

É bem provável que os estudantes tenham exemplos próximos relacionadas a agricultura urbana, seja em suas próprias casas ou através de vizinhos ou parentes que cultivam alimentos em quintais de suas residências, principalmente quando se trata de cidades médias e pequenas. Atualmente, com o crescimento das hortas urbanas e canteiros nas cidades, a produção de alimentos está fazendo cada vez mais parte da realidade dos estudantes que moram no espaço urbana. Inserir esse cenário nas discussões é uma estratégia que permite relacionar o conteúdo abordado com a realidade dos estudantes.

Você conhece a primeira Fazenda Urbana do Brasil? Ela está localizada em Curitiba, sendo administrada pela Secretaria Municipal de Segurança Alimentar e Nutrição. Ocupa uma área de 4.435 m² e tem a proposta de reunir os mais modernos métodos de plantio de alimentos saudáveis, sem agrotóxicos (Figura 25). Saiba mais acessando o link:

[//bit.ly/2Khpmua](https://bit.ly/2Khpmua)



Figura 25: Fazenda Urbana, em Curitiba (PR). Fonte: [//bit.ly/2Khpmua](https://bit.ly/2Khpmua)



Coloque a mão na massa:

Professor(a), você pode estar contribuindo, juntamente com seus estudantes, com a função do solo em produzir alimentos na cidade. Que tal montar com seus estudantes uma horta em sua escola? Além de garantir alimentos frescos para a escola, o estudante poderá ser instigado a reproduzir esta prática em sua própria casa. Veja o Manual para Escolas: a escola promovendo hábitos alimentares saudáveis (Horta) acessando o link: [//bit.ly/30Ef5NI](https://bit.ly/30Ef5NI)

Para adubar a horta, aprenda produzir adubo orgânico através da vermicompostagem acessando o link: [//bit.ly/2SB7pY8](https://bit.ly/2SB7pY8)



Figuras 26 e 27: Compostagem de resíduos orgânicos domésticos com uso de vermicomposteira.
Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

4.4 Suporte para a vegetação urbana:

É importante que os estudantes saibam que a presença de áreas verdes no espaço urbano cria uma paisagem que embora preserve algumas funções do solo, estas já não apresentam as mesmas características de um ambiente natural (Figuras 28 e 29). Geralmente são depositadas, no perfil do solo urbano, camadas superficiais para facilitar o crescimento da vegetação plantada, como adição do horizonte A, em alguns locais conhecido como “terra preta”.

As áreas verdes criam um ambiente arborizado que regula a temperatura do ar, o que favorece a ocorrência de ilhas de frescor nos grandes centros urbanos. Também facilitam a infiltração de água no solo, preservam a diversidade biológica, pois servem como “refúgio” para espécies animais, funcionam como áreas de lazer, além de apresentar função cultural devido à sensação de bem-estar e tranquilidade que esses ambientes proporcionam à população.



Figura 28: Área urbana arborizada em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos



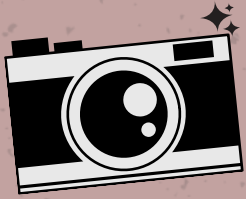
Figura 29: Área urbana arborizada em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

Figura 30: Desenvolvimento de raízes causando danos ao calçamento, em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos



Ao ressaltar, para os estudantes, a importância da arborização na cidade (Figuras 31, 32 e 33), o(a) professor(a) pode destacar que, para escolher as espécies de árvores a serem plantadas, é necessário levar em consideração:

- As exigências nutricionais para o desenvolvimento da espécie, uma vez que o solo urbano é modificado;
- A estrutura e o porte do vegetal para não causar problemas de rachaduras (Figura 30), acidentes com pedestres ou comprometer a fiação elétrica;
- Selecionar espécies que não favoreçam a ocorrência de problemas relacionados à saúde pública, como alergias e proliferação de pragas.



Figuras 31, 32 e 33: Projeto de arborização em uma avenida de Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

4.5 Descarte de resíduos:

Os estudantes devem construir o entendimento de que o modo de vida moderno, caracterizado pelo consumismo desenfreado, tem marcado nossos hábitos enquanto sociedade, principalmente quando se trata das grandes cidades. Desse modo de vida, volumes excessivos de resíduos de diversas naturezas têm sido gerados desde o processo de manufatura de um produto até o momento de descarte. Parte destes são depositados no solo, já que nas cidades o solo é frequentemente usado para descarte de resíduos domésticos, industriais, hospitalares e da construção civil (Figuras 34, 35 e 36). Ao invés da queima, disposição indevida sobre o solo ou nos corpos hídricos, outra possibilidade de descarte dos resíduos é nos aterros sanitários, que também são situados no solo. Assim, é preciso estimular o pensamento crítico dos estudantes em relação a essa função do solo no espaço urbano, uma vez que envolve nossos pensamentos e hábitos enquanto sociedades e os problemas ambientais decorrentes. O(a) professor(a) pode instigar a turma ao debate questionando-a sobre o destino dos resíduos domésticos gerados nas residências dos estudantes ou na escola; como o solo da cidade onde vivem tem sido utilizado para o descarte de resíduos; a adequação desse descarte e as questões ambientais relacionadas; e como os indivíduos, as empresas e os gestores públicos se inserem nessa problemática.



Figuras 35 e 36: Lixo depositado no solo urbano, em Curitiba (PR). Fotos: Sara de Paula Sant'ana



Figura 37: Pôr do sol no parque Bacacheri, em Curitiba (PR).
Foto: Selma Barbosa Bastos



Figura 38: O solo como reservatório arqueológico.
Foto: Marcelo Ricardo de Lima

4.6 Função cultural e reservatório arqueológico

A função cultural do solo na cidade está relacionada ao conjunto de sensações, sentimentos, emoções e bem-estar espiritual promovido pelo solo em paisagens pouco artificializadas, como as áreas verdes (Figura 37). Esse elo entre bem natural e o ser humano remete a unicidade Ser Humano/Natureza, a qual foi rompida historicamente no processo de evolução da humanidade.

Trabalhar com o sensível é uma forma de fazer com que os estudantes percebam a função cultural do solo na cidade. O(a) professor(a) pode provocar os estudantes a rememorem sensações, sentimentos e emoções percebidas durante a visita a áreas na cidade em que paisagem natural se faz presente em contraste como espaços artificializados, onde a presença do concreto é predominante. Além disso, é possível questioná-los de que forma o solo, em áreas verdes, parques, praças e bosques, direta ou indiretamente está relacionado com esse conjunto de sensações, sentimentos, emoções e bem-estar espiritual.

O(a) professor(a) também pode ressaltar, em suas aulas, que o solo é um patrimônio cultural material, visto que há situações nas quais ele funciona como um reservatório arqueológico em que se encontram vestígios de ocupações humanas (Figura 38). As heranças preservadas pelo solo compreendem restos de construções, utensílios domésticos, artefatos de pedra, ossos, cerâmica, restos de alimentos, armas e ferramentas primitivas, enfeites e vestígios de sepultamentos humanos. Em obras urbanas de vulto, é comum a presença de arqueólogos para verificar se as mesmas não estão danificando achados arqueológicos relevantes.



5 PRINCIPAIS MODIFICAÇÕES DO SOLO URBANO E CONSEQUÊNCIAS DE SUA DEGRADAÇÃO

A funcionalidade dos elementos naturais, alterados pelas ações antrópicas, desencadeia problemas complexos que envolvem o ambiente como um todo. O solo sofre modificações constantes, e é um dos elementos da paisagem mais afetado pelo processo de urbanização, sendo o ser humano o principal agente modificador (PEDRON et al., 2007).

A intensa urbanização modifica a gênese e as funções do solo. Estas modificações apresentam diferentes graus de impacto, os quais dependem do tipo e do tempo de ocupação do espaço. Como grande parte dos solos na cidade já foi modificado em termos químicos, físicos, morfológicos, e biológicos, suas funcionalidades podem ser comprometidas, resultando em problemas relacionados à degradação ambiental e a qualidade de vida da população (LADEIRA, 2012).

Logo, é necessário que os estudantes saibam que, para o uso e ocupação dos solos no espaço urbano, é preciso levar em consideração suas potencialidades, bem como respeitar suas limitações e fragilidades (PEDRON et al., 2007).



Figura 39: Parque arborizado em Curitiba (PR).
Foto: Sara de Paula Sant'ana



5.1 Alterações químicas do solo urbano

É importante que os estudantes tenham o conhecimento de que as constantes modificações que os solos das cidades estão submetidos provocam alterações em suas propriedades como a acidez ou alcalinidade, teor de matéria orgânica, capacidade de reter nutrientes e fertilidade, assim como pode ocorrer aumento na concentração de elementos tóxicos.

- **Correção do solo para introdução de espécies arbóreas e incorporação de materiais calcários:** materiais calcários provenientes da construção e reforma das nossas casas, bem como de outras construções civis (como cimento, cal, dentre outros) e a adição de horizonte A ou correção do solo para introdução de espécies arbóreas em parques e praças são os principais fatores para a mudança do pH do solo da cidade. Geralmente os valores de pH dos solos urbanos são mais elevados que em áreas adjacentes. Todavia, valores muito elevados de pH podem comprometer o crescimento da vegetação, visto que algumas espécies não são tolerantes a ambientes alcalinos (SANTOS JUNIOR; LIMA, 2012).

Figura 40: Parque arborizado em Curitiba (PR).
Foto: Sara de Paula Sant'ana



- **Adição de adubos orgânicos ou minerais para o plantio de hortaliças, gramados e plantas ornamentais:** aumentam a fertilidade do solo de áreas que são implantados, como em jardins e hortas (Figura 41).



Figura 41: Incorporação de resíduos orgânicos ao solo.
Fonte: //bit.ly/3q3ZkuG

- **Contaminação por alguns resíduos descartados indevidamente:** elementos como alumínio, cádmio, mercúrio e chumbo podem ser liberados no solo. O lixo eletrônico tão presente em nossa vidas, como TVs, monitores, câmeras fotográficas e chips sem vida útil, precisa de um descarte especializado. Os estudantes devem saber que o lixo eletrônico descartado de forma não especializada libera substâncias tóxicas no solo e em águas superficiais e subterrâneas (Figura 42). Acidentes com substâncias como petróleo e seus derivados, e o uso de pesticidas também são exemplos de alterações químicas que em concentrações acima do permitido pode gerar risco de toxicidade as plantas, animais e seres humanos no espaço urbano.



Figura 42: Descarte de lixo eletrônico .Fonte: //bit.ly/3fcaj0i

- **Cemitérios:** a ocorrência de cemitérios na cidade deve ser percebida pelos estudantes não apenas enquanto espaço de sepultamento de entes queridos (Figura 43). Os resíduos e detritos de cemitérios provocam alterações químicas e biológicas no solo, comprometendo a qualidade desse bem natural e, conseqüentemente, das águas subterrâneas e superficiais. De acordo com Barros et al. (2008), as partes metálicas dos caixões, produtos usados no embalsamamento de corpos, conservantes da madeira de caixões e líquidos humurosos, liberados na decomposição, são consideradas fontes de contaminação dos solos de cemitérios.



Figura 43: Cemitério em Quatro Barras (PR). Foto: Marcelo Ricardo de Lima

VOCÊ SABIA?

As principais fontes de contaminação do solo urbano são: atividades industriais, postos de combustíveis, descarte indevido de resíduos urbanos e industriais, lixões, aterros controlados, fossas e cemitérios.



Figura 44: Lagoa de estabilização. Fonte: [//bit.ly/3fjuYsR](https://bit.ly/3fjuYsR)



Figura 45: Vazamento de produto químico. Fonte: [//bit.ly/3nBvrjc](https://bit.ly/3nBvrjc)

- **Chorume:** o chorume (Figura 44), líquido resultante da decomposição de resíduos em aterros controlados e lixões, pode ser um fator importante no processo de degradação do solo urbano e fonte de poluição da água. Como cada solo apresenta capacidade própria de retenção aos contaminantes, grandes volumes de chorume, quando infiltrados no solo, podem exceder o limite de retenção do mesmo, comprometendo a vida edáfica. Por isso, a localização e a estrutura de impermeabilização dessas áreas devem ser adequadas para não haver risco ao ambiente.

O conhecimento das propriedades químicas desses resíduos é de extrema importância, pois a incorporação de materiais externos ao solo pode acarretar riscos ao ambiente, principalmente relacionado à contaminação do solo e da água por metais pesados, e proliferação de vetores como insetos e ratos.

- **Escoamento de produtos químicos:** as modificações físicas que os solos urbanos são submetidos provocam repercussões em outros bens naturais, como a água. Um exemplo que pode ser utilizado pelo(a) professor(a) é o escoamento superficial de produtos químicos, como resíduos da queima de combustíveis, lubrificantes e dos pneus dos veículos, diretamente para os corpos d'água. Com a impermeabilização do solo, a retenção de poluentes é mínima ou nula. Em condições de solo impermeabilizado, esses produtos deixam de passar verticalmente pelo perfil do solo e são transportados por escoamento superficial (Figura 45), contaminando os corpos d'água.



- **Efluentes domésticos:** também são fontes de contaminação do solo e podem comprometer a qualidade da água (Figura 46). A ocorrência de fossas sépticas, que pode ser uma realidade na casa dos estudantes ou na escola e, mesmo que tratadas, pode gerar contaminação do solo e dos recursos hídricos. Neste caso, o(a) professor(a) pode apontar que é necessário um devido acompanhamento e monitoramento para não haver proliferação de vetores e contaminação do ambiente.



Figura 46: Saída de efluente de ETE em Jussara (PR). Foto: Marcelo Ricardo de Lima



5.2 Alterações físicas e morfológicas do solo urbano

- **Compactação do solo:** o trânsito constante de veículos e pessoas é condição diária do espaço urbano. Este dinamismo acarreta mudanças na estrutura e na densidade dos solos em decorrência da compactação, aspecto que pode ser trabalhado em sala de aula. A compactação ocorre quando há uma compressão do solo em condições de não saturação ao ponto de promover o aumento da sua densidade e redução do seu volume, resultante da redução do espaço poroso (DIAS JUNIOR, 2000). Nesse caso, a estrutura do solo é destruída, formando uma crosta superficial laminar que afeta a aeração, dificulta a infiltração da água e aumenta o escoamento superficial, o que favorece a ocorrência de processos erosivos e compromete o desenvolvimento radicular das plantas.

A compactação do solo também ocorre de forma induzida para garantir resistência mecânica em obras como estradas, para facilitar o tráfego de veículos e a pavimentação de terrenos. A compactação é o principal fator na alteração da densidade e porosidade dos solos no espaço urbano. O tráfego de pessoas, veículos e máquinas reduzem o espaço poroso do solo, o que pode estar relacionado ao tempo de ocupação do espaço. Alterações na densidade também pode estar associadas ao aumento da matéria orgânica do solo em decorrência da adição do horizonte A ao perfil.

A compactação do solo por trânsito humano é perceptível no pátio ou terreno da escola sem calçamento ou piso, principalmente em duas situações. Primeiro, quando o fluxo constante e diário dos estudantes e de toda a comunidade da escola provoca a compactação do solo ali presente, formando caminhos ou áreas com solo descoberto onde deveria haver gramados. Geralmente este solo apresenta estrutura superficial laminar e rachaduras como na Figura 47. Ou, ainda, em dias de chuva, a água forma poças nessas áreas, indicando diminuição da infiltração da água por conta da compactação.



É importante que os estudantes percebam que, com a expansão urbana, as cidades apresentam cada vez menos espaços sem revestimento (calçamento, calçadas e asfaltos) e que a compactação do solo tem se tornado cada vez mais frequente. Além disso, eles devem saber que, como resultado, a impermeabilização do solo pela compactação e revestimentos, somada a redução de áreas verdes e canalização dos corpos d'água, reduz a capacidade de infiltração e armazenamento de águas pluviais, bem como aumenta o escoamento superficial, facilitando, assim, a ocorrência de processos erosivos e riscos de alagamentos nas cidades.

Figura 47: Solo compactado, em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

- **Remoção dos horizontes superficiais do solo na cidade:** ocorre para aplainar o terreno, no intuito de construir ruas, estradas e empreendimentos urbanos, gerar estabilidade as construções, reduzindo a possibilidade de contração e expansão do solo (Figura 48).

- **Adição de materiais sobre o solo na cidade:** a deposição de diferentes tipos de materiais sobre o solo cria camadas que podem variar em espessura, composição e distribuição geográfica (LADEIRA, 2012). Um exemplo que o(a) professor(a) pode mencionar em aula é a adição de resíduos da construção civil sobre o horizonte superficial dos solos, que criam situações de solos ou horizontes enterrados. Nesse processo, pode ocorrer também a mistura e ou inversão dos horizontes, o que favorece a ocorrência de horizontes antrópicos no solo da cidade.



Figura 48: Remoção dos horizontes superficiais do solo para a construção civil na região metropolitana de Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

- **Impermeabilização do solo:** é um efeito do processo de urbanização e corresponde a perda ou redução da capacidade do solo de absorver água. Isso ocorre porque o material que recobre o solo (calçadas, asfaltos, edificações e pisos) funciona como um impermeabilizante, impedindo ou dificultando a infiltração da água no solo (Figuras 49 e 50). Além disso, a compactação do solo, durante a construção das edificações, também contribui para que esse efeito aumente.



Figura 49: Calçamento que suaviza os efeitos da impermeabilização do solo, em Curitiba (PR).
Foto: Selma Barbosa Bastos



Figura 50: Alagamento em bairro de Curitiba (PR). Foto: Sara de Paula Sant'ana

POR QUE OCORREM INUNDAÇÕES NAS CIDADES?

Apesar de ser um fenômeno natural da dinâmica fluvial, as inundações passam a ser um problema no espaço urbano quando o ser humano ocupa áreas de várzeas de maneira inadequada. Os principais motivos que agravam as inundações na cidade são: retirada da mata ciliar, supressão da vegetação e impermeabilização do solo nas bacias urbanas. Essas ações alteram o escoamento natural das águas de superfície, com a redução no tempo de concentração das águas pluviais, ou seja, o período decorrido entre o impacto da gota da chuva na superfície do terreno e a chegada ao rio é menor, o que potencializa a ocorrência de inundações (OLIVEIRA, 2010).

Saiba diferenciar:

Conforme Amaral e Gutjahr (2012):

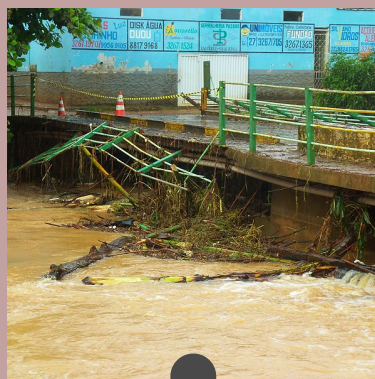
Figura 51: Enxurrada.
Fonte: //bit.ly/3oiiRpD



ENXURRADA

Escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a cursos d'água.

Figura 52: Enchente.
Fonte: //bit.ly/2JGdP7a



ENCHENTE

Também chamada de cheia, é a elevação do nível de água do rio, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem atingir a planície de inundação.

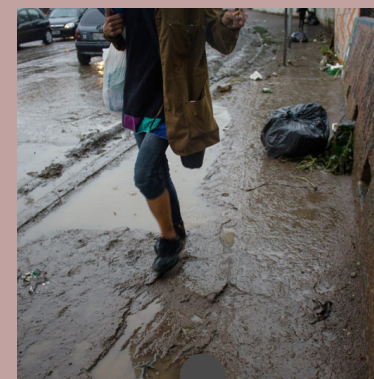
Figura 53: Inundação.
Fonte: //bit.ly/3g3Y4U0



INUNDAÇÃO

Transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação (área de várzea), que pode estar ocupada ou não.

Figura 54: Alagamento.
Fonte: //bit.ly/3fZ7tfs



ALAGAMENTO

Acúmulo momentâneo de águas em determinadas áreas, por deficiência no sistema de drenagem urbana.

- **Modificação da composição granulométrica do solo:** em função do processo de urbanização, a composição granulométrica dos solos é alterada (SANTOS JUNIOR; LIMA, 2012). Comumente, os teores de areia são maiores nos solos da cidade do que em áreas adjacentes não urbanizadas, devido à adição de areia da construção civil nesses solos (Figura 55). É necessário que os estudantes entendam que, em condições naturais, levando em consideração o tempo de vida humana, alterações dessa natureza dificilmente ocorrem no solo.



Figura 55: Areia da construção civil sendo misturada ao solo, em Ipirá (BA).
Foto: Selma Barbosa Bastos



Figura 56: Deposição de fragmentos de rochas, restos de tijolos, blocos e concreto da construção civil no solo, em Ipirá (BA). Foto: Selma Barbosa Bastos

- **Incorporação de materiais grosseiros ao solo:** os resíduos da construção civil, principalmente fragmentos de rochas, restos de tijolos, blocos e concreto, que imprimem ao solo urbano diferentes graus de pedregosidade (Figura 56), que não são naturais do mesmo.

- **Deslizamentos de terra:** também podem provocar modificações de ordem física nos solos urbanos (Figura 57). Esses eventos são comumente noticiados nos programas jornalísticos e até mesmo podem fazer parte da realidade de alguns estudantes. Em áreas de declividade acentuada e altos índices pluviométricos (RESENDE et al., 2017), há uma susceptibilidade natural ao movimento de massa, e a retirada da vegetação para a ocupação humana expõe a população a riscos de deslizamentos de terra e desastres com perdas humanas e materiais.



Figura 57: Deslizamento de terra em Belo Horizonte (MG). Fonte: [//bit.ly/392Y84F](https://bit.ly/392Y84F).




6 O QUE FAZER PARA MANTER A FUNCIONALIDADE DO SOLO NO ESPAÇO URBANO

O uso e ocupação dos solos urbanos de forma sustentado garante e mantém suas funcionalidades (Figura 59) de forma adequada. Uma vez que os processos de degradação, decorrentes da urbanização, têm comprometido suas funcionalidades, faz-se necessário ações individuais e coletivas que resultem na gestão sustentada desses solos.

Manter as funcionalidades dos solos, no espaço urbano, é responsabilidade individual e coletiva de todos habitantes das cidades, bem como de seus governantes. A formulação de medidas e programas de ação, necessários para garantir o uso e ocupação sustentado, conservação e recuperação dos solos urbanos é uma tarefa que envolve vários grupos e atores (cientistas, organizações não governamentais, indivíduos, grupos e empresas). Porém a maior responsabilidade cabe aos gestores públicos, principalmente quando se trata em mobilizar recursos para reverter ou mitigar a degradação, bem como efetivar medidas de conservação.



Figura 59: Representação das funções do solo. Fonte: [//bit.ly/36Up18l](https://bit.ly/36Up18l)



A sociedade pós-moderna é caracterizada pela racionalidade técnica de dominação da Natureza pelo ser humano. Ao mesmo tempo que o homem tem usado o aparato tecnológico para intervir e dominar a Natureza, ele tem atribuído à tecnologia o status de solução para os problemas ambientais que esta mesma gerou. Apesar da tecnologia auxiliar na gestão sustentada dos solos urbanos, a mudança de racionalidade técnica para uma racionalidade ambiental pela sociedade é o que vai determinar uma relação de valorização, cuidado e respeito com o solo. Ou seja, para que haja ações eficientes e duradouras, é preciso que as pessoas estejam conscientes da importância dos solos urbanos e da necessidade de mantê-los funcionando adequadamente. E essa consciência provém de uma racionalidade ambiental, a qual somente pode ser construída a partir de processos educativos transformadores.

Nesse contexto, o(a) professor(a) tem papel fundamental para ajudar a manter as funções dos solos das cidades, agindo não só individualmente para garantir o uso e ocupação sustentado, mas também de forma coletiva em sua profissão. A Carta Mundial dos Solos (ONU, 2015) aponta medidas que podem ser tomadas pelos diferentes atores e grupos da sociedade com vistas à gestão sustentável do solo. Transpondo-as para a função de professor, este profissional pode disseminar informações sobre os solos urbanos, bem como salientar a importância do manejo sustentado, a fim de evitar prejuízos em suas funções fundamentais (Figura 60). E como isso pode efetivado no contexto escolar?



Figura 60: Aula de campo sobre solos, na Região Metropolitana de Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

As práticas pedagógicas sobre solos urbanos precisam estar direcionadas à construção do conhecimento sobre a temática, mas também devem instrumentalizar a transformação política dos estudantes para ações na realidade. Ou seja, a Educação em Solos deve promover a formação e a transformação dos estudantes para ações conscientes com os solos urbanos. Isso não é alcançado com uma prática de ensino tradicional, de memorização de conceitos, voltado à instrução. A educação de solos ocorrer por meio de um processo educativo crítico, participativo, ético, que leve em consideração os valores, os sentimentos, as subjetividades, e a autonomia dos estudantes. É preciso resgatar a relação existente entre o sujeito/estudantes e os solos, por meio de suas experiências de vida em seus lugares, cidades e territórios.

É por meio de um processo educativo que os indivíduos das cidades conseguirão perceber a presença dos solos urbanos e estabelecer um sentimento de valorização, cuidado e respeito com os mesmos (Figuras 61 e 62). Com a Educação em Solos é possível contribuir para a construção de uma racionalidade ambiental nos estudantes, os quais formados e transformados poderão agir de forma consciente para a manutenção das funções dos solos urbanos. Logo, cabe mais esse desafio ao(a) professor(a).



Figura 61: Educação em Solos para crianças. Foto: Marcelo Ricardo de Lima



Figura 62: Popularização do conhecimento sobre o solo em um parque de Curitiba (PR). Foto: Arquivo do programa Solo na Escola/UFPR

7 ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA ABORDAR A TEMÁTICA SOLOS URBANOS

Considerando a necessidade de efetivar práticas pedagógicas voltadas à formação e à transformação dos estudantes para ações conscientes que reverberem na valorização, cuidado, respeito, conservação e recuperação dos solos urbanos, propõe-se estratégias pedagógicas que podem inspirar o(a) professor(a) a desenvolver suas práticas na Educação em Solos. Ressalta-se que as atividades propostas não são modelos prontos e acabados para serem totalmente copiados e aplicados no contexto escolar, mas apenas propostas que podem ser adaptadas e modificadas para atender o ano, o contexto e a realidade dos estudantes.



7.1 Aula de Campo

A escola e seu entorno podem ser verdadeiros laboratórios para análise do solo na paisagem urbana. Contudo, é necessário planejar uma aula de campo que, não somente possibilite a observação da paisagem, mas que instigue no estudante a curiosidade sobre o conteúdo (Figura 63). Por isso, a aula deve ser previamente planejada, desde a proposta do que se deve observar e discutir em campo, até os locais a serem visitados. Também, o professor deve ter objetivos bem delineados para não perder a atenção dos estudantes durante a atividade.

Figura 63: Aula de campo com uma turma de licenciandos em Geografia e Ciências Biológicas da UFPR, na região metropolitana de Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

Roteiros de aula de campo, atividades a serem realizadas durante a aula (como registro escrito e fotográfico dos principais problemas relacionados ao solo urbano e suas múltiplas inter-relações no ambiente), questionamentos que provoquem reflexões sobre a presença, importância e funções do solo urbano são exemplos de ferramentas que orientam o olhar do estudante para situações comuns do solo nas cidades, como descarte indevido de resíduos, impermeabilização do solo, rios canalizados, presença ou ausência de áreas verdes, processos erosivos, retirada e acréscimo de horizontes superficiais, e produção agrícola em áreas urbanas e periurbanas.

Objetivo da aula de campo: perceber as funções do solo na paisagem urbana, os principais tipos de degradação e suas consequências.

ROTEIRO DE AULA DE CAMPO:

A aula de campo (Figura 64) pode ser realizada na escola ou colégio (caso haja espaços e elementos suficientes para abordar a temática), nos arredores da escola ou em vários pontos da cidade, caso haja possibilidade de deslocamento dos estudantes. Este Roteiro de Aula de Campo foi pensado para ser desenvolvido em grupo (máximo de 5 a 6 estudantes por grupo). É composto por questões problematizadoras que ajudarão os estudantes a desmitificarem a concepção equivocada de que o solo não integra a paisagem urbana, perceber suas funções, os principais tipos de degradação e suas respectivas consequências.



Figura 64: Aula de campo com professores da Educação Básica em um curso de formação continuada sobre solos do Programa Solo na Escola, no Setor de Ciências Agrárias da UFPR em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO:

Questão 01.

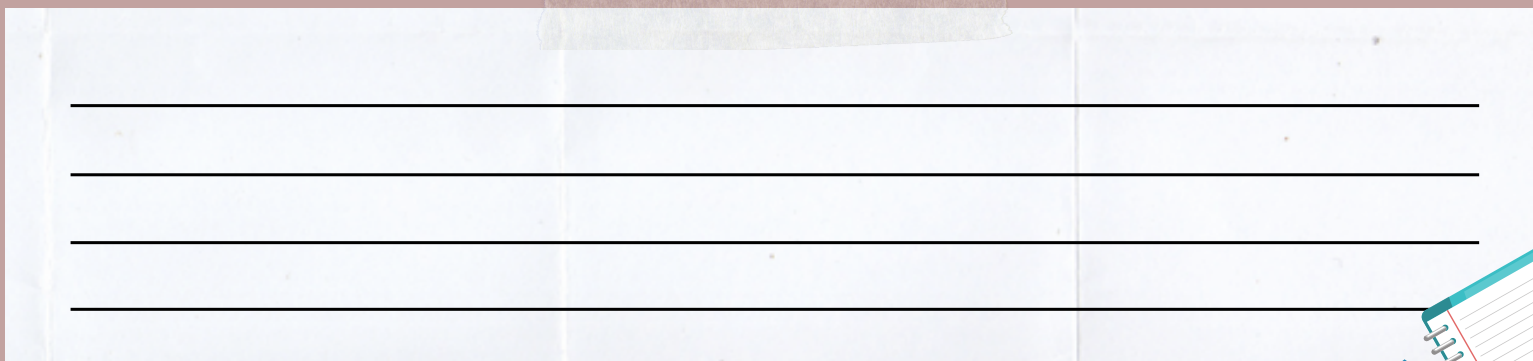
Objetivo da questão: problematizar os motivos que levaram as pessoas das cidades a não perceberem o solo e outros elementos naturais na paisagem urbana.

O(a) professor(a) deve direcionar os estudantes para um local no qual estes possam observar a paisagem urbana e seus elementos naturais e artificiais.

Leia o enunciado:

“A concepção de que o solo, e outros elementos naturais, não fazem parte da paisagem urbana é comum entre as populações humanas, principalmente entre os habitantes das grandes cidades”.

Com base na afirmativa acima e observando a paisagem urbana, a equipe deve descrever os principais motivos que levam os habitantes da cidade a não perceberem o solo nesta paisagem.



Questão 02.

Objetivo da questão: perceber as principais modificações causadas pelos seres humanos nos solos urbanos (mudança na textura, inversão e retirada de horizontes, materiais antrópicos acionados ao perfil, dentre outros).

O(a) professor(a) deve deslocar os estudantes para um local onde estes possam visualizar um solo urbano (Figura 65). Pode ser em alguma área da escola ou colégio, nas proximidades da escola ou em algum ponto da cidade. Buracos em obras de saneamento básico ou barrancos em estradas podem ser aproveitados para essa prática. Caso o(a) professor(a) julgue necessário escavar alguma área, recomenda-se utilizar uma enxada ou pá reta.

Leia o enunciado:

"Com base nos seus saberes e no que você já viu durante a aula de solos urbanos, você considera que as características visíveis do solo que está em sua frente são naturais? Manuseando e observando o solo que está em sua frente, descreva no quadro abaixo os atributos que os membros da equipe consideram naturais e atributos que foram modificadas."

Atributos Naturais	Atributos Modificadas



Figura 65: Aula prática sobre solos. Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Questão 03.

Objetivo da questão: perceber as funções do solo de infiltração e armazenamento de águas pluviais, controle do nível do lençol freático, regulação enchentes e inundações.

O(a) professor(a) deve escolher uma área onde possa ser encontrado solo impermeabilizado por calçamento (Figura 66) ou asfalto e solo coberto por gramado. Para realizar esta prática, será necessário água, regador ou uma garrafa de refrigerante com furos na tampa para simular a ocorrência de chuva.

Leia o enunciado:

"A tempestade com granizo e ventos de até 65 km/h que atingiu Curitiba na noite desta quarta-feira (18/09/2019) causou transtornos por toda a cidade. Provocou alagamentos em pleno horário de pico, derrubou árvores, travou o trânsito e transformou o teto de estabelecimentos comerciais em cascatas tanto foi o volume de água acumulado." (...) "De acordo com o Simepar, Curitiba acumulou 21,6 mm em apenas 15 minutos - o equivalente a mais de 15% do previsto para todo o mês de setembro" (jornal Gazeta do Povo, 18 set. 2019. Disponível em: <https://gazetadopovo.com.br/curitiba/estragos-temporal-curitiba-18-setembro/>).

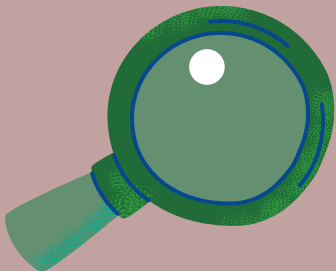


Figura 66: Calçamento em rua de Curitiba (PR) causando a impermeabilização do solo. Foto: Selma Barbosa Bastos

Cada equipe deve:

- Observar a simulação da chuva com regador ou garrafa plástica em duas situações: solo com gramado e asfalto (Figuras 67 e 68).
- Observar a infiltração da água, a direção que a água escorre, a posição que você se encontra na paisagem, a presença da vegetação e a impermeabilização da bacia hidrográfica.

A equipe deve descrever no quadro abaixo como água se comportou nas duas situações, bem como isso se relaciona com a ocorrência de enchentes e inundações em sua cidade.



Figuras 67 e 68: Simulação de chuva efetuada com regador em solo não impermeabilizado e impermeabilizado, respectivamente. Fotos: Sara de Paula Sant'ana

Solo com grama	Solo coberto por asfalto ou calçamento

Questão 04.

Objetivo da questão: perceber o solo como suporte de obras da construção civil e como material da construção civil.



Figura 69: Solo como suporte para construção civil. Foto: Aureo S. T. de Lima

O(a) professor(a) deve direcionar os estudantes para locais onde eles possam observar (em distância segura) obras de construção civil em andamento (Figura 69) ou concluídas.

Leia o enunciado:

"A equipe deve observar as construções (prédios de alvenaria) e as obras em construção e descrever quais funções do solo estão evidentes."



Questão 05.

Objetivo da questão: perceber o solo enquanto produtor de alimentos no espaço urbano e a função de ciclagem de nutrientes.

O(a) professor(a) deve escolher um espaço onde os estudantes possam visualizar a função do solo para produção de alimentos na cidade (horta da escola, horta comunitária ou de algum morador do bairro) (Figura 70).

Leia o enunciado:

"Dados da FAO (2012) revelam que a produção agrícola vem ganhando cada vez mais espaço nas cidades. No ano 2012 cerca de 800 milhões de pessoas se dedicaram a agricultura urbana e periurbana no mundo. Curitiba, por exemplo, no ano de 2017, contava com 24 hortas urbanas comunitárias com assessoramento da ₂ Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento, numa área total de 428.000 m² espalhados pela cidade" (PREFEITURA DE CURITIBA, 2017).

A equipe deve observar a horta ou canteiros e descrever quais funções o solo está exercendo nesse ambiente.



Figura 70: Horta urbana de Curitiba (PR)
Fonte://bit.ly/3pByNok

Questão 06.

Objetivo da questão: perceber formas de compactação do solo urbano, mudança na estrutura, porosidade, infiltração da água e erosão.

O(a) professor(a) deve direcionar os estudantes para um espaço com grama (pode ser na escola, parque ou praça) com presença de “caminhos” ou pequenas áreas de solo descoberto feitas pelo trânsito de pessoas (Figura 71). Para desenvolver esta prática será necessário haste de ferro, água, regador ou garrafa plástica para simular a chuva.

Orientações:

Cada equipe deve tentar inserir a haste de ferro em uma área de solo com grama e depois em uma área de solo descoberto e endurecido pelo trânsito de pessoas e observar as diferenças de resistência a penetração desses solos. Nas mesmas áreas, cada equipe deve simular a ocorrência de chuva com o regador ou garrafa plástica para que cada estudante perceba algumas das consequências da compactação do solo na infiltração da água.



Figura 71: Caminho compactado devido a passagem de pedestres, Setor de Ciências Agrárias da UFPR em Curitiba (PR). Foto: Selma Barbosa Bastos

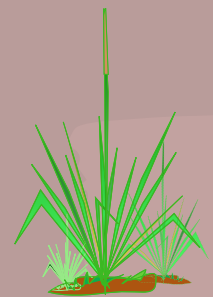
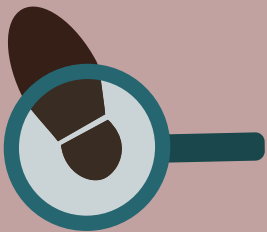
Leia os questionamentos:

Objetivo da questão: perceber formas de compactação do solo urbano, mudança na estrutura, porosidade, infiltração da água, erosão e crescimento de plantas.

-Por que o caminho por onde as pessoas passam ou pisam constantemente não cresce grama?

- A equipe percebeu diferenças no solo onde tem grama e onde não tem ao tentar introduzir a haste de metal no solo e ao simular a chuva? Quais?

-Quais são as consequências desse pisoteio e consequente compactação para o solo urbano?



Questão 07.

Objetivo da questão: perceber a função cultural, discutir a importância das áreas verde e arborização no espaço urbano.

Sugere-se que o(a) professor(a) leve os estudantes para um espaço arborizado da cidade, como praça, bosque ou parque (Figura 72).

- Cada membro da equipe deve observar a paisagem em silêncio por um ou dois minutos.
- Cada membro da equipe deve sentir e refletir sobre a temperatura ambiente.

Leia o enunciado:

[...] *“O levantamento meteorológico expedito realizado permitiu verificar que o microclima no interior do fragmento florestal (Parque Municipal do Barigui) caracteriza-se por temperaturas mais baixas e umidade relativa do ar mais elevada em relação às condições encontradas no transecto móvel realizado. Ao longo do transecto percorrido, a temperatura foi em média 4,3 °C mais elevada do que no interior da floresta, atingindo até 6,1°C de diferença. A umidade relativa no interior do fragmento manteve-se constante e foi em média 4,2% maior do que na área externa. [...]”* (MARTINI et al. 2015).



Figura 72; Vista da cidade de Curitiba (PR) a partir do mirante do Bosque Alemão. Foto: Sara de Paula Sant'ana

A partir do texto acima, observando a paisagem e sentido a temperatura do ar, a equipe percebeu algum aspecto relacionado ao solo? A equipe conseguiu observar alguma função do solo nesta paisagem? Quais funções?

Quais sensações a equipe sentiu quando chegou nesta área verde? É a mesma sensação de quando estamos no centro da cidade (Figura 73)? A equipe considera que as áreas com presença de vegetação são importantes para a população das cidades? Por quê?



Figura 73: Zona Urbana de Londrina (PR). Foto: Marcelo Ricardo de Lima

7.2 Atividades para serem desenvolvidas em sala de aula

USO DE IMAGENS:

A imagem é um recurso didático com potencial de subsidiar as práticas pedagógicas sobre solos urbanos, uma vez que possibilita gerar uma abordagem e discussão a partir da visualização de fenômenos e características relacionadas aos solos no espaço urbano. Além disso, imagens cuidadosamente selecionadas podem remeter o tema que está sendo estudado com o cotidiano e a realidade dos estudantes, provocando-os à problematização, ao questionamento, ao levantamento de hipóteses e à busca por possíveis respostas. Logo, o uso de imagens nas aulas de solos urbanos pode ir além do uso ilustrativo de visualizar e comparar fenômenos, requerendo também uma leitura investigativa-crítica por parte do(a) professor(a) e estudantes (Figura 74).

Uma possibilidade para trabalhar com imagens nas práticas pedagógicas sobre solos urbanos é direcionar o olhar dos estudantes para questões a serem abordadas durante a aula por meio de indagações. Por exemplo, questionamentos como “Há presença do solo nesta paisagem? É possível visualizá-lo? Por que em alguns locais da cidade não visualizamos o solo? Há presença de árvores ou gramados nessa paisagem? Se sim, qual o principal componente da paisagem que permite sua presença? Se não, quais motivos podem ter levado a não ter árvores ou grama nesta paisagem?”, ajudam a iniciar uma reflexão sobre a presença do solo na cidade e artificialização da paisagem natural.



Figura 74: Uso de imagens em sala de aula. Foto: Selma Barbosa Bastos

Figura 75: Maquete representando a impermeabilização do solo urbano (lado esquerdo da maquete). Foto: Selma Barbosa Bastos



Figuras 76 e 77 : Maquetes utilizadas em Exposição Didática do Programa Solo na Escola da Universidade Federal do Paraná para representar o solo no espaço urbano. Fotos: Aline Ribeiro Werkauser

CONFECÇÃO E USO DE MAQUETES:

Por ser uma representação tridimensional do espaço geográfico, abrangendo altura, comprimento e largura, a maquete apresenta potencial para facilitar a aprendizagem dos conteúdos sobre solos urbanos, pois sendo um recurso palpável garante a visualização de elementos da natureza e em alguns casos pode simular fenômenos naturais que em grande parte não são percebidas pelos estudantes no seu cotidiano.

O(a) professor(a), juntamente com os alunos, podem construir maquetes que representem o solo na paisagem urbana (Figuras 75, 76, 77 e 78).

A impermeabilização do solo urbano pode ser trabalhada a partir da construção de uma maquete que represente uma área urbana com solo impermeabilizado e outra área não urbana com solo não impermeabilizado como elementos das respectivas paisagens (vegetação, ruas, edificações, corpos d'água, dentre outros) (Figura 75). Nesse caso, é possível discutir questões como supressão da cobertura vegetal nas áreas urbanas, compactação do solo urbano, infiltração da água no solo, escoamento superficial, erosão, alagamentos e deslizamento de terra.

Uma vez que a maquete auxilia na explicação de conceitos, ela pode ser usada para introduzir ou finalizar a abordagem de conteúdos sobre solos urbanos, ou ainda, pode ser uma forma de avaliação quando a construção é feita pelos estudantes.

PERFIL EM 3D:

Embora a aula de campo seja fundamental para que os estudantes visualizem um perfil de solo na paisagem urbana, é necessário considerar que nem sempre é possível deslocar a turma para esta atividade. Diante disso, uma alternativa que o(a) professor(a) pode utilizar em sala de aula é o perfil de um solo urbano em 3D (Figura 78). Esse recurso possibilita ao estudante visualizar características como cor, profundidade, materiais antrópicos adicionados, espessura dos horizontes bem como horizontes naturais, adicionados ou invertidos.

Que tal utilizar um perfil de solo urbano 3D e sua aula e visualizá-lo de todos os ângulos possíveis com seus estudantes? Explore este recurso identificando as características visíveis deste solo juntamente com seus estudantes acessando o link: [//bit.ly/3mo4jV9](https://bit.ly/3mo4jV9)

Você também pode utilizar este mesmo recurso para trabalhar com perfis de solo em paisagens não urbanas. Link: [//bit.ly/3hwlbFw](https://bit.ly/3hwlbFw)



CONFIRA!

Figuraa 78: Perfil de um solo urbano em 3D. Fonte: [//bit.ly/3mo4jV9](https://bit.ly/3mo4jV9)

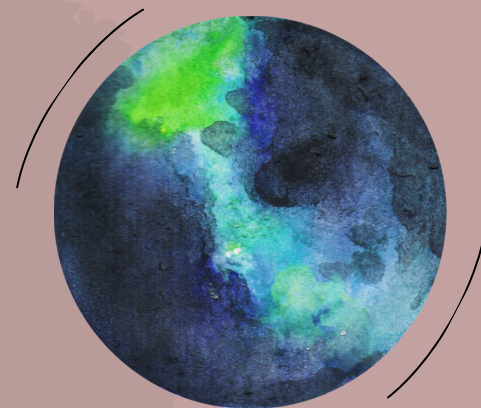
GOOGLE EARTH:

O uso de geotecnologias, como o Google Earth®, potencializa a abordagem de conteúdos espaciais, pois possibilita a visualização e análise de elementos e fenômenos no espaço geográfico. Com o Google Earth® é possível realizar atividades relacionadas ao cotidiano dos estudantes. Dentre as possibilidades que essa ferramenta permite explorar para a aprendizagem de solos urbanos, podem ser destacadas:

- 1) Visualizar a evolução da ocupação urbana do solo;
- 2) Localizar o bairro da escola e observar o seu grau de impermeabilização das ruas;
- 3) Observar presença de áreas verdes, ocorrência da supressão da cobertura vegetal ao longo dos anos, evolução na canalização de rios e ocupação das áreas de várzeas e encostas.

Como baixar o Google Earth Pro® no seu computador:

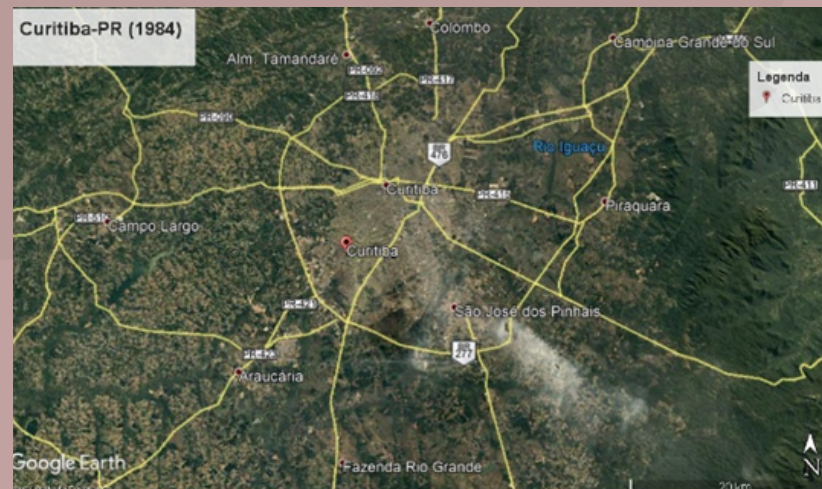
- 1) Acesse: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/versions/>
- 2) Clique no ícone “Google Earth Pro® para computador”;
- 3) Clique em “Fazer o download do Google Earth Pro® para computador”;
- 4) Clique em “Concordar e fazer download”;
- 5) Abra o arquivo baixado, em seguida clique em “EXECUTAR”; quando aparecer a mensagem “Deseja permitir que este aplicativo faça alterações no seu computador”, clique em “SIM”. Pronto, o Google Earth Pro® será instalado em seu computador.



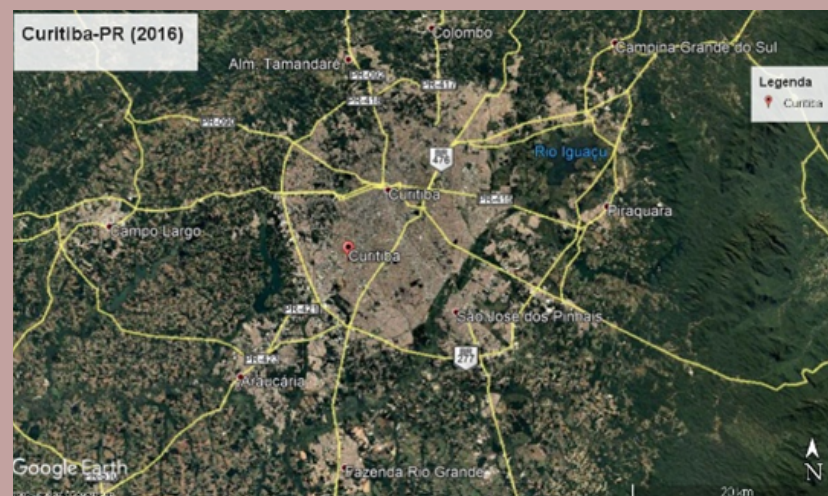
Como visualizar a evolução da ocupação urbana do solo no Google Earth Pro®:

- 1) Em “Pesquisar” digite o nome do município e clique em “Pesquisar” ou aperte “Enter”.
- 2) Na barra superior clique em “Visualizar”, marque o campus “Imagens histórias”. Na parte superior da tela irá aparecer uma régua a qual representa o histórico de anos com imagens. À medida que você desloca o marcador da régua para a esquerda, as imagens são mais antigas e à medida que você desloca a régua para a direita, as imagens são mais recentes.
- 3) Para salvar as imagens, basta clicar no ícone “Salvar imagem” na barra superior. Surgirá uma barra abaixo indicando Opções de Mapas (você pode inserir os elementos de um mapa, como título, legenda, escala), Resolução e Salvar imagem (você pode escolher o local no qual quer salvar sua imagem em formato JPEG).

Veja um exemplo de imagens que possibilitam perceber a evolução da ocupação urbana do solo em Curitiba-PR (Figuras 79 e 80), que podem instigar nos estudantes a curiosidade para as transformações ocorridas na paisagem urbana, sobretudo as implicações no solo urbano.



Figuras 79 e 80: Evolução da ocupação urbana do solo em Curitiba (PR).
Fonte: Google Earth®



Localizar o bairro da escola e observar o grau de impermeabilização das ruas:

- 1) Em “Pesquisar” digite o nome do bairro da escola ou o nome da própria escola e clique em “Pesquisar” ou aperte “Enter”.
- 2) Você pode mover ao redor da área selecionada e aumentar ou diminuir o zoom com o mouse ou usando os ícones localizados do lado direito da tela.
- 3) Para salvar as imagens, basta clicar no ícone “Salvar imagem” na barra superior. Surgirá uma barra abaixo indicando Opções de Mapas (você pode inserir os elementos de um mapa, como título, legenda, escala), Resolução e Salvar imagem (você pode escolher o local no qual quer salvar sua imagem em formato JPEG).



Figura 81: Impermeabilização em bairro de Curitiba (PR). Fonte: Google Earth®

Observar o grau de impermeabilização do solo do bairro no qual a escola está inserida é uma estratégia capaz de aproximar o conteúdo com a realidade dos estudantes (Figura 81). Nesse caso, o(a) professor(a) pode pedir para que os estudantes observem a imagem da escola e seu entorno, buscando identificar áreas impermeabilizadas e áreas não impermeabilizadas. Assim, será possível ter uma ideia do grau de impermeabilização da área e relacionar com processos de infiltração da água da chuva, ocorrência de alagamentos, abastecimento do lençol freático e a redução do tempo de concentração das águas pluviais, ou seja, o tempo em que a água cai no solo e chega ao rio.

Observar a presença de rios canalizados na cidade:

- 1) Digite na ferramenta “Pesquisar” um local próximo ao rio canalizado.
- 2) É possível destacar o rio usando a ferramenta “Caminho” na qual você pode adicionar um título, mudar o estilo e a cor da linha.
- 3) Para salvar as imagens, basta clicar no ícone “Salvar imagem” na barra superior. Surgirá uma barra abaixo indicando Opções de Mapas (você pode inserir os elementos de um mapa, como título, legenda, escala), Resolução e Salvar imagem (você pode escolher o local no qual quer salvar sua imagem em formato JPEG).

A presença de rios canalizados (Figura 82) pode ser associada a discussões referentes à artificialização do espaço urbano e modificações dos elementos naturais da paisagem. O(a) professor(a) pode instigar nos alunos a curiosidade para refletirem sobre as finalidades e consequências de rios canalizados na cidade. Além disso, é possível refletir juntamente com a turma sobre as interações entre o solo e a água e como o solo urbano mantém relação direta e indireta com os rios canalizados da cidade.



Figura 82: Presença de rios canalizados em Curitiba (PR). Fonte: Google Earth®

Presença de áreas verdes, ocorrência da supressão da cobertura vegetal ao longo dos anos e processo de reflorestamento e arborização:

- 1) Em “Pesquisar” digite o nome do município ou da área específica que você pretende dar ênfase (como praças, parques, bosques e ruas) e clique em “Pesquisar” ou aperte “Enter”.
- 2) Você pode mover ao redor da área selecionada e aumentar ou diminuir o zoom com o mouse ou usando os ícones localizados do lado direito da tela.
- 3) Para salvar as imagens, basta clicar no ícone “Salvar imagem” na barra superior. Surgirá uma barra abaixo indicando Opções de Mapas (você pode inserir os elementos de um mapa, como título, legenda, escala), Resolução e Salvar imagem (você pode escolher o local no qual quer salvar sua imagem em formato JPEG).



Figuras 83 e 84: Supressão da cobertura vegetal em Salvador (BA). Fonte: Google Earth®



Figuras 85 e 86: Aumento da mata ciliar do Rio Atuba em Curitiba (PR) no período de 2004 a 2020.
Fonte: Google Earth®



A presença ou a ausência de vegetação no solo urbano (Figuras 85 e 86) está associada à ocorrência de diversos fenômenos e processos como infiltração e escoamento superficial das águas pluviais, erosão e regulação da temperatura do ar que podem ser trabalhados pelo(a) professor(a). Identificar áreas verdes, supressão da mata ciliar, áreas de reflorestamento e ruas arborizadas através de imagens, em diferentes anos, é uma estratégia que pode ser utilizada em sala.

Ocupação das áreas de risco:

- 1) Em “Pesquisar” digite o nome de um bairro no qual há ocupações humanas em áreas de risco, como encostas, várzeas, dunas ou manguezais (pode ser exemplos locais, estaduais, regionais ou nacionais) e clique em “Pesquisar” ou aperte “Enter”.
- 2) Você pode mover ao redor da área selecionada e aumentar ou diminuir o zoom com o mouse ou usando os ícones localizados do lado direito da tela.
- 3) Para salvar as imagens, basta clicar no ícone “Salvar imagem” na barra superior. Surgirá uma barra abaixo indicando Opções de Mapas (você pode inserir os elementos de um mapa, como título, legenda, escala), Resolução e Salvar imagem (você pode escolher o local no qual quer salvar sua imagem em formato JPEG).



Figura 87: Ocupações de encostas em Salvador (BA). Fonte: Google Earth®

Ao trabalhar com imagens de ocupações de encostas (Figura 87), por exemplo, o(a) professor(a) pode associar o uso de ocupação dos solos urbanos em áreas de encostas a questões socioeconômicas, falta de políticas públicas, deslizamentos e perdas materiais e humanas.

8 EXPERIMENTOS SOBRE SOLOS URBANOS

Processos e fenômenos que ocorrem no espaço urbano relacionados aos solos urbanos podem ser facilmente visualizados a partir de experimentos de simples confecção. É possível representar por meio de experimentos a infiltração da água da chuva em solos permeabilizados e impermeabilizados, a infiltração da água da chuva no solo afetada por resíduos plásticos e o solo como filtro de poluentes.

8.1 Compactação e crescimento de plantas

O experimento “Compactação no crescimento de plantas” (Figura 88) é indicado para ser trabalhado desde o 3º ano do Ensino Fundamental até o 3º ano do Ensino Médio.

Segundo Cordeiro, Souza e Lima (2020) este experimento tem como objetivos:

- Demonstrar as consequências da compactação do solo para o crescimento de plantas;
- Discutir como ocorre a compactação do solo no meio rural e urbano;
- Discutir como prevenir e remediar a compactação do solo.



Figura 88: Experimento compactação e crescimento de plantas. Fonte: //bit.ly/3IUJEX

Para aprender a fazer esse experimento, veja o livro “Experimentos na Educação em Solos”, capítulo “COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO” (p.54-61), acessando o link:
[//bit.ly/38QehKC](https://bit.ly/38QehKC)

Confira também o vídeo no YouTube:



8.2 Impermeabilização do solo

O experimento “Impermeabilização do solo” (Figura 89) é indicado para ser trabalhado desde o 3º ano do Ensino Fundamental até o 3º ano do Ensino Médio. Este pode ser apresentado aos estudantes durante a abordagem das consequências da urbanização nas funções do solo urbano.

Segundo Sant'ana e Lima (2020) este experimento tem como objetivos:

- Demonstrar a diferença do escoamento superficial da água em solo impermeabilizado e não impermeabilizado;
- Discutir a importância das áreas vegetadas no meio urbano;
- Discutir as consequências causadas pela impermeabilização do solo e os problemas que ela pode causar tanto no meio ambiente como na sociedade;
- Sugerir possíveis soluções para o problema da impermeabilização.



Figura 89: Experimento impermeabilização do solo.
Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Para aprender a fazer esse experimento, veja o livro “Experimentos na Educação em Solos”, capítulo “IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO” (p.139-145), acessando o link: [//bit.ly/38QehKC](https://bit.ly/38QehKC)

Confira também o vídeo no YouTube:



8.3 Infiltração da água no solo afetada por resíduos plásticos

Os materiais antrópicos adicionados aos perfis de solos urbanos, como plásticos, reduzem a infiltração da água da chuva e geram consequências como maior escoamento superficial, erosão e acúmulo rápido de água na superfície, podendo causar alagamentos.



Figura 90: Experimento Infiltração da água no solo afetado por resíduos plásticos.

Fonte: [//bit.ly/35PAVkc](https://bit.ly/35PAVkc)

O experimento "Infiltração da água no solo afetada por resíduos plásticos" (Figura 90) é indicado para ser trabalhado desde o 3º ano do Ensino Fundamental até o 3º ano do Ensino Médio e pode ser facilmente confeccionado pelo(a) professor(a). Segundo Pires et al. (2020), este experimento tem como objetivos:

- Demonstrar a diferença de infiltração entre o solo sem resíduos plásticos e o solo com resíduos plásticos;
- Discutir como é prejudicial o descarte de resíduos plásticos em lugares inadequados;
- Discutir a problemática de infiltração da água em um solo com resíduos plásticos.

Para aprender a fazer esse experimento, veja o livro "Experimentos na Educação em Solos", capítulo "INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS" (p.154-160), acessando o link: [//bit.ly/38QehKC](https://bit.ly/38QehKC)

Confira também o vídeo no YouTube:



8.4 Poluentes no solo

O experimento “Poluentes no Solo” (Figura 91) pode ser utilizado no Ensino Fundamental e Médio. Representando o solo como filtro de poluentes, pode ser relacionado ao contexto urbano, como áreas de aterro, cemitérios, acidentes com derramamento de substâncias tóxicas ou descarte indevido de alguns resíduos.

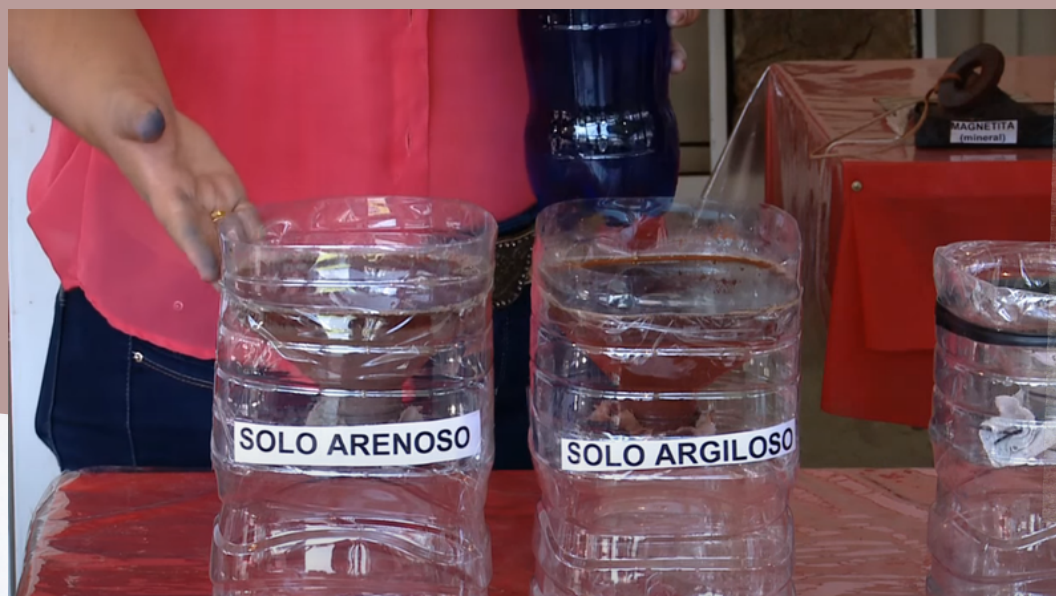


Figura 91: Experimento poluentes no solo. Fonte: //bit.ly/2j1imBb

Para aprender a fazer esse experimento, veja o livro “Experimentos na Educação em Solos”, capítulo “POLUENTES NO SOLO” (p.168-174), acessando o link:

[//bit.ly/38QehKC](https://bit.ly/38QehKC)

Confira também o vídeo no YouTube:



De acordo com Buba et al. (2020), com esse experimento o professor pode:

- Demonstrar a capacidade do solo em agir como um filtro de contaminantes e poluentes do meio ambiente;
- Discutir o resultado obtido, abordando os atributos do solo que contribuem para a maior retenção de poluentes.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível neste texto constatar que o solo é integrante da paisagem urbana, e que a intensa urbanização modifica suas funcionalidades. Foi visto, também, que os solos urbanos apresentam diversas funções importantes do ponto de vista socioeconômico, ambiental e cultural. Contudo, grande parte dos solos da cidade já foram modificados e até mesmo degradados, sendo as alterações de ordem química, física e biológica. Isso evidencia a necessidade de levar em consideração os limites, fragilidades e potencialidades do solo para seu uso e ocupação no espaço urbano.

O solo é um bem natural que desempenha diversas funções ao ambiente, e, por isso, deve ser devidamente preservado tanto no espaço urbano quanto rural. É necessário que as pessoas aumentem o grau de importância que dão ao solo e estabeleçam sentimentos de valorização, cuidado e respeito com o mesmo. Só assim, as gerações futuras terão solos conservados e a manutenção das diversas formas de vida do planeta estará garantida.

GLOSSÁRIO

Acidez do solo: termo aplicado a solos com pH inferior ao 7,0 (CURI et al., 1993).

Adensamento populacional: concentração populacional em determinada área da cidade.

Aeração do solo: processo pelo qual se faz troca de gases entre o ar do solo e o ar atmosférico (LEPSCH, 2011).

Água subterrânea: água presente no subsolo ocupando a zona saturada dos aquíferos, e movendo-se sob o efeito da força gravitacional. Difere da água do solo, pois nesta as forças que a comandam são as eletroquímicas, tais como capilaridade e adsorção (IBGE, 2004).

Águas superficiais: água que ocorre em corpos cuja superfície livre encontra-se em contato direto com a atmosfera, isto é, acima de superfície topográfica (IBGE, 2004).

Alcalinidade do solo: grau ou intensidade da alcalinidade de um solo, expressa por um valor de pH maior que 7,0 (CURI et al., 1993).

Ambiente: é o conjunto de condições que envolvem e sustentam os seres vivos no interior da biosfera, incluindo clima, solo, recursos hídricos e outros organismos (PIRES et al., 2018).

Área verde urbana: compreende em espaço, público ou privado, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais (PIRES et al., 2018).

Áreas de risco: áreas especiais que denotam a existência de risco à vida humana e que necessitam de sistema de drenagem especial. As áreas de risco são classificadas, quanto ao tipo, em: áreas em taludes, que são terrenos de superfície inclinada na base de um morro ou de uma encosta de vale, onde se encontra um depósito de detritos e encostas sujeitas a deslizamentos; áreas de baixios, ou seja, de terras baixas, sujeitas a inundações na estação chuvosa e/ou proliferação de vetores e, em geral, constantemente alagadas; áreas sem infraestrutura de drenagem, onde não existem redes coletoras de águas pluviais; ou áreas urbanas com formações de grotões, ravinas e processos erosivos crônicos (IBGE, 2011).

Areia: partícula de solo com diâmetro entre 0,05 e 2,00 mm (CURI et al., 1993).

Argila: partícula de solo com diâmetro menor que 0,002 mm (adaptado de CURI et al., 1993).

Artificialização da paisagem: processo de transformação da paisagem natural por ação antrópica ao longo do tempo ao ponto de perder ou mascarar suas características naturais.

Aterro controlado: local utilizado para despejo do lixo coletado, em bruto, com cuidado de, diariamente, após a jornada de trabalho, cobrir os resíduos com uma camada de terra, de modo a não causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, bem como minimizar os impactos ambientais (IBGE, 2011).

Aterro sanitário: instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos através de sua adequada disposição no solo, sob controles técnico e operacional permanentes, de modo a que nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública e/ou ao meio ambiente. Para tanto, o aterro sanitário deverá ser localizado, projetado, instalado, operado e monitorado em conformidade com a legislação ambiental vigente e com as normas técnicas oficiais que regem essa matéria (IBGE, 2011).

Atividade microbiana: representa a fração viva da biomassa microbiana, ou seja, a parte ativa da matéria orgânica do solo (HERNANI, s.d.).

Bacia hidrográfica: é a área total de drenagem que alimenta uma determinada rede hidrográfica; espaço geográfico de sustentação dos fluxos d'água de um sistema fluvial hierarquizado. Área na qual, pelas suas características topográficas e geológicas, ocorre a captação de águas para um rio principal e seus afluentes (PIRES et al., 2018).

Banhado: parte de uma planície de inundação onde habitualmente se processa o extravasamento de águas fluviais durante as estações chuvosas (ORMOND, 2006).

GLOSSÁRIO

Bens naturais: elementos da natureza indispensáveis para a existência e a manutenção da vida na Terra.

Biodiversidade: é a variedade de genótipos, espécies, populações etc. e seus processos vitais de relações ecológicas existentes nos ecossistemas ou comunidades de uma determinada região (PIRES et al., 2018).

Ciclo hidrológico: sistema pelo qual a natureza faz a água circular do oceano para a atmosfera e daí para os continentes, de onde retorna, superficial e subterraneamente, ao oceano (IBGE, 2004).

Compactação do solo: diminuição do volume do solo ocasionado por compressão, que causa um rearranjo mais denso das partículas do solo e a consequente redução da porosidade (LEPSCH, 2011).

Conservação do solo: consiste na combinação de todos os métodos de manejo e uso da terra que protegem o solo contra o seu esgotamento ou deterioração por fatores naturais ou induzidos pelo ser humano (CURI et al., 1993).

Contaminação: introdução de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos não presentes normalmente, que tornam o meio impróprio para a sua utilidade prevista ou uso pretendido (adaptado de IGAM, 2008).

Corpos d'água: denominação genérica para qualquer manancial hídrico; curso d'água, trecho de rio, reservatório artificial ou natural, lago, lagoa ou aquífero subterrâneo (IGAM, 2008).

Corpos hídricos: ver a definição de corpos d'água.

Decomposição: quebra de moléculas orgânicas complexas em moléculas orgânicas e inorgânicas, as quais podem ser novamente utilizadas pelos organismos (LEPSCH, 2011).

Degradação do solo: alteração de ordem química, física ou biológica em decorrência de processos naturais ou ações antrópicas.

Densidade do solo: corresponde à massa do solo por unidade de volume, ou seja, o volume do solo ao natural, incluindo os espaços porosos (LEPSCH, 2011).

Deslizamento: deslocamento de massas de solo sobre um embasamento saturado de água. A ação humana muitas vezes pode acelerar os deslizamentos através da utilização de áreas acidentadas (IBGE, 1993).

Enchente: também chamada de cheia, é a elevação do nível de água do rio, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem atingir a planície de inundação (AMARAL; GUTJAHR, 2012).

Erosão: desgaste e/ou arrastamento da superfície da terra pela água corrente, vento, gelo ou outros agentes geológicos, incluindo processos como o arraste gravitacional (CURI et al., 1993).

Escoamento superficial: é a fase do ciclo hidrológico que se refere ao deslocamento do conjunto das águas que, por efeito da gravidade, se desloca na superfície da terra (IGAM, 2008).

Evaporação: processo pelo qual as moléculas de água na superfície líquida ou na umidade do solo, adquirem suficiente energia, através da radiação solar e passam do estado líquido para o de vapor (IBGE, 2004).

Evapotranspiração: processo natural de transferência de água para a atmosfera por meio da evaporação de água das superfícies e transpiração das plantas, proporcionando o aumento da umidade do ar (IGAM, 2008).

Fertilidade do solo: status de um solo com respeito à sua capacidade de suprir os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (CURI et al., 1993).

Fossa séptica: dispositivo tipo câmara, enterrado, revestido e sem possibilidade de infiltração no solo, destinado a receber o esgoto para separação e sedimentação do material sólido, transformando-o em material inerte. A parte líquida do esgoto pode ser encaminhada a sumidouros, valas de infiltração ou filtros biológicos (IBGE, 2011).

GLOSSÁRIO

Geotecnologias: conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação georreferenciada.

Ilha de calor: fenômeno climático de amplificação da temperatura verificado nas cidades em função da alta capacidade térmica das mesmas. Decorre dos atributos físicos do meio urbano, como o predomínio de superfícies asfaltadas, verticalização das construções, canalização de rios e córregos, e a presença poucas áreas verdes, que associadas às atividades industriais, ao transporte viário intenso e a outras fontes de calor, que interferem nos elementos do clima (IBGE, 2004).

Ilhas de frescor: são locais de uma cidade onde a temperatura se apresenta de forma significativamente mais baixa, geralmente associados a áreas verdes (PAZ, 2009).

Inundação: é o fenômeno em que o volume de água de uma enchente transborda do canal natural do rio (IGAM, 2008).

Lençol freático: zona do subsolo que limita a zona saturada, que é aquela onde os poros do solo ou da rocha estão totalmente preenchidos por água subterrânea (IGAM, 2008).

Lixão: local utilizado para disposição do lixo, em bruto, sobre o terreno, sem qualquer cuidado ou técnica especial. O vazadouro a céu aberto (lixão) caracteriza-se pela falta de medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (IBGE, 2011).

Microclima: condição climática de uma pequena área resultante da modificação das condições climáticas gerais, por diferenças locais em elevação ou exposição (IBGE, 2004).

Microrganismos patogênicos: microrganismos que podem causar doenças em um hospedeiro.

Movimento de massa: movimento que envolve uma massa ou volume de solo ou rocha que se desloca em conjunto. Difere da erosão por ser este um fenômeno que ocorre grão a grão (IBGE, 2004).

Pedregosidade: refere-se à proporção relativa de calhaus (2 a 20 cm) e matacões (20 a 100 cm) sobre a superfície e/ou na massa do solo (CURI et al., 1993).

Periurbano: espaços nos quais coexistem atividades urbanas e rurais, dificultando a delimitação entre o espaço urbano e rural.

pH do solo: logaritmo do inverso da atividade do íon hidrogênio na solução de um solo, utilizado para determinar o grau de acidez ou alcalinidade do mesmo (adaptado de CURI et al., 1993).

Pegajosidade do solo: é a propriedade que pode apresentar a massa do solo de aderir a outros objetos (IBGE, 2015).

Plasticidade do solo: é a propriedade que pode apresentar o material do solo de mudar continuamente de forma, pela ação da força aplicada, e de manter a forma imprimida, quando cessa a ação da força (IBGE, 2015).

Poluição: alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente pelo lançamento de quaisquer substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, que se tornem efetiva ou potencialmente nocivas à saúde, à segurança e ao bem-estar da população, comprometendo o uso doméstico, agrícola, pastoril, recreativo, industrial ou outros fins justificados e úteis, bem como causem danos ou prejuízos à flora e fauna (IGAM, 2008).

Porosidade do solo: refere-se ao volume do solo ocupado pela água e pelo ar (IBGE, 2015).

Vale: Depressão topográfica alongada, aberta, inclinada em uma determinada direção em toda a sua extensão. Pode ser ou não ocupada por água (IBGE, 2004).

Várzea: terrenos baixos e mais ou menos planos que se encontram junto às margens dos rios (IBGE, 1993).

Vazão do rio: é o volume de água que passa por uma seção de um rio ou canal durante uma unidade de tempo, usualmente dados em litro por segundo (l/s), metros cúbicos por segundo (m³/s) ou metros cúbicos por hora (m³/h) (IGAM, 2008).

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R.; GUTJAHR, M. R. **Desastres naturais**. 2. ed. São Paulo: IG/SMA, 2012. 100 p. (Cadernos de Educação Ambiental, 08).
- BARROS, Y. J.; MELO, V. F.; Zanello, S.; ROMANÓ, E. L.; LUCIANO, P. R. Teores de metais pesados e caracterização mineralógica de solos do Cemitério Municipal de Santa Cândida, Curitiba (PR). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1763-1773, 2008.
- BUBA, T. C.; BUBA, T. C.; BONFLEUR, E. J.; FERNANDES, J. K.; LIMA, M. R. Poluentes no solo. In: LIMA, M. R. (Ed.). **Experimentos na Educação em Solos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2020. p. 168-174.
- CORDEIRO, J. K. F.; SOUSA, C. E.; LIMA, M. R. Compactação no crescimento de plantas no solo. In: LIMA, M. R. (Ed.). **Experimentos na Educação em Solos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2020. p. 54-61.
- CURI, N.; LARACH, J. O. I. L.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90 p.
- DIAS JUNIOR, M.S. Compactação do solo. **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa, v. 1, p. 55-94, 2000.
- HERNANI, L. C. **Microorganismos**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/3luXHCP>>. Acesso em 02 dez. 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro, 1993. 446 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004. 332 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. **Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro, 2011. 268 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015. 430 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 04).
- IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Glossário de termos relacionados à gestão de recursos hídricos**. Belo Horizonte, 2008. 85 p.
- LADEIRA, F. S. B. A ação antrópica sobre os solos nos diferentes biomas brasileiros – terras indígenas e solos urbanos. **Entre-Lugar**, Dourados, v. 3, n. 6, p.127-139, 2012.
- LEPSCH, I. **Dezenove lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 440 p.
- MARTINI, A.; BIONDI, D.; VIEZZER, J.; SILVA, D. A. O efeito microclimático do fragmento florestal existente no Parque Municipal do Barigui na cidade de Curitiba – PR. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, ed. especial, p. 125-131, 2015.
- OLIVEIRA, L. M. **Acidentes geológicos urbanos**. 1. ed. Curitiba: Mineropar, 2010.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. **Carta mundial de los suelos**. 2015. <http://www.fao.org/3/I4965S/i4965s.pdf>

REFERÊNCIAS

- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Criar cidades mais verdes**. Roma, 2012. 15 p.
- ORMOND, J. G. P. **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais**. Rio de Janeiro: BNDES, 2006. 316 p.
- PAZ, L. H. F. **A influência da vegetação sobre o clima urbano de Palmas/TO**. 2009.169 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/7597>>. Acesso em: 02 dez. 2020.
- PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. ; AZEVEDO, A. C. ; BOTELHO, M. R. ; MENEZES, F. P. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, p. 147-151, 2007.
- PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; KAMINSKI, J. Solos urbanos. **Ciência Rural**, Pelotas, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, 2004.
- PIRES, H. K.; STABEN, L. A.; LIMA, M. R. Infiltração da água no solo afetada por resíduos plásticos. In: LIMA, M. R. (Ed.). **Experimentos na Educação em Solos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2020. p. 154-161.
- PIRES, P. T. L.; LOPER, A. A.; MENDES, C. J.; PETERS, E. L.; MAIA, G. N.; ABREU, L. M. (Org.). **Dicionário de termos florestais**. Curitiba: FUPEF, 2018. 102 p.
- PREFEITURA DE CURITIBA. **Produtores de horta urbana do Cajuru fazem primeira colheita**. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/produtores-de-horta-urbana-do-cajuru-fazem-primeira-colheita/43155>> Acesso em: fev. 2018.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. Uso das informações pedológicas agrícola e não agrícola. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia: solos dos biomas brasileiros**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 47-110.
- SANDOR, J.; BURRAS, C. L.; THOMPSON, M. Human impacts. In: HILLEL, D. et al. (Ed.). **Encyclopedia of soils in the environment**. New York: Academic Press, 2004. v. 1. p. 520-532.
- SANT'ANA, S.P.; LIMA, M. R. Impermeabilização do solo. In: LIMA, M. R. (Ed.). **Experimentos na Educação em Solos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2020. p. 139-145.
- SANTOS JUNIOR, J. B.; LIMA, M. R. Caracterização e classificação de solos urbanos em Campina Grande do Sul, estado do Paraná. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 55, n. 2, p. 98-104, 2012.
- SILVA, A. S. Solos urbanos. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

ISBN 978-658623363-0



9

786586

233636