EXPERIMENTOS NA EDUCAÇÃO EM SOLOS

Editor: Marcelo Ricardo de Lima

Programa
SOLO
NA ESCOLA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EXPERIMENTOS NA EDUCAÇÃO EM SOLOS

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 e Coordenadora do Projeto de Extensão Universitária Exposição Didática de Solos
Fabiane Machado Vezzani

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

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

EXPERIMENTOS NA EDUCAÇÃO EM SOLOS

Editor:
Marcelo Ricardo de Lima

Curitiba - PR
2020

Copyright © 2020 - Universidade Federal do Paraná / Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
É permitida a reprodução parcial ou citação, desde que citada a fonte. É proibida a reprodução total desta obra sem autorização prévia, e por escrito da editora.

Capa: Marcelo Ricardo de Lima
Diagramação: Marcelo Ricardo de Lima

Departamento de Solos e 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

ISBN:
2020 - 1ª edição
Disponível em: www.escola.agrarias.ufpr.br

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

Ficha catalográfica

E96

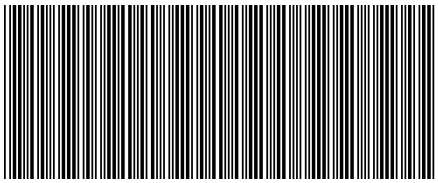
Experimentos na Educação em Solos. / Anna Vitória Gurgel Knopki... [et al] (orgs.). - Curitiba : Marcelo Ricardo de Lima; Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR, 2020.
218 p.

ISBN 978-65-86233-13-1

1. Solos - Experimentos. 2. Ciências do Solo - Estudo e Ensino. 3. Prática de Ensino - Coletânea. I. Lima, Marcelo Ricardo De. II. Título. III Universidade Federal do Paraná (Programa de Extensão Universitária Solo na Escola).

CDD 631.407

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



978-65-86233-13-1

AUTORES

(em ordem alfabética)

Anna Vitória Gurgel Knopki
Graduanda em Engenharia Florestal.

Anne de Nonohay da Silva
Graduanda em Geografia.

Bruna Ohana da Silva
Engenheira Agrônoma. Engenheira de Segurança no Trabalho.

Bruna Perissute da Silva
Zootecnista.

Cassiano Emilio de Sousa
Engenheiro Agrônomo. Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal).

Cristiane Maria Alves
Bacharel e Licenciada em Geografia. Especialista em Geoprocessamento e Meio Ambiente.

Elen Alvarenga Silva
Licenciada em Química. Mestre em Ciência do Solo. Doutora em Ciência do Solo.

Eloana Janice Bonfleur
Engenheira Agrônoma. Mestre em Solos e Nutrição de Plantas. Doutora em Solos e Nutrição de Plantas

Gabriela Nicolau Maia
Engenheira Florestal. Cursando Especialização em Gestão Ambiental.

Gabriéle Santiago de Campos
Graduanda em Agronomia.

Guilherme Gonzatto
Graduando em Geografia.

Jaqueline dos Passos
Graduanda em Geografia.

Jessica Karoline Fernandes Cordeiro
Engenheira Agrônoma. Cursando Especialização em Gestão do Agronegócio.

Jessica Cristina Lozovei
Bacharel e Licenciada em Geografia.

Jessica Scheleder
Zootecnista.

Kemelyn Hack Pires
Graduanda em Engenharia Florestal.

Leiken Lauria Weber
Engenheira Agrônoma. Mestre em Ciência do Solo.

Letice Guedes
Zootecnista.

Luane Aparecida Staben
Graduanda em Engenharia Florestal.

Marcelo Ricardo de Lima
Engenheiro Agrônomo. Especialista em Educação à Distância. Mestre em Ciência do Solo. Doutor em Agronomia.

Mareza Fernandes de Araújo
Graduanda em Engenharia Florestal.

Maria Harumi Yoshioka
Engenheira Florestal. Especialista em Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Especialista em Empreendedorismo Social e Negócios Sociais.

Nataly Rodrigues Soares
Tecnóloga em Gestão Ambiental. Engenheira Agrônoma.

Patricia Ramos Silva
Graduanda em Geografia.

Renata Moreira da Silva Metling
Engenheira Agrônoma. Especialista em Engenharia da Segurança no Trabalho.

Sara de Paula Sant'ana
Graduanda em Zootecnia.

Thatiane Calixto Buba da Costa
Engenheira Agrônoma. Especialista em Gestão de Agronegócios.

Thailine Scucato
Zootecnista.

Victoria Yasmin Domingues
Zootecnista.

Vinicius Macedo Prestes
Engenheiro Florestal.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do ensino fundamental e médio que participaram dos cursos, oficinas, eventos e demais atividades do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola, pelas valiosas críticas e sugestões aos experimentos.

Aos alunos bolsistas e voluntários do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola, que atuaram ao longo de quase duas décadas, recebendo estudantes do ensino fundamental e médio na Exposição Didática de Solos do DSEA/UFPR e contribuindo no teste e aperfeiçoamento de novas experiências didáticas para a educação em solos.

À equipe da UFPR TV pela produção dos vídeos didáticos que ilustram a maior parte dos experimentos apresentados neste livro.

NOTA DO EDITOR

Alguns experimentos foram compilados dos roteiros originalmente disponibilizados no site do Programa Solo na Escola/UFPR (www.escola.agrarias.ufpr.br), os quais foram atualizados e padronizados para esta obra.

Muitos dos autores dos roteiros eram estudantes de graduação na época da redação original dos roteiros, atuando como bolsistas ou voluntários do Programa Solo na Escola/UFPR, mas que tiveram a formação atualizada na lista de autores.

Elogios, críticas e sugestões são bem-vindos. Entre em contato através do e-mail projetosolonaescola@gmail.com.

SÍMBOLOS UTILIZADOS NESTA PUBLICAÇÃO

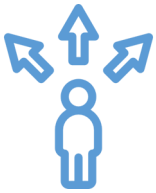
Link do vídeo que explica a montagem do experimento

Questões e sugestões de atividades

Público sugerido ao qual se destina o experimento

Informações complementares para os professores

Objetivos do experimento



Sugestões de variações na condução do experimento

Materiais necessário para montagem do experimento

Destino adequado dos materiais utilizados no experimento

Procedimentos para execução do experimento

Riscos prováveis na execução do experimento

Dramatização proposta para o experimento

Bibliografia citada no roteiro do experimento

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 01
OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E OS EXPERIMENTOS 06
ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS 13
AR DO SOLO 20
CAIXA SENSORIAL DE SOLOS 25
CARGAS DO SOLO 32
CICLO DO CÁLCIO 39
CICLO DO NITROGÊNIO 46
COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO 54
CONSISTÊNCIA DO SOLO 62
CONTRAÇÃO DO SOLO 67
CORES DO SOLO 73
DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO 79
DENSIDADE DO SOLO 87
EROSÃO EÓLICA DO SOLO 95
EROSÃO HÍDRICA DO SOLO 100
EXPANSÃO DO SOLO 110
FORMAÇÃO DO SOLO 116
HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS 124
IMPACTO DA GOTA DE CHUVA NO SOLO 132
IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO 139
INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS 146
INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS 154
MAGNETISMO NO SOLO 162
POLUENTES NO SOLO 168
POROSIDADE DO SOLO 175
POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO 180
SALINIDADE NO SOLO 188
TEXTURA DO SOLO 198
TINTAS COM SOLO 204
VERMICOMPOSTAGEM 209

INTRODUÇÃO

Marcelo Ricardo de Lima

Histórico dos experimentos

Este livro compila e atualiza um conjunto de roteiros que começou a ser organizado a partir de 2004 na Experimentoteca de Solos do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR, que é conduzido por professores e alunos do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

Estes experimentos foram exaustivamente testados em visitas de estudantes do ensino fundamental e médio na Exposição Didática de Solos da Universidade Federal do Paraná, bem como utilizados e montados por professores da Educação Básica em dezenas de cursos e eventos de extensão universitária realizados pelo Programa Solo na Escola/UFPR.

Assim, os mesmos são fruto de desenvolvimento e adaptação à realidade de professores e alunos.

Público sugerido

Esta publicação apresenta um conjunto de experimentos originalmente propostos para auxiliar a Educação em Solos no Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Em cada experimento é detalhado o nível educacional sugerido para cada experimento, que deve ser adequado de acordo com a experiência dos próprios professores

Além de ser utilizados em sala de aula, os experimentos também são úteis para Feiras de Ciências e ações de educação ambiental.

Ressalta-se que muitos experimentos, desde que devidamente adaptados, também apresentam utilidade para uso no Ensino Técnico e Educação Superior.

Objetivos

Este livro teve por objetivo compilar roteiros de experimentos que:

a) Possam ter contribuição efetiva para auxiliar a Educação em Solos;

b) Necessitem poucos recursos para sua montagem, de fácil obtenção e baixo custo;

c) Apresentem montagem simples e rápida, sem a necessidade de equipamentos ou procedimentos mais sofisticados;

d) Sejam adaptáveis a diferentes níveis educacionais, desde que adequada a discussão com o público envolvido;

e) Preferencialmente apresentem pouco ou nenhum impacto ambiental, não prejudicando a reciclagem dos materiais após o término;

f) Destaquem o risco para os envolvidos, ressaltando os mesmos sempre que possível.

INTRODUÇÃO

Vídeos

A maior parte dos experimentos conta com vídeos curtos, disponíveis no YouTube®, que apresentam detalhadamente os materiais necessários, a montagem e explicação dos mesmos, produzidos em parceria com a UFPR TV.

Avaliação dos experimentos

A avaliação da experiência pode ser feita a partir de algumas perguntas:

a) Os alunos conseguiram concluir o experimento?

b) Os alunos responderam as questões corretamente ou tiveram muita dificuldade?

c) Os alunos conseguiram discutir cada pergunta formulada entre eles e/ou entre o professor?

d) Os resultados alcançados pelos alunos foram satisfatórios no ponto de vista do professor?

Variações nos experimentos

Conforme indicado nos roteiros, em cada experimento os professores e alunos são estimulados a buscar formas diferentes de executar os mesmos.

É fortemente estimulado ao professor não ficar limitado ao roteiro, sendo relevante buscar variações dos mesmos que adaptem os experimentos à realidade local e aos anseios e dúvidas dos alunos.

Recomendações gerais aos professores

Mesmo diante do fato de que a Ciência e Tecnologia têm se mostrado cada vez mais inseridas no cotidiano de toda a população, observa-se que as pessoas ainda estão em uma situação de distanciamento do chamado conhecimento científico. A Ciência para elas continua cansativa, abstrata e praticamente impossível de ser compreendida (RAMOS; ROSA, 2008, p. 300). Isto também ocorre, pois, de acordo com Demo (2006, p. 11), o processo de pesquisa estaria quase sempre cercado de ritos especiais, cujo acesso seria reservado a “poucos iluminados”.

Ressalta-se que estes experimentos devem ser entendidos apenas com uma ferramenta para auxiliar os professores na Educação em Solos, sendo fundamental a participação ativa dos mesmos, como medidores do processo educativo, mas também dos alunos enquanto agentes do seu próprio processo.

O aluno não vai reinventar a lei da gravidade ou o alfabeto. Aí cabe aprender, no sentido de instruir-se. Mas é apenas instrumentação técnica. O interessante começa depois: como internalizar sem decorar, como exercitar para convencer-se de que funciona; como experimentar para poder aplicar; como utilizar na condição de instrumento de pesquisa, para questionar e dialogar com a realidade. Mais que despertar a curiosidade, é fundamental despertar o ator político, capaz de criar soluções (DEMO, 2006, p. 88).

Assim, é importante não somente a demonstração dos mesmos, mas, principalmente, a colaboração de professores e alunos em todas as etapas de condução dos experimentos, desde a obtenção dos materiais necessários, delineamento de hipóteses, execução do experimento, organização e discussão dos resultados.

INTRODUÇÃO

A motivação inicial, decorrente da introdução do experimento na aula, pode rapidamente decair ou se perder, caso aconteça que o aluno fique sem domínio do entendimento das suas ações empreendidas em seguida ou durante as diversas partes de uma atividade experimental. Sucede disso, que mesmo em havendo motivação inicial, disparada pelo experimento, a perda de conexão entre partes ou procedimentos da atividade, faz com que as ações intrinsecamente motivadas, de início, caiam em simples operacionalizações mecânicas, desmotivadas e, por implicação, de baixa significação e sem sentido (LABURÚ, 2006, p. 398-399).

Por isso mesmo, a mera demonstração dos experimentos pode acabar sendo frustrante tanto aos alunos quanto aos professores. Neste sentido os roteiros também propõem sugestões de variações nos experimentos, no intuito de estimular a participação mais ativa dos sujeitos do processo educativo.

Também é importante a discussão que antecede a realização dos experimentos e que sucede aos mesmos.

Galliazi et al. (2001, p. 251) destacam que “Um ambiente de pesquisa exige também o estabelecimento de um processo lógico, sistemático, analítico, argumentado, rigoroso. Assim, não basta apenas estabelecer um bom clima de diálogo em sala de aula. É fundamental o exercício do diálogo crítico, que se constrói e reconstrói pelo exercício sistemático da leitura, da leitura crítica, da escrita, da argumentação. Ou seja, cada princípio está indissociavelmente ligado aos outros. Não há como pesquisar sem leitura, ou sem escrita, sem argumento ou sem diálogo crítico”.

Por isso, em cada roteiro, são apresentadas sugestões de questões a serem abordadas com os alunos antes e após a realização dos mesmos, ressaltando que as mesmas podem ser ampliadas ou reduzidas, conforme a percepção dos alunos e professores.

Mais importante, ainda, é a contextualização do experimento à realidade dos alunos, como auxílio à percepção do solo em seu contexto local, bem como promovendo a perspectiva de mudança de atitude em relação ao mesmo, que é o objetivo principal.

De acordo Paula e Harres (2015, p. 159) “pesquisar é uma forma natural, biologicamente evoluída, de aprender, de conhecer. E a tradição da investigação/ pesquisa em sala de aula vem ao encontro dessa disposição inata do ser humano de conhecer a partir do seu interesse e de perguntas próprias, relacionadas ao seu dia a dia, ao seu contexto material e social e, em última instância, a sua sobrevivência”.

Demo (2006, p. 36-37) pontua que uma definição de pesquisa poderia ser “diálogo inteligente com a realidade”, tomando-o como processo e atitude, e como integrante do cotidiano. Esta definição pontua um aspecto muito relevante no uso dos experimentos indicados na presente obra, ou seja, a mera apresentação dos experimentos, sem a devida contextualização com a realidade dos alunos, poderia tornar sem sentido a tentativa de inserção da experimentação no cotidiano educacional.

Por fim cabe ressaltar que esta publicação apresenta um grande número de experimentos, não visando que todos sejam utilizados em sala de aula, mas no sentido de ofertar um leque abrangente de opções para os docentes.

As experiências são bem ilustradas para facilitar a execução. No entanto, caso tenha dúvidas, entre em contato com a equipe do Programa Solo na Escola (projetosolonaescola@gmail.com).

INTRODUÇÃO

Reuso e reciclagem

Os experimentos foram elaborados de modo que a maior parte dos materiais poderão ser reutilizados ou reciclados após o término do experimento.

Foram utilizados os seguintes símbolos para identificar o reuso ou reciclagem:

	Na maior parte dos experimentos os solos e resíduos de plantas utilizados podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Refere-se ao reuso ou reciclagem de material plástico
	Refere-se ao reuso ou reciclagem de vidros
	Refere-se a reciclagem de papeis
	Refere-se a reciclagem de material orgânico
	Refere-se a destinação adequada de pilhas

Riscos

São apresentado os principais riscos identificados na montagem de cada experimento. Os professores devem ficar atentos aos potenciais riscos indicados nos roteiros, ou outros que possa porventura identificar na preparação ou execução dos experimentos, sempre considerando essencial a segurança dos alunos.

Não coletar as amostras de solo e plantas para os experimentos em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, e qualquer outro local que porventura os professores identifiquem com potencial contaminação por agentes químicos ou biológicos.

Os riscos foram classificados conforme a tabela a seguir:

	Risco físico
	Risco químico
	Risco biológico
	Risco mecânico

INTRODUÇÃO

Bibliografia citada

DEMO, P. **Pesquisa**: princípio científico e educativo. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2006. 120 p.

GALLIAZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 3: p. 382-404, 2006.

PAULA, A. C.; HARRES, J. B. S. Teoria e prática no "Educar Pela Pesquisa": análise de dissertações em educação em ciências. **Contexto & Educação**, Ijuí, ano 30, n. 96, p. 156-192, 2015.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

ODS E OS EXPERIMENTOS

Anna Vitória Gurgel Knopki
Marcelo Ricardo de Lima

Introdução

Em setembro de 2000 a Organização das Nações Unidas (ONU) aprovou a Declaração do Milênio (ONU, 2000). Com isso foi acordada uma nova parceria mundial com o compromisso de um trabalho coletivo para a construção de um mundo mais seguro, mais próspero e mais justo. Foram estipulados oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que tinham o prazo até 2015 para que fossem alcançados: erradicar a pobreza extrema e a fome; alcançar educação primária universal; promover a igualdade entre os sexos e autonomia das mulheres; reduzir a mortalidade infantil; melhorar a saúde materna; combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças; garantir a sustentabilidade ambiental; estabelecer uma parceria global para o desenvolvimento (ONU, 2010).

Posteriormente, em 2015, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram estabelecidos em uma reunião da ONU, com base nos ODM. Ao analisar a situação crítica em que o planeta se situava estes representantes decidiram que seria estabelecido um calendário com objetivos a serem cumpridos até 2030 (ONU, 2015). São no total 17 ODS, separados em temas que, por sua vez, se encontram desmembrados em tópicos mais detalhados.

Fonte: PNUD Brasil (2018)

De acordo com PNUD Brasil (2016) "o desenvolvimento sustentável é definido como o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades".

Os 17 ODS, com 169 metas, são mais amplos em seu alcance e vão além dos ODM, abordando as causas originárias da pobreza e as necessidades universais para o desenvolvimento. Os Objetivos abordam as três dimensões do desenvolvimento sustentável: crescimento econômico, inclusão social e proteção ambiental (PNUD, 2016).

O Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR (LIMA et al., 2002) foi criado em 2002 e possui o ambiente da Exposição Didática de Solos, onde há experimentos, maquetes e atividades que visam à popularização do solo. Esses experimentos foram adequados para a Educação Básica e complementam o conteúdo dos materiais didáticos disponibilizados pelo Programa. É natural que muitos destes experimentos tenham relação com os ODS acima citados, uma vez que estão diretamente relacionados com a sustentabilidade.

Este texto procura mostrar aos professores como os experimentos, descritos nesta publicação, podem ser utilizados para auxiliar a discussão sobe os ODS.

ODS E OS EXPERIMENTOS

ODS 4. Educação de qualidade

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU número 4 diz: “Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas as pessoas” (PNUD, 2018).

Especificamente a meta 4.7 deste ODS prevê até 2030, “garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis (...)”.

Um dos objetivos principais do Programa Solo na Escola UFPR é colaborar com os professores da Educação Básica, uma vez que se constatou a existência de informações equivocadas e, inclusive, carência de conteúdo nos materiais didáticos utilizados pelos alunos nas escolas a respeito do tema solo.

Sendo assim, além da fácil confecção dos experimentos da Exposição Didática de Solos (COSTA et al.,2018), estão sendo disponibilizados nesta publicação os roteiros detalhados (em PDF e vídeo) para que alunos, professores e interessados possam reproduzir os mesmos e tenham roteiros didáticos do que é apresentado na Exposição Didática de Solos.

Também é interessante citar que os experimentos são produzidos em sua maioria com material reutilizado ou de fácil obtenção, possibilitando que haja pouca limitação para qualquer escola ou colégio interessados em confeccioná-los, além de também garantir uma confecção sustentável e se preocupar com o descarte incorreto de resíduos (COSTA et al.,2018).

O objetivo dessa divulgação de roteiros é facilitar a disseminação do conteúdo abordado na Exposição Didática de Solos, para que as escolas e alunos, que visitaram ou não a Exposição, possam repetir os experimentos e também prosseguir construindo o conhecimento. Estes roteiros também são úteis principalmente para àqueles que não tiveram a oportunidade de visitar a Exposição e querem executar os experimentos em sua própria escola ou colégio.

Além das visitas realizadas na Universidade e do material didático disponibilizado no site, o Programa realiza outras atividades relacionadas à educação, como os cursos e eventos para professores da Educação Básica. Esses cursos e eventos são ministrados pelos professores participantes do Programa, com colaboração de graduandos, mestrandos e doutorandos. Os cursos têm duração variável, sendo eles divididos em palestras, aulas teóricas e práticas, e visitas a campo (BRITO; LIMA; VEZZANI; 2019).

Com essas atividades o Programa Solo na Escola/UFPR contribui para a formação continuada de educadores da Educação Básica como também na formação profissional dos estudantes que passam pelo Programa, alguns dos quais optam por seguir a carreira de docência.

O Programa Solo na Escola/UFPR visa popularizar o conhecimento sobre o solo, visando contribuir com os profissionais da educação aperfeiçoem cada vez mais seus métodos de ensino e complementem seu conhecimento na área (LIMA et al., 2002), com vistas à sustentabilidade.

ODS E OS EXPERIMENTOS

ODS 6. Água potável e saneamento

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU número 6 diz: “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas as pessoas” (PNUD, 2018).

Cerca de 70% da superfície do planeta Terra é coberta por água. Desses 70%, 97,5% é de água salgada, ou seja, imprópria para o consumo. Sobrando 2,5% de água doce, dos quais 96% é composto por águas subterrâneas (MMA, 2007). Apesar de não parecer inicialmente evidente, a conservação dos solos está diretamente relacionada com a qualidade dos sistemas hídricos. Uma vez que os recursos hídricos podem se encontrar subsuperficialmente ou lateralmente aos solos, estes necessitam de um manejo adequado do mesmo para aquele não seja prejudicado em sua qualidade (MMA, 2007).

Existem três formas de impacto sobre as águas subterrâneas, sendo elas: superexplotação, poluição e impermeabilização (MMA, 2007). Das três formas, duas tem relação direta com o manejo dos solos, ou seja, a poluição e a impermeabilização dos mesmos.

A poluição das águas subterrâneas pode ocorrer de maneira direta ou indireta. As fontes mais comuns de poluição ou contaminação direta das águas subterrâneas se dão pela deposição de resíduos sólidos no solo, esgoto ou fossas, atividades agrícolas, mineração, vazamento de substâncias tóxicas e por cemitérios (MMA, 2007). Ao analisar cada uma das situações e relacioná-las com exemplos de manejo do solo, percebe-se que quando há manejo equivocado do mesmo a vulnerabilidade das águas subterrâneas à poluição ou contaminação aumenta.

Na Exposição Didática de Solos do Programa Solo na Escola/UFPR existem alguns experimentos relacionados com a temática da água e bacias hidrográficas (FONTANA; LIMA, 2016) como, por exemplo: Impermeabilização do solo; Infiltração da Água em Diferentes Solos; Infiltração da Água Afetada por Plásticos; e Poluentes no Solo.

O experimento “Poluentes no Solo”, por exemplo, consiste em um adicionar a água contaminada com corante em amostras de solo arenoso e argiloso. Neste experimento, a água contaminada passa quase inalterada pelo solo arenoso, podendo chegar facilmente ao lençol freático. Já no solo argiloso nota-se que há maior retenção do corante, indicando a característica de filtro deste solo. Analisando o resultado desse experimento, conclui-se a importância de avaliar o tipo de solo para avaliar a potencialidade de contaminantes atingirem o lençol freático. Outro exemplo prático seria a escolha de locais adequados para instalação de aterros sanitários, nos quais há produção de chorume potencialmente contaminante de águas subterrâneas (FONTANA; LIMA, 2016).

Além da poluição ou contaminação das águas subterrâneas pela infiltração direta de contaminantes, há ainda a possibilidade de outras formas de impacto. Com a construção de casas, prédios e asfaltos nas cidades, pode ocorrer impermeabilização do solo, e isso o prejudica na prática, uma vez que pode ocorrer erosão do solo devido à ausência de espaço para escoamento da água das chuvas. O experimento “Impermeabilização do Solo” discute os impactos da impermeabilização dos solos nas áreas urbanas.

ODS E OS EXPERIMENTOS

A erosão do solo pode não somente prejudicar sua própria proteção como pode causar o assoreamento de rios próximos, poluindo-os (MMA, 2007). O experimento que ilustra a situação citada acima é “Erosão Hídrica do Solo”, no qual o solo é preparado em três condições: com cobertura vegetal viva; com cobertura vegetal em decomposição (folhas em decomposição); e solo descoberto. Ao simular uma chuva sobre cada um dos solos observa-se que a água que sai do solo com cobertura vegetal viva ou morta apresenta pouca quantidade de sedimentos. Contudo, a água vertida do solo descoberto se encontra com grande quantidade de sedimentos, chegando algumas vezes a possuir aparência semelhante a lama. O sedimento que foi perdido no solo descoberto pode escoar para rios, podendo vir a causar o assoreamento do mesmo, prejudicando a qualidade da água (FONTANA; LIMA, 2016). Na medida em que a água se encontra com menor qualidade, isto pode aumentar os custos de tratamento ou até inviabilizar o uso da mesma pelo ser humano e animais.

ODS 12. Consumo e produção responsáveis

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU número 12 diz: “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis” (PNUD, 2018). As metas incluem reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial; alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos; e reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso; entre outros.

Especificamente, a meta 12.4 deste ODS prevê até 2020, “alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente”.

O consumo sustentável anda ao lado de um bom manejo de recursos naturais, incluindo o solo, utilizando a matéria prima sem que a mesma se torne escassa ou tenha suas fontes prejudicadas.

Alguns experimentos abordados neste livro se relacionam com esta temática, como: Adubação no Crescimento de Plantas e Vermicompostagem.

O experimento sobre Vermicompostagem consiste em caixas nas quais haverá a decomposição aeróbica do material orgânico com o auxílio de minhocas. O vermicomposto e o chorume obtidos nesse processo podem ser utilizados como fertilizantes no solo para as plantas (COSTA et al., 2018). Assim, este experimento procura estimular o reuso dos resíduos orgânicos na fertilização dos solos, que poderiam ser descartados de maneira incorreta no ambiente, inclusive em lixões, ou em aterros sanitários.

Outro aspecto dos experimentos apresentados neste livro, que se relaciona o ODS 12, é a confecção dos próprios experimentos. Estes em sua maioria reutilizam o material reutilizado. O intuito principal é facilitar a confecção dos experimentos, utilizando materiais de comum e fácil acesso, o que implica muitas vezes em um consumo sustentável de embalagens. Ao mesmo tempo permite a constatação de que os nossos resíduos não são “lixo”, reforçando a perspectiva do reuso. O processo de construção dos experimentos também evita a degradação dos materiais, permitindo que os mesmos sejam novamente utilizados em outro experimento, ou sejam encaminhados para a reciclagem em perfeita condição para esta finalidade.

ODS E OS EXPERIMENTOS

ODS 13. Ação contra mudança global do clima

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU número 13 diz: “Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos” (PNUD, 2018).

O combate às alterações climáticas é um assunto de extrema relevância, discutido na Agenda 2030, das Nações Unidas (ONU, 2015). Essa relevância se dá à notoriedade de sua gravidade atual, uma vez que as mudanças no clima alteram inúmeros fatores ambientais, podendo causar catástrofes e desastres naturais, em consequência do aumento da temperatura mundial devido ao descontrole do efeito estufa.

Segundo a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), as mudanças climáticas representam uma ameaça urgente e potencial à humanidade e ao planeta, e requer uma colaboração de todos os países, que devem participar da redução de gases de efeito estufa com efetividade e responsabilidade (ONU, 2016).

A mitigação das alterações climáticas vem ganhando espaço entre as lideranças mundiais principalmente desde o começo desse milênio. Além de ser pauta em acordos mundiais, o assunto foi pauta exclusiva de acordos como o “Protocolo de Quioto” e o “Acordo de Paris” (ONU, 2016). Ao analisar as causas principais das mudanças no clima, é de consenso mundial que a emissão de gases do efeito estufa é o que mais contribui para o aumento das temperaturas mundiais nos últimos anos (MMA, s.d.).

Os principais gases, de origem antrópica, responsáveis pelo efeito estufa são o CO_2, o CH_4 (20 vezes mais efetivo que o CO_2 como gás-estufa), e o N_2O (SILVA; PAULA, 2009, p. 44). O manejo adequado do solo e dos resíduos orgânicos pode contribuir para reduzir a emissão destes gases como também retirá-los da atmosfera, no processo denominado como “sequestro de carbono” (EMBRAPA, 2007).

O solo é considerado o principal reservatório temporário de carbono no ecossistema. O acúmulo de matéria orgânica no solo evita que o carbono ali disposto seja liberado na atmosfera (EMBRAPA, 2007).

Sobre os experimentos da Exposição Didática de Solos do Programa Solo na Escola/UFPR que possuem relação com o ODS em questão pode ser citada a “Vermicompostagem”. Ao explicar o funcionamento do experimento pode ser ressaltada a importância da utilização de restos de alimentos e material em decomposição na confecção do mesmo e principalmente a produção de adubo orgânico, que poderá ser incorporado ao solo. Ao acumular a matéria orgânica no solo o processo de sequestro de carbono ocorre, o que não aconteceria se essa mesma matéria orgânica fosse incinerada, liberando o carbono diretamente na atmosfera, ou compactada em aterros, onde poderia gerar gases como metano, que intensifica o efeito estufa.

O experimento sobre “Decomposição da Matéria Orgânica no Solo” também discute esta questão, ao considerar que, embora parte da matéria orgânica em decomposição seja devolvida como CO_2 à atmosfera, outra parte será incorporada ao solo na forma de compostos húmicos.

ODS E OS EXPERIMENTOS

ODS 15. Vida terrestre

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU número 15 diz: “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade” (PNUD, 2018).

Especificamente a meta 15.3 deste ODS estabelece até 2030, “combater a desertificação, e restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo”.

O solo garante a vida nas superfícies emersas do planeta, não só servindo como estrutura e fonte de nutrientes como também suporte para os seres vivos.

Vários experimentos deste livro podem auxiliar na discussão deste ODS, como: Ciclo do Cálcio; Ciclo do Nitrogênio; Compactação do Solo; Erosão Eólica do Solo; Impacto da Gota de Chuva no Solo; Erosão Hídrica do Solo; Horizontes do Solo e Crescimento de Plantas; e Salinidade no Solo.

Os experimentos sobre o Ciclo do Cálcio e Ciclo do Nitrogênio abordam dois dos ciclos biogeoquímicos, nos quais há a participação do solo e que são diretamente relacionados à vida terrestre.

Alguns experimentos são relacionados com os processos de degradação do solo, como o de Compactação do Solo, Erosão Hídrica do solo, Erosão Eólica do Solo e Salinidade do Solo, entre outros também se relacionam diretamente com a vida sob a terra. A compactação do solo, por exemplo, dificulta o crescimento de raízes, o que leva ao inadequado desenvolvimento da planta, quando encontra resistência do solo em profundidade, prejudicando a absorção de água e nutrientes, que pode ocorrer no meio urbano ou rural.

No experimento "Horizontes do Solo e Crescimento das Plantas” essa diferença de desenvolvimento das plantas é discutida, ressaltando a importância da conservação do horizonte superficial do solo. A análise do resultado do experimento faz-se concluir que aspectos como matéria orgânica, densidade do solo, agregação de partículas e disponibilidade de nutrientes presentes interferem no desenvolvimento dos vegetais (COSTA et al., 2018). O horizonte A por estar próximo da superfície agrega maior quantidade de matéria orgânica, isso leva a uma diferença de desenvolvimento das plantas em relação aos outros horizontes (LEPSCH, 2010).

Além das situações relacionadas ao desenvolvimento das plantas, é válido citar também eventos referentes ao ambiente urbano, por exemplo, enchentes, cuja uma das causas seria impermeabilização do solo causada pela compactação ou pela impermeabilização do solo nas cidades. Isto é demonstrado no experimento Impermeabilização do Solo, que exemplifica o que acontece no ambiente urbano, podendo causar um grande volume de enxurrada, levando às vezes uma grande quantidade de água para o leito de rios próximos. Onde não há mata ciliar, também pode causar assoreamento, principalmente em situações onde há ocupação irregular nas margens dos rios.

ODS E OS EXPERIMENTOS

Bibliografia citada

BRITO, L. M.; LIMA, M. R.; VEZZANI, F. M. Formação em solos para professores da Educação Básica. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., Ponta Grossa, 2019. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2019. p. 144-147.

COSTA, G.; MORINI, J.; WIONN, L.; DAYOUB, B. M.; LIMA, M. R.; VEZZANI, F. M. Exposição didática de solos: transformando atitudes. In: SEMINÁRIO DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA REGIÃO SUL, 36., Porto Alegre, 2018. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS/PROREXT, 2018. p. 224-225.

FONTANA, L. L. S.; LIMA, M. R. Experimentos sobre conservação de solos para o reabastecimento das bacias hidrográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM SOLOS, 8, São Paulo, 2016. **Guia de Resumos Expandidos...** São Paulo: Humanitas, 2016. p. 91-96.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; SIRTOLI, A. E.; SOUZA, L. C. P.; MELO, V. F.; SILVA, M. Projeto Solo na Escola: o solo como elemento integrador do ambiente no ensino fundamental e médio. **Expressa Extensão**, Pelotas, v. 7, n. especial, 2002. p. 1-6.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Água subterrâneas**: um recurso a ser conhecido e protegido. Brasília, 2007. 38 p.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Efeito estufa e aquecimento global**. Brasília, [s.d.]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global.html>. Acesso em 19 jun. 2020.

ONU. Unites Nations. Framework Convention on Climate Change. **Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 november to 13 december 2015. Addendum. Part two: action taken by the Conference of the Parties at its twenty-first session**. [s.l.], 2016. Disponível em: <https://newsroom.unfccc.int/documents/9097>. Acesso em 19 jun. 2020.

ONU. United Nations. General Assembly. **United Nations Milennium Declaration**. New York, 2000. 9 p. Disponível em: <https://bit.ly/2YPce2N>. Acesso em: 24 maio 2020.

ONU. United Nations. General Assembly. **Tranforming our World**: the 2030 agenda for sustainable development. New York, 2015. Disponível em: < https://undocs.org/en/A/RES/70/1>. Acesso em: 24 maio 2020.

PNUD Brasil. **As perguntas mais frequentes sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, 2016. 28 p. Disponível em: < http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/Projeto%20ODS_FAQ%20-.pdf>. Acesso em: 24 maio 2020.

PNUD Brasil. **Articulando os programas de governo com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: orientações para organizações políticas e a cidadania. Brasília: 2018. 86 p. Disponível em: <https://bit.ly/2AGAiND>. Acesso em: 24 maio 2020.

SILVA, R. W. C.; PAULA, B. L. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terra e Didática**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 42-49, 2009.

ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS

Gabriéle Santiago de Campos
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=LNiC4pV6gtA

Público sugerido

Alunos a partir do nono ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar o efeito dos adubos mineral e orgânico no crescimento das plantas;

b) Discutir sobre os efeitos da adubação no crescimento das plantas;

c) Discutir sobre a importância da adubação para as plantas. .

Materiais

a) 3 (três) vasos plásticos (ou 3 garrafas PET de 2 ou 3 L cortadas ao meio). Os vasos plásticos normalmente já possuem furos na parte inferior. Se for utilizar garrafas PET fazer furos na parte de baixo para não acumular água;

b) Solo não adubado (de preferência de um local que nunca tenha sido adubado e que não seja próximo a construções);

c) Adubo mineral NPK (disponível em supermercados, lojas de produtos agropecuários, etc.);

d) Adubo orgânico, que é disponível em supermercados, lojas de produtos agropecuários e floriculturas. Não utilizar “terra vegetal” (que é mistura de solo com adubo orgânico), mas realmente o adubo orgânico;

e) 1 colher de sopa de cozinha;

f) Sementes, podendo ser de feijão, milho, girassol, alpiste, etc. O que estiver disponível, mas que estejam com boa germinação;

g) 1 Bandeja (tamanho aproximado 42 x 34 x 8 cm);

h) Etiquetas;

i) Local: É necessário ter um local na sala de aula, ou na escola, onde possam ficar os vasos durante o desenvolvimento do experimento. Deve-se programar o tempo do experimento, pois o mesmo demanda pelo menos três a quatro semanas para apresentar algum resultado visual. Em condições de clima mais frio o tempo pode ser até maior.

ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS

Procedimento

1) No primeiro vaso, coloca-se o solo não adubado no vaso ou garrafa PET cortada, de maneira que preencha o vaso com solo sem adubação. Colocar a etiqueta no vaso indicando “SOLO SEM ADUBAÇÃO”;

Foto: Reprodução UFPR TV

2) No segundo vaso será adicionado ao solo o adubo mineral. Para fazer a mistura do solo com o adubo usa-se a bandeja, despejar o solo e, depois, uma colher de adubo mineral (NPK), misturando bem os mesmos. Lembrando que não pode ser colocado muito adubo para não ocorrer problemas de salinidade e sempre misturar bem para que não fique muito concentrado, podendo prejudicar a germinação das sementes. Após o solo misturado com adubo mineral preenche-se o segundo vaso e coloca-se a etiqueta indicando “SOLO ADUBADO COM NPK”;

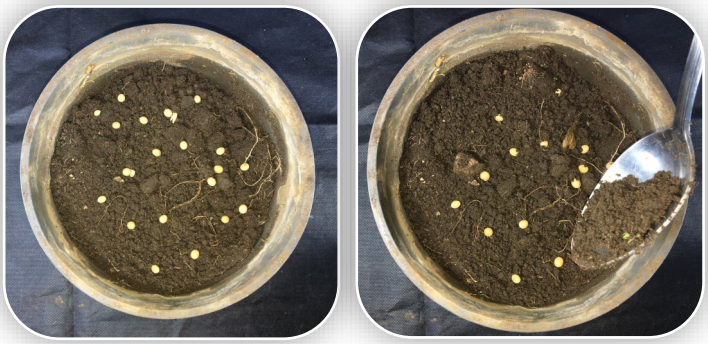
Foto: Reprodução UFPR TV

3) No terceiro vaso será adicionado ao solo o adubo orgânico. Para fazer a mistura do solo com o adubo usa-se a bandeja, onde coloca dez colheres cheias de adubo orgânico após despejar o solo, misturando bem os mesmos. Pode ser usado maior quantidade de adubo orgânico, pois ele é menos concentrado, não trazendo problemas de salinidade como o adubo mineral. Após o solo misturado o solo com adubo orgânico preenche-se o terceiro vaso e coloca-se a etiqueta indicando “SOLO ADUBADO COM ADUBO ORGÂNICO”;

Foto: Reprodução UFPR TV

ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS

4) Próximo passo será colocar as sementes nos três vasos. Levando em consideração que nem todas as sementes vão germinar, coloca-se cinco sementes em cada vaso. Depois de colocadas as sementes, colocar cerca de 1 cm de solo sobre as mesmas. As sementes não podem ficar na superfície, e nem em muita profundidade, que poderia dificultar a germinação;



Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

5) Os vasos devem ficar próximos a uma fonte de luz, como o pátio ou uma janela para as plantas se desenvolverem. Também é importante que ocorram regas frequentes, mas com cuidado para não molhar demais os vasos, para evitar o encharcamento do solo, pois as raízes da planta também precisam respirar. Mas também não deixar o solo seco para evitar que as plantas acabem morrendo por falta d'água. Também não se deve respingar a água com muita força sobre a superfície do solo, para evitar o descobrimento das sementes;

Foto: Renata M. da Silva Metling

7) Acompanhar o crescimento das plantas em cada vaso ao longo de cada semana, anotando quantas sementes germinaram, a altura das plantas (medido com a régua), o número de folhas, etc.

Foto: Reprodução UFPR TV

ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. As respostas podem ser anotadas no caderno ou no quadro para comparação posterior com os resultados.

a) Você sabe o que é fertilidade do solo?

b) Os solos no Brasil são férteis? Os solos da sua cidade são férteis?

c) Por que adubar o solo?

d) Qual vaso terá melhor crescimento das plantas? Solo com adubo mineral, adubo orgânico ou sem adubo?

Após a apresentação do experimento e obtenção dos resultados, sugere-se que os alunos respondam as seguintes perguntas:

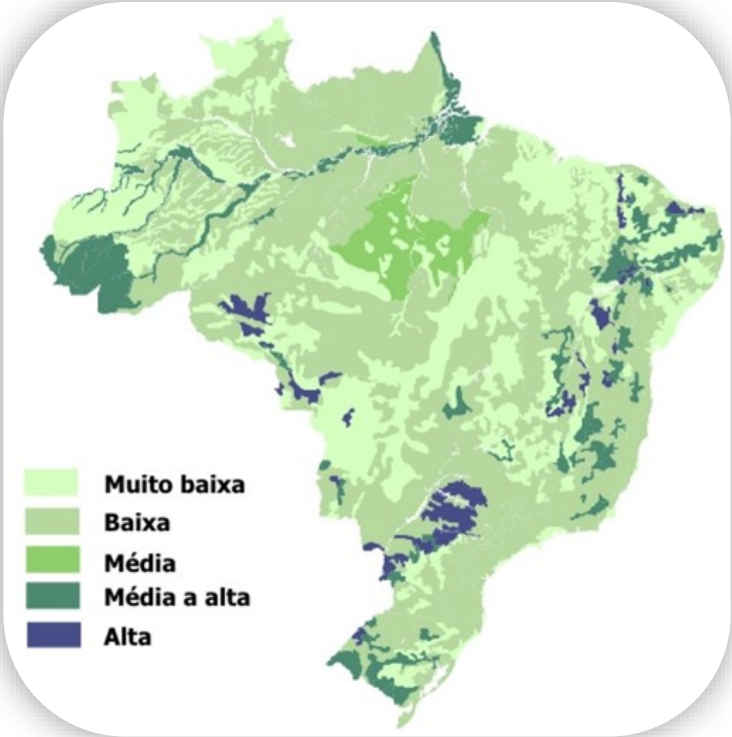
a) Qual vaso que teve plantas com melhor crescimento, germinação, altura da planta e número de folhas?

b) Qual é possível causa dos resultados encontrados?

c) Os resultados encontrados foram aqueles previstos inicialmente?

Informações aos professores

O Brasil em geral não apresenta solos férteis, mas há exceções em algumas regiões, que apresentam alta fertilidade química do solo. Por isso há necessidade de adubação para aumentar e proporcionar boa fertilidade para o desenvolvimento e produção das plantas.



Fonte: IBGE (2002)

ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS

Segundo Malavolta (1989, p. 18), “os adubos são capazes muitas vezes de quadruplicar a produção”, especialmente em solos de baixa fertilidade química natural.

O solo para as plantas é essencial, além de servir como suporte às raízes, pois é uma reserva de água e nutrientes para seu desenvolvimento. Os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas, que são absorvidos do solo, estão descritos na Tabela a seguir.

Tipo de nutriente	Nome do nutriente	Símbolo
Macronutriente (a planta necessita destes nutrientes em maior quantidade)	Nitrogênio	N
	Fósforo	P
	Potássio	K
	Cálcio	Ca
	Magnésio	Mg
	Enxofre	S
Micronutrientes (a planta necessita destes nutrientes em menor quantidade)	Cobre	Cu
	Ferro	Fe
	Manganês	Mn
	Molibdênio	Mo
	Zinco	Zn
	Boro	B
	Cloro	Cl

O solo tem três fases, sólida, liquida e gasosa. Na fase líquida do solo encontra-se a chamada “solução do solo”, onde não há apenas água, mas sim uma mistura de água com vários compostos solúveis, e é dessa solução que as raízes das plantas absorvem os nutrientes necessários. A planta não se alimenta de matéria sólida do solo (minerais e matéria orgânica).

Os adubos minerais (como o NPK) geralmente fornecem nutrientes mais solúveis que rapidamente passam para a solução do solo e permitem a absorção pelas raízes das plantas. O adubo NPK contém três macronutrientes, que são o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K). É o tipo de adubo mais utilizado na agricultura brasileira, mas não é o único, havendo outros tipos de adubos minerais que podem fornecer outros nutrientes essenciais para as plantas, dependo da necessidade.

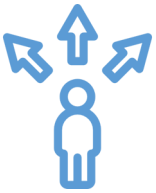
A adubação orgânica é importante além do aspecto químico (fornecimento de nutrientes), também nos aspectos físico e biológico, pois os adubos orgânicos servem como fonte de energia para microrganismos do solo, melhoram estrutura do solo e retenção de água, e aumentam a capacidade do solo em reter nutrientes, evitando que esses sejam “lavados” pela água que infiltra no solo. Mas para os nutrientes dos adubos orgânicos serem liberados no solo é necessário que a matéria orgânica seja decomposta pelos organismos do solo, de modo que eles geralmente não têm uma liberação tão rápida dos nutrientes quanto os adubos minerais.

ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS

A qualidade e quantidade de matéria orgânica no solo são determinadas por alguns fatores como atividade microbiana, umidade, arejamento, pH e temperatura (MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES; ALCARDE, 2002, p. 30). E é importante lembrar que nem todo solo tem mesma quantidade de matéria orgânica. Também deve ser ressaltado que alta quantidade de matéria orgânica no solo aumenta a capacidade deste em reter nutrientes para a plantas, mas não necessariamente indica que esta estará retendo nutrientes. Solo com muita matéria orgânica não é sinônimo de solo fértil.

Deve ser ressaltado que, eventualmente, pode ter sido colocado adubo mineral em excesso e, neste caso, as plantas tenderão a crescer menos e se observará a presença de manchas esbranquiçadas na superfície do solo, indicando excesso de sais. Neste caso será necessário diminuir a dose de adubo mineral quando for repetido o experimento. De fato, é difícil estabelecer uma dose única para todos os solos, pois cada um apresenta diferenças em termos de potencial de retenção de nutrientes.

Também deve ser destacado que, neste experimento, nem sempre os vasos com adubação mineral ou orgânica sempre terão melhor crescimento vegetal que o vaso sem adubo. Se o solo naturalmente já possui boa fertilidade química natural, a adubação realizada (mineral ou orgânica) pode não surtir efeito, pois o solo já possuiu quantidade adequada dos nutrientes que a planta necessita.



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar diferentes dose dos adubos;

b) Utilizar diferentes tipos de adubos orgânicos e/ou minerais;

c) Semear diferentes espécies vegetais, para verificar se todas respondem de forma semelhante;

d) Ampliar o tempo de observação do experimento;

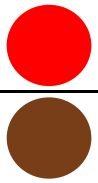
e) Utilizar outros tipos de solos.

ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS

Reuso e reciclagem

	Os solos e resíduos de plantas utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, os vasos plásticos podem ser reutilizadas em outro experimento, ou serem separados para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989.

MALAVOLTA, E.; PIMENTAL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.

POTAFOS. Instituto da Potassa & Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba, 1998. 177 p.

AR DO SOLO

Vinícius Macedo Prestes
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=_dmRigUjyUw

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar a existência de ar no solo;

b) Discutir a importância da presença do ar para a vida no solo.

Materiais

a) 1 (uma) garrafa PET de 2 L;

b) Torrões de solo. As amostras de solo devem manter sua estrutura original e devem ser coletadas em um barranco. Preferencialmente da camada mais superficial do solo, pois geralmente é mais porosa;

c) Tesoura;

c) Água.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2014

AR DO SOLO

Procedimento

1) Os torrões devem ser previamente secos ao ar sobre uma folha de jornal. Deixe no sol para acelerar a secagem. Não destorroe o solo para esta experiência, mantendo os torrões inteiros.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Com o auxílio da tesoura, corte a garrafa PET de 2 L pela metade, para formar um "copo" com a parte de baixo. Esta etapa deve ser realizada por um adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar acidentes.

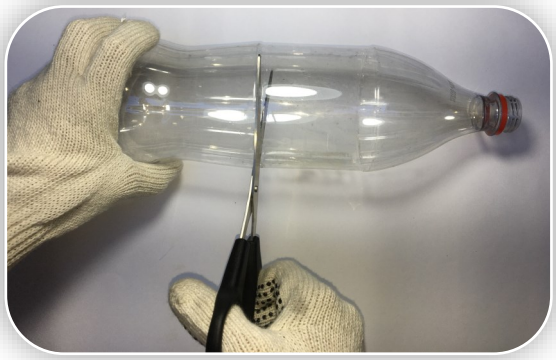


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) Encher o recipiente com água e colocar um torrão de solo seco com cuidado. Lembre-se que o torrão deve estar bem seco, para que seus poros estejam preenchidos com ar, e o experimento funcione adequadamente

Foto: Vinicius Macedo Prestes

AR DO SOLO

4) Observar que sairão bolhas de ar. Este efeito é bem rápido. Recomenda-se ter vários torrões secos para demonstrar para aqueles alunos que não conseguirem ver na primeira tentativa.

Foto: Eloana Janice Bonfleur

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) O solo é poroso (como uma esponja) ou é um maciço (como uma rocha)?

b) Se existe poros no solo, o que há dentro deles?

Após a realização do experimento sugere-se formular algumas perguntas como aquelas abaixo descritas:

a) O que aconteceu após a imersão do torrão na água? O que isso indica?

b) Qual a importância dos poros para a vida da planta?

Informações aos professores

As bolhas observadas no experimento indicam que há ar no solo, que ocupava os poros do mesmo. Após o torrão ser submergido, a água se infiltra por estes poros, forçando a saída do ar do solo. Deste modo, se demonstra a existência de ar no solo, o qual ocupa o espaço poroso.

A parte gasosa do solo, denominada de ar do solo, é semelhante ao ar atmosférico, porém apresenta maior concentração de CO_2 e menor de O_2. A proporção de ar no solo depende do conteúdo de água, pois o ar ocupar os espaços porosos não ocupados pela água (MACHADO; FAVARETTO, 2006).

Muitas vezes, pode-se imaginar que o solo é um meio maciço, porém é um ambiente extremamente poroso. Pode ser feita a analogia entre o solo e uma esponja de cozinha. Como tem poros, o solo pode absorver água, assim como ocorre na esponja. A porosidade pode ser definida como o volume de solo ocupado pela fase líquida (água + íons dissolvidos) e pela fase gasosa (oxigênio, gás carbônico, nitrogênio, vapor d'água, etc.) (LIMA, 2007, p. 23-24). Estima-se que a porosidade total varie de 30 a 70% do volume do solo (FERREIRA, 2010, p. 22).

AR DO SOLO

Os poros do solo são divididos em macroporos (maiores que 0,05 mm) e microporos (menores que 0,05 mm). Os microporos são importantes para a retenção e armazenamento de água no solo, ao passo que os macroporos são responsáveis pela infiltração, rápida redistribuição e aeração do solo (FERREIRA, 2010, p. 23).

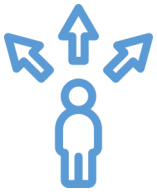
O ar do solo é tão importante quanto a água, tanto do ponto de vista ecológico (para respiração das plantas e micro-organismos) como nos processos pedogenéticos (processos de formação do solo) (LEPSCH, 2011, p. 135).

Quando o solo está com pouca água, ou seja, perto do ponto em que as plantas murcham, a maior parte dos poros está preenchida com ar. Ao cair uma chuva, esse ar sai do solo para dar lugar à água, e pode-se até percebê-lo na atmosfera quando se sente o característico “cheiro de chuva” (LEPSCH, 2011, p. 135).

A composição do ar do solo depende tanto da facilidade com que ele é trocado com o ar atmosférico como da intensidade dos processos biológicos (LEPSCH, 2011, p. 136). O CO_2 é produzido e o O_2 é consumido no solo no processo respiratório das raízes das plantas e pela atividade dos micro-organismos aeróbicos (FERREIRA, 2010, p. 23). Portanto é normal que o ar do solo contenha mais gás carbônico que o ar da atmosfera, e geralmente contém também mais vapor d’água que a atmosfera (LEPSCH, 2011, p. 136).

Em solos compactados por pessoas, animais ou veículos, além de reduzir a porosidade total, há diminuição do tamanho dos poros, o que dificulta a difusão do ar atmosférico para o ar do solo, resultando na concentração de CO_2, prejudicial ao desenvolvimento de raízes e organismos do solo (MACHADO e FAVARETTO, 2006).

Após a realização do experimento pode ser discutida a questão da compactação no solo gerada pela atividade de máquinas agrícolas ou florestais e atividade pecuária, que provoca redução na proporção de macroporos. Em um solo com poucos poros grandes (macroporos) haverá maior dificuldade para a infiltração de água da água da chuva, e para a entrada de oxigênio. Um exemplo típico são as estradas de chão (não pavimentadas), as quais apresentam elevada compactação, não permitindo a infiltração de água e favorecendo o escorrimento da mesma. Devido a este fato, é muito comum, em uma estrada de terra mal conservada, ser observada a presença de erosão em suas laterais (LIMA, 2007, p. 23-24).



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar torrões de diferentes solos;

b) Utilizar solo seco e úmido;

c) Utilizar amostras de solo de diferentes camadas do mesmo solo;

d) Comparar o torrão de solo com outros materiais (pedra, areia, etc.) ao ser mergulhado em água;

e) Comparar o torrão de um solo que parece bem poroso com um solo que parece bem pisoteado (compactado).

AR DO SOLO

Reuso e reciclagem

	O solo e a água utilizadas neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	A garrafa PET cortada podem ser reutilizados em outro experimento, ou serem encaminhados, após lavagem, para a coleta seletiva para reciclagem.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de tesoura, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. J. van. (Ed). **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-27.

LIMA, M. R. Morfologia do solo. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Ed.). **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. 130 p.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

MACHADO, M. A. M., FAVARETTO, N. Atributos físicos do solo relacionados ao manejo e conservação dos solos. In: LIMA, M. R. (Ed.) **Diagnóstico e**

CAIXA SENSORIAL DE SOLOS

Anne de Nonohay da Silva
Guilherme Gonzatto
Jaqueline dos Passos
Patricia Silva Ramos
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

Este experimento ainda não dispõe de vídeo ilustrativo.

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Exemplificar alguns dos principais conceitos da morfologia do solo, sendo eles cor, textura e consistência;

b) Instigar o aluno a distinguir os conceitos iniciais do solo, a fim de desenvolver a habilidade de reconhecer, através do tato e visão, as características gerais do mesmo;

c) Evidenciar, na prática, as características de três solos com atributos distintos (arenoso, argiloso e orgânico) tanto na condição seca quanto úmida.

Materiais

a) Amostra seca de solo argiloso: é o tipo de solo mais comum de ser encontrado no Brasil. Coletar a amostra sem destorroar. Não confundir com “argila de modelar”, que não é solo e sim uma massa cerâmica;

b) Amostra seca de solo arenoso: são solos com teor de areia muito elevado. Coletar a amostra sem destorroar. Se não houver solo arenoso na sua região utilizar alternativamente areia de construção, que não é solo, mas tem sensação tátil semelhante;

c) Amostra seca de solo orgânico: coletar a camada de folhas em decomposição em um bosque ou parque ou floresta em sua cidade. Apenas coleta a camada bem superficial de um a dois centímetros na superfície, onde se observam muitas folhas em decomposição;

d) 2 caixas de papelão com tamanho aproximado de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 25 cm de altura;

e) EVA da cor desejada e grama artificial (opcional);

f) 7 (sete) potes de sorvete de 2 L;

g) Pistola e tubos de cola quente;

h) Régua;

i) Tecido não tecido (TNT) preto;

j) Tesoura;

k) Rolo de macarrão velho ou garrafa de vidro (para triturar o solo);

l) Peneira comum de cozinha (para peneirar o solo);

m) Papel toalha.

CAIXA SENSORIAL DE SOLOS

Procedimento

1) Virar as caixas de papelão de ponta cabeça e, com um lápis ou caneta, dividir a base das caixas em quatro partes iguais, de modo a ter quatro quadrados (ou retângulos). Em seguida, deve-se identificar o ponto central de cada um dos quadrados (ou retângulos) e traçar um círculo com cerca de 5 cm de raio (10 cm de diâmetro), que deverá ser recortado. Para marcar o círculo pode ser utilizado um compasso. O corte do papelão com a tesoura deverá ser realizado por um adulto. O tamanho dos círculos deve permitir a passagem de uma das mãos dos estudantes.

Fotos: Anne de Nonohay da Silva

2) Os buracos deverão ser preenchidos com tecido TNT preto, com o objetivo de dificultar a visualização dos tipos de solos que estarão presentes na caixa. Este procedimento também é importante como medida protetiva, uma vez que diminuirá a possibilidade do estudante se machucar com as rebarbas do papelão durante a atividade. Para tal, sugere-se cortar os tecidos nas dimensões de 30 cm de largura por 12 cm de altura, enrolá-los em torno da mão e posicioná-los de forma que 80% do tecido fique para dentro da caixa, funcionando como um túnel, e 20% do tecido fique na parte externa da caixa, junto a borda do círculo. A parte que ficou para fora da caixa será fixada com cola quente (ou similar).

Foto: Jaqueline dos Passos

CAIXA SENSORIAL DE SOLOS

3) O próximo passo é a decoração da caixa sensorial. Neste experimento, optou-se por tentar representar, de forma lúdica, um perfil de solo com faixas de EVA nas laterais e, na tampa da caixa, grama artificial. Porém, esta etapa é opcional, ficando a critério do elaborador a customização do experimento;

Foto: Guilherme Gonzatto

4) Colocar metade da amostra de solo argiloso seco em um pote de sorvete de 2 L sem destorroar. Também colocar metade da amostra de solo arenoso seco em um pote 2 L sem destorroar. Igualmente colocar em outro pote de sorvete de 2 L metade da amostra seca de solo orgânico coletado em um bosque, parque ou floresta. Assim haverá três potes de sorvete com amostras de solos secos (argiloso, arenoso e orgânico), as quais serão cobertas com uma das caixas sensoriais anteriormente descritas;

5) Pegue a outra metade de solo argiloso seco e triture a mesma com um rolo de macarrão velho (ou garrafa de vidro) e passe em uma peneira (comum de cozinha) e coloque em um pote de sorvete de 2 L. Também pegue a outra metade de solo arenoso seco e triture a mesma com um rolo de macarrão velho (ou garrafa de vidro) e passe em um peneira (comum de cozinha) e coloque em outro um pote de sorvete de 2 L. Coloque a amostra de solos orgânico seco em um terceiro pote de sorvete de 2 L.

Foto: Patrícia Silva Ramos

CAIXA SENSORIAL DE SOLOS

6) Acrescente água nas três amostras, até um ponto onde se possa observar, de forma evidente, que se formou uma massa pastosa. Assim haverá três potes de sorvete com amostras de solos molhados (argiloso, arenoso e orgânico), as quais serão cobertas com a segunda caixa sensorial;

Fotos: Jaqueline dos Passos

7) Para a execução do experimento, as caixas deverão estar dispostas lado a lado. Em um primeiro momento, o aluno com os olhos vendados com uma fita de TNT preto, deverá introduzir a mão dentro da caixa sensorial que possui as amostras de **solos secos**, com o propósito de identificar as suas características (ou ausência delas). Já em um segundo momento, o estudante deverá repetir o mesmo processo na caixa sensorial que possui amostras de **solos molhados**, com o intuito de observar a diferença entre os solos. Deixar um pote de sorvete de 2 L com água e papel toalha ao lado da segunda caixa sensorial, para limpar as mãos;

Foto: Lucas Diovani Parabocz do Amaral

8) Os alunos devem descrever as sensações táteis que observaram (como a dureza, pegajosidade, presença de material com formas diferentes, folhas, etc.);

9) Por fim, o professor deverá abrir ambas as caixas, revelando cada um dos tipos de solo anteriormente tateados pelos estudantes. Neste momento o docente poderá explicar tanto as características táteis de cada amostra, quanto as visuais, como por exemplo a cor.

CAIXA SENSORIAL DE SOLOS

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) O que são características morfológicas do solo?

b) Os solos argilosos, arenosos e orgânicos possuem semelhantes características morfológicas?

c) O solo úmido apresentará as mesmas características ao tato que o solo seco?

Após a realização do experimento sugere-se formular algumas perguntas como aquelas abaixo descritas:

a) Que tipo de solo deve ser melhor para a manufatura de objetos de cerâmica?

b) Quando manuseamos os diferentes tipos de solos, por que alguns são mais duros e outros mais pegajosos?

c) O que influencia um solo a ter uma cor diferente da outra?

d) Por que alguns solos sensação ao tato mais áspera do que os outros?

Informações aos professores

A morfologia do solo

Neste experimento espera-se que o aluno possa perceber que diferentes amostras de solo apresentam diferenças na percepção do tato e da visão. Inicialmente os alunos apenas poderão perceber aqueles aspectos que são inerentes ao tato, como a dureza, a pegajosidade, a forma, a presença de resíduos vegetais. Posteriormente, ao abrir as caixas, os alunos também poderão observar aspectos que podem ser percebidos através da visão, como a cor do solo.

O estudo da morfologia do solo refere-se à descrição daquelas propriedades detectadas pelos sentidos da visão e do tato (manuseio), como, por exemplo, cor, textura, estrutura, porosidade, consistência, etc. (SANTOS et al., 2013, p. 3), as quais serão detalhadas a seguir.

Cor do solo

A cor é determinada no solo por comparação com a Carta de Munsell (IBGE, 2015). A cor de um solo se dá pela quantidade de minerais de Fe, Mn e matéria orgânica ali presentes (SCHROEDER, 2017, p. 102).

De acordo com Teixeira (2009, p.2), solos mais escuros (do marrom escuro ao preto), são indicativos da presença de matéria orgânica, porém, é importante orientar o aluno que solos escuros não são sinônimos de fertilidade química natural e que, também, a cor da matéria orgânica pode sobressair em relação a matéria mineral.

As cores amareladas e avermelhadas dos solos são devidas à composição de oxihidróxidos de ferro presentes no solo. Solos mais acinzentados indicam solos que possuem uma má drenagem, ou a presença constante de água, isto é, eles ficam encharcados (ambientes hidromórficos), sendo mais comuns em áreas de várzeas e igapós. Indica-se ao professor mapear que tipos de solos há na região escolar e utilizar disso para melhor exemplificação ao aluno, e reforçar que a cor do solo depende de seu horizonte, sua localização geográfica e sua formação pedológica.

Para mais detalhes ver o experimento “Cores do Solo” neste livro.

CAIXA SENSORIAL DE SOLOS

Textura do solo

Outro aspecto importante da morfologia é a textura, a qual é perceptível pelo tato e ela se refere à proporção da granulometria das partículas que compõem o solo (SANTOS et al., 2013). As frações granulométricas que compõe o solo dividem-se em areia, silte e argila, em que a areia é mais grossa a argila é mais fina. Para ter uma percepção deles é necessário pegar a amostra de solo e molhar um pouco com água e amassar para a massa ficar homogênea. Interagindo com essa massa (esfregando o polegar e o indicador), o indivíduo poderá sentir, o toque mais áspero (arenoso), sedoso (siltoso) ou pegajoso e fino (argiloso) (SANTOS et al., 2013).

É importante destacar que, na amostra de solo seco não era possível identificar a textura (arenoso ou argiloso), que ficava evidente apenas com o solo molhado.

Para mais detalhes ver o experimento “Textura do Solo” neste livro.

Estrutura do solo

Por sua vez, a estrutura refere-se às unidades naturais compostas pelas partículas primárias do solo, decorrentes de seus processos formadores e as características físico-químicas que formam seus agregados. A agregação nada mais é do que a forma geométrica em que os sedimentos estão agrupados. Sendo assim, a estrutura do solo é uma característica macroscópica, podendo facilmente ser identificada a olho nu.

Na amostra de solo argiloso, e talvez na amostra de solo arenoso, utilizadas secas neste experimento, os alunos podem ter observado que as partículas de solo (areia, silte e argila) não estavam individualizadas, como uma poeira, mas o solo encontrava-se agregado. Possivelmente a retirada da amostra e o manuseio devem ter alterado a estrutura, mas ainda assim é possível observar vestígios da mesma na amostra seca.

Consistência do solo

Outro atributo importante do solo é a consistência. É ela que determinará a resistência do solo em relação à manipulação ou a aplicação de força nos seus vários estágios de umidade. A consistência é uma resultante das forças de coesão e de adesão das partículas constituintes de solo.

A coesão é uma atração que ocorre entre substâncias iguais (como água com água, e partículas de solo entre si), enquanto a atração adesiva ocorre entre duas substâncias muito diferentes como, por exemplo, moléculas de água e argila (ou húmus) (LEPSCH, 2011, p. 146). Quando o solo está seco a coesão entre as partículas de solo é máxima e se expressa a dureza do solo. Quando o solo está molhado a adesão é máxima e se expressa a pegajosidade do solo.

Resende et al. (2002) observam que a fração argila exerce um importante controle na consistência, pois quanto mais argiloso o solo, maior a expressão das forças de coesão e adesão. Enquanto, altos teores de silte e areia muito fina também exercem controles importantes, favorecendo o encrostamento da superfície.

Sendo assim, a consistência pode ser determinada através de três estágios de umidade: a) seco: para a verificação de dureza; b) úmido: para a verificação de friabilidade; e c) molhado: para a verificação da plasticidade (capacidade do solo molhado de se moldar) e pegajosidade (capacidade do solo molhado de grudar nas mãos e outros objetos).

Para mais detalhes ver o experimento “Consistência do Solo” neste livro.

Para entender um pouco mais sobre a Morfologia dos Solos recomenda-se assistir a uma breve aula em vídeo, acessando o link: <https://vimeo.com/30960568>

CAIXA SENSORIAL DE SOLOS

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Incluir amostras de solos compactados e solos não compactados;

b) Adicionar objetos diversos (papel de bala, tampa de garrafa plástica, papel), evidenciando a presença de lixo nos solos por meio de ações antrópicas (exemplo: solos urbanos);

c) Incorporar ao experimento uma amostra de solo de textura siltosa (que apresenta sensação tátil mais sedosa – parece talco molhado).

Reuso e reciclagem

	O solo e a água utilizadas neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, os potes de sorvetes podem ser separados utilizados em outro experimento ou serem separados para coleta seletiva visando a reciclagem.
	As caixas sensoriais podem ser guardadas para nova utilização, ou então o papelão pode ser separado para reciclagem.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de tesoura e pistola de cola quente, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual técnico de pedologia. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 425 p. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 04).

LEPSCH, I. F. 19 Lições de Pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100 p.

SCHROEDER, D. Solos: fatos e conceitos. Traduzido por Alfredo Scheid Lopes. Zug: International Potash Institute, 2017. 244 p.

TEIXEIRA, W. G. A cor do solo: interpretando as cores do solo com a finalidade de monitorar processos de recuperação em áreas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195720/1/A-Cor-Do-Solo-Interpretando-as-Cores-Do.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

CARGAS DO SOLO

Gabriela Nicolau Maia
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=QgteXMMB7q0

Público sugerido

Alunos a partir do nono ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar a existência de cargas elétricas no solo;

b) Discutir a finalidade das cargas elétricas presentes no solo.

Materiais

a) Uma bateria pequena de 9 V, facilmente encontrada em supermercados. Não utilize baterias de carro ou tomadas elétricas, pois pode ser muito perigoso. Utilize apenas as baterias pequenas de 9 V. Baterias velhas podem não apresentar o resultado desejado. Prefira baterias novas. Para uma maior durabilidade pode ser usada bateria recarregável, sendo também necessário um carregador.

b) 50 g (aproximadamente) de solo argiloso.

c) 50 g (aproximadamente) de solo arenoso. Na falta deste, pode-se excepcionalmente utilizar areia de construção.

d) 2 (dois) recipientes para colocar as amostras de solo argiloso e arenoso. Pode ser usado, por exemplo, um pote de papinha de nenê vazio e limpo.

e) Um palito de picolé ou uma colher de plástico.

f) Um alicate de ponta fina.

g) Estilete.

h) Dois pedaços de fios de cobre (fio elétrico flexível) com aproximadamente 7 cm cada.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2014

CARGAS DO SOLO

Procedimento

IMPORTANTE: o professor deve testar o experimento previamente, pois dependendo do tipo de solo os resultados podem ser distintos. Nem todos os solos apresentam o mesmo tipo de carga predominante em suas partículas, o que alterará o resultado a ser observado.

1) Desencapar cuidadosamente, com um estilete, os 2 fios de cobre. O professor deve desencapar os fios antes de aula para evitar que os alunos utilizem materiais cortantes. Utilizar preferencialmente luvas grossas para evitar acidentes. Esta parte deve ser feita exclusivamente por um adulto.

Foto: Gabriela Nicolau Maia

2) Com o auxílio de um alicate de ponta fina, fixar um fio de cobre no polo positivo da bateria e outro no polo negativo. Utilizar preferencialmente luvas grossas para evitar acidentes. Esta parte deve ser feita exclusivamente por um adulto.

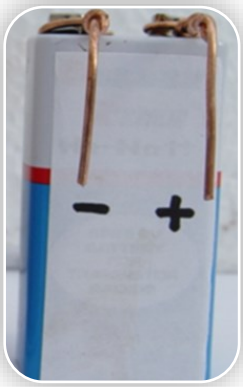


Foto: Valmiqui Costa Lima

3) Colocar a amostra do solo argiloso em um dos recipientes, e a amostra de solo arenoso no outro recipiente. Adicionar um pouco de água e agitar com um palito de picolé ou uma colher de plástico até obter consistência de uma pasta.

Foto: Gabriela Nicolau Maia

CARGAS DO SOLO

4) Mergulhar no recipiente contendo a pasta com solo argiloso, as extremidades dos fios de cobre ligados à bateria e aguardar mais ou menos 5 minutos. Fazer o mesmo com o solo arenoso;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

5) Após esse tempo, suspender a bateria e verificar se algum dos solos ficou aderido a algum dos fios de cobre. Anotar esta informação.

6) Se, por exemplo, o solo argiloso tem predominância de cargas negativas em suas partículas, este irá aderir mais ao polo positivo (polo de carga contrária) da pilha de 9 V. Todavia, o resultado pode ser diferente deste, pois nem todos os solos apresentam predominância de cargas negativas em suas partículas. Por este motivo é recomendável ao professor testar o experimento antes de apresentar aos alunos. Em relação ao solo arenoso espera-se que o mesmo não seja atraído, ou tenha pouca atração, pelos polos da pilha, pois este apresenta poucas cargas em suas superfícies.

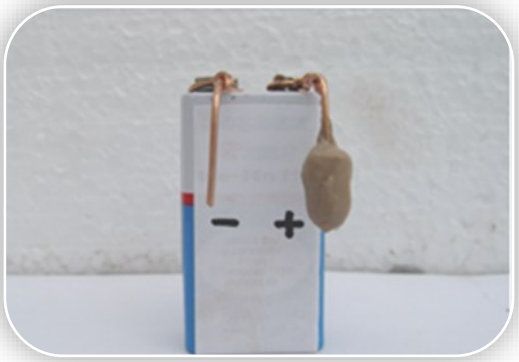


Foto: Valmiqui Costa Lima

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento.

a) O solo possui cargas?

b) O solo argiloso pode ser atraído pelo polo de uma pilha?

c) O solo arenoso pode ser atraído pelo polo de uma pilha?

d) O solo argiloso vai ser atraído por qual polo da pilha? Positivo, negativo, ambos ou nenhum?

e) O solo arenoso vai ser atraído por qual polo da pilha? Positivo, negativo, ambos ou nenhum?

CARGAS DO SOLO

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) Qual polo da bateria atraiu o solo argiloso?

b) Por que as partículas de solo argiloso são atraídas aos fios da bateria?

c) O solo argiloso tinha predominância de cargas positivas ou negativas?

d) Por que as partículas de solo arenoso não foram atraídas (ou foram menos atraídas) aos fios da bateria?

Informações aos professores

As partículas minerais e orgânicas do solo podem apresentar cargas elétricas nas suas superfícies. Normalmente em solos de zonas tropicais e subtropicais, quando o pH está abaixo de 5,0, pode haver predominância de cargas positivas (que atraem ânions) nestas partículas e, à medida que o pH do solo se eleva (pela calagem, por exemplo), passam a predominar cargas negativas (que atraem cátions) nestas superfícies (MEURER et al., 2006).

Na prática, os dois principais fatores que alteram o balanço de cargas elétricas dos solos com cargas variáveis é a calagem por aumentar o valor do pH e a adição de matéria orgânica.

Os íons e moléculas que estão na solução do solo podem ser retidos nas superfícies das partículas da fase sólida (matéria orgânica e minerais), e também podem ser liberados da fase sólida para a fase líquida do solo (denominada de solução do solo).

Entende-se por troca iônica do solo os processos reversíveis, ou temporariamente irreversíveis, pelos quais as partículas sólidas do solo, minerais, matéria orgânica, adsorvem os íons da fase aquosa e ao mesmo tempo desabsorvem quantidades equivalentes de outros íons de mesma carga e estabelecem o equilíbrio entre as fases (LUCHESE et al., 2001). A adsorção dos íons, na fase sólida mineral e orgânica do solo, ocorre devido justamente à existência de cargas elétricas na superfície, positivas ou negativas, que atraem cátions e ânions, respectivamente (MEURER et al., 2006).

Este experimento ajuda a comprovar a existência destas cargas no solo. O solo arenoso, por ter poucas cargas em sua superfície, praticamente não gruda nos fios de cobre. Por outro lado, o solo argiloso, por ter mais cargas em suas superfícies, fica aderido ao fio de cobre indicando a existência destas cargas.

Importância das cargas no solo

O estudo das cargas elétricas das partículas coloidais é de fundamental importância para o entendimento de diversos fenômenos físico-químicos que ocorrem nos solos, já que a maioria das reações eletroquímicas que influenciam sua fertilidade e a nutrição de plantas, e que podem interferir em fenômenos relacionados ao seu manejo e conservação, ocorre na superfície dessas partículas (FONTES et al., 2001).

Vários aspectos do uso do solo estão diretamente à presença de cargas elétricas (negativas e positivas) nos minerais da fração argila e nos componentes orgânicos (fração húmica da matéria orgânica). Alguns efeitos serão destacados a seguir.

CARGAS DO SOLO

Retenção (adsorção) de nutrientes

O conjunto das cargas negativas nas superfícies das partículas do solo é nomeado como capacidade de troca catiônica (CTC), e as cargas positivas nas superfícies das partículas do solo é denominado capacidade de troca aniônica (CTA). As cargas negativas e positivas do solo são responsáveis pela retenção dos nutrientes, fundamentais no crescimento das plantas. As cargas negativas retêm nutrientes que a plantas necessitam, e que estão no solo na forma de cátions, como Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+}, NH_4^{+}, etc. As cargas positivas retêm nutrientes que as plantas necessitam, e que se encontram no solo na forma de ânions como Cl^{-} e NO_3^{-}.

A presença de cargas elétricas é importante para reter (adsorver) os nutrientes, reduzindo a perda dos cátions e ânions para o lençol freático (lixiviação) (LEPSCH, 2011). Por exemplo, após uma fertilização com um adubo, o mesmo irá se dissolver com a água do solo, liberando diversos cátions e ânions que ficarão solúveis na fase líquida do solo (solução do solo - água contida no interior dos poros do solo). Em razão da diferença de cargas, os cátions serão atraídos pelas cargas negativas (CTC) e os ânions pelas cargas positivas (CTA) das superfícies das partículas minerais e orgânicas do solo.

A CTC do solo é de grande importância para os processos de nutrição das plantas, Nos pontos de troca, os nutrientes ficam retidos com força suficiente para que não sejam lixiviados (“lavados”) pela água que se infiltra no solo, mas não tão fortemente para impedir que as raízes possam utilizá-los.

Os solos arenosos, no entanto, por possuírem menor quantidade de cargas, terão menor capacidade de reter nutrientes para as plantas, o que torna estes solos geralmente menos férteis. No experimento se observa que o solo arenoso praticamente não é aderido aos polos da pilha, mostrando que o mesmo apresenta poucas cargas e, portanto, pouca capacidade de reter nutrientes.

Retenção de água

Um solo com maior presença de cargas elétricas terá maior capacidade de armazenar água, pois a molécula de água possui uma distribuição assimétrica de cargas, o que a torna dipolar. Essa polaridade da água faz com que ela fique retida com o auxílio das cargas presentes no solo. O solo argiloso possui mais cargas e retém mais água. Já o solo arenoso, conforme visto no experimento, tem poucas cargas e reduzida capacidade de reter água para as plantas e demais organismos vivos do solo.

Formação das estruturas do solo

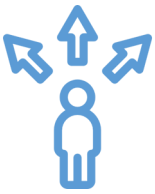
Inicialmente, na formação da estrutura do solo, as partículas se atraem mutuamente pela presença de cargas elétricas na superfície. Para que ocorra a formação dessa estrutura, é necessário haver floculação (atração) entre os minerais da fração argila e a fração húmica do solo. Posteriormente, a presença de matéria orgânica mais óxidos de ferro são agregados e se tornam estáveis.

A formação de estrutura é importante, pois permitirá que o solo seja mais poroso, facilitando a infiltração da água das chuvas, permitindo a entrada do oxigênio necessário à respiração dos organismos do solo e raízes, e resistindo mais à erosão e à compactação.

CARGAS DO SOLO

Redução da poluição ambiental

As cargas do solo funcionam como barreiras químicas ao deslocamento de determinados poluentes químicos graças à interação (adsorção) destes compostos ou íons com a fase sólida do solo. Portanto, as cargas negativas (CTC) adsorvem os poluentes de cargas positivas, e as cargas positivas (CTA) adsorvem os poluentes de cargas negativas, limitando o deslocamento destas substancias em direção ao lençol freático (MELO; LIMA, 2007). Um solo com maior presença de cargas elétricas terá uma menor lixiviação dos poluentes e, consequentemente, menor risco de contaminantes químicos atingirem as águas subsuperficiais. Solos arenosos, conforme visto no experimento, tem poucas cargas e, portanto, baixa capacidade de reter poluentes químicos.



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar diferentes amostras de solo;

b) Utilizar amostras de solo de diferentes camadas do mesmo solo;

c) Comparar o solo com areia.

Reuso e reciclagem

	O solo e a água utilizadas neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Os frascos de vidro podem ser reutilizados em outro experimento, ou serem encaminhados, após lavagem, para a coleta seletiva para reciclagem.
	As pilhas podem ser utilizadas para refazer o experimento, ou em outros equipamentos eletrônicos. Após completada a vida útil, as pilhas devem ser encaminhadas para descarte específico.
	Os palitos de sorvete são orgânicos e devem ser encaminhados para reciclagem de resíduos orgânicos.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de estilete e alicate, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

CARGAS DO SOLO

Bibliografia citada

FONTES, M. P. F.; CAMARGO, O. A.; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 627-646, 2001.

LEPSCH, I. F. Capacidade de troca de íons. In: **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 2011. p. 105-119.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L.B .; LENZI, E. Trocas iônicas. In: **Fundamentos da química do solo**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2001. 159 p.

MELO, V. F.; LIMA, V. C. Poluição do solo, crescimento de plantas e poluição ambiental. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Ed.) **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. p. 27-48.

MEURER, E. J.; RHEINHEIMER, D.; BISSANI, C. A. Fenômenos de sorção em solos. In: MEURER, E.J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. p. 117-162.

CICLO DO CÁLCIO

Leiken Lauria Weber
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=UP7FHK4S_oc

Público sugerido

Alunos a partir do oitavo ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Discutir as fontes de cálcio para os organismos vivos;

b) Discutir a importância do cálcio para os seres vivos;

c) Dramatizar o ciclo percorrido pelo cálcio na natureza.

Materiais

a) Um vaso com alguma planta (preferencialmente grama). Não se recomenda um vaso com flores, pois a intenção é justamente comentar que os animais irão ingerir o cálcio que está na gramínea;

b) Amostra de rocha calcária, que é a pedra branca normalmente utilizada em calçadões de pedra portuguesa. Caso não se consiga uma amostra de calcário também se pode utilizar um pedaço de mármore, facilmente encontrado como refugo em marmorarias. O mármore é uma rocha metamórfica, que pode ser originada do metamorfismo de calcários;

c) Conchas marinhas;

d) Ossos de animais, que podem ser obtidos em açougues. Devem ser devidamente limpos, com raspagem e fervura, até que fiquem sem nenhum resquício de carne, para evitar maus odores;

e) Miniatura de uma vaca, que pode ser encontrada em lojas de brinquedos, ou como adorno em presépios. Na ausência desta utilizar a foto de uma vaca retirada de uma revista ou da Internet;

f) Caixa de leite vazia e limpa;

g) Um pouco de calcário em pó, que pode ser encontrado em casas agropecuárias. Na falta deste pode ser usada cal virgem ou cal hidratada usadas em construções, que também são provenientes do calcário.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

CICLO DO CÁLCIO

Procedimento

1) Sobre uma mesa distribuir todos os materiais na seguinte ordem: amostra da rocha calcário; calcário em pó; vaso com planta; miniatura de uma vaca; caixa de leite vazia; ossos de animais; e conchas.

Foto: Leiken Lauria Weber

2) Mostrar a rocha “calcário”. Explicar que o calcário é uma rocha que contém bastante cálcio em sua composição. Em muitos lugares do Brasil esta rocha é minerada, para produção de cimento, cal e calcário moído;

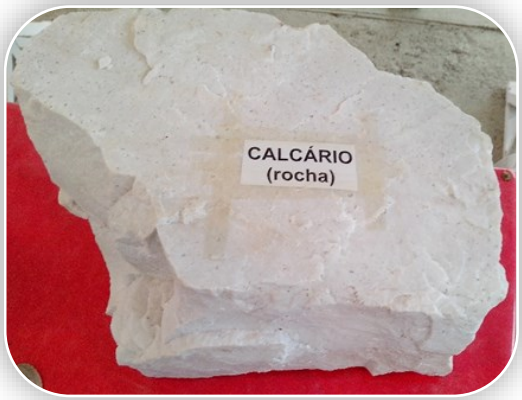


Foto: Leiken Lauria Weber

3) Mostrar o “calcário moído”. Explicar que, se o solo não tem muito cálcio, pode ser adicionado ao solo o calcário em pó, que é um derivado da rocha calcária. É um material muito utilizado na agricultura para regular o pH do solo, reduzindo sua acidez prejudicial à planta;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

CICLO DO CÁLCIO

4) Mostrar o vaso com a gramínea. Explicar que a planta absorve o cálcio que está presente no solo, e este é absorvido junto com a água através da raiz. O cálcio então é transportado para as folhas da planta que servirá de alimento para os animais, como a vaca;

Foto: Leiken Lauria Weber

5) Mostrar a miniatura da vaca. Explicar que a vaca, ao se alimentar das plantas, está consumindo cálcio e o metabolismo permite que esse cálcio esteja presente no leite. Esse leite então é ordenhado da vaca, processado e comercializado para chegar à mesa do consumidor;

Foto: Leiken Lauria Weber

6) Mostrar a caixa de leite, e a composição nutricional ao lado da mesma, destacando a presença e cálcio. Ressaltar a importância do leite para alimentação humana;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

7) Mostrar os ossos. Explicar que o leite é rico em cálcio e, portanto auxilia na formação dos ossos, bem como atua na condução de impulsos nervosos, contração muscular e coagulação sanguínea. Comentar também que o cálcio retorna ao solo a partir da morte de animais, plantas e seres humanos. Os esqueletos possuem bastante cálcio;

Foto: Leiken Lauria Weber

CICLO DO CÁLCIO

8) Mostrar a concha marinha. Explicar que o cálcio do solo e das rochas também pode ser perdido para os rios e posteriormente para os oceanos, onde poderá ser novamente utilizado para a formação de conchas de vários organismos marinhos. Pode, então, ser acumulado dos fundos oceanos, podendo, eventualmente, formar novamente rochas como o calcário, fechando o ciclo.

Foto: Leiken Lauria Weber

Dramatização

Para melhor interação dos alunos pode ser feita uma dramatização (adaptada de MOTTA; BARCELLOS, 2007). Cada aluno (ou grupo de alunos) irá segurar um objeto, e irá recitar as falas correspondentes, cada um na sua respectiva vez:

a) Rocha – Meu nome é calcário e sou uma rocha sedimentar formada pela acumulação do cálcio e magnésio perdidos no solo.

b) Calcário moído – Eu sou a rocha do calcário que foi moída bem fininho. Os agricultores gostam muito de me aplicar no solo para fazer as raízes das plantas crescerem melhor.

c) Solo – A chuvas por muito tempo levaram meu cálcio para o mar. Mas hoje estou contente, pois estou recebendo o cálcio de volta, na forma da rocha de calcário moída.

d) Planta – Estou muito satisfeita, pois consegui pegar muito cálcio do solo, depois que o agricultor aplicou o calcário.

e) Animal (vaca) – Este capim está delicioso e nutritivo. O agricultor jogou o calcário no solo. A planta se alimentou do cálcio e cresceu muito. Com isso eu também estou me alimentando do cálcio e posso produzir o leite que vai alimentar as crianças e o bezerro.

f) Leite (caixa) – Eu sou o leite que veio da vaca. Eu tenho muito cálcio para as crianças e adultos se alimentarem.

g) Osso – Eu tenho de ser forte, pois eu formo o esqueleto. Para isso preciso de muito leite, queijos, ovos, e verduras, que são alimentos ricos em cálcio.

h) Concha – Eu também tenho que ser forte, para proteger os animais que habitam dentro de mim. Eu tenho o cálcio que saiu dos solos e das rochas e, através dos rios, chegou até o oceano. Quando eu me acumular no fundo do oceano posso formar novamente o calcário.

Questões e sugestões de atividades

São sugeridas as seguintes questões para discutir com os alunos:

a) Para que serve o cálcio no corpo humano?

b) Por quais etapas o cálcio pode passar até chegar ao nosso corpo?

c) Quais são as fontes de cálcio?

d) Onde os animais acumulam cálcio?

e) É possível encontrar cálcio nas plantas? De onde vem este cálcio?

CICLO DO CÁLCIO

Informações aos professores

Formação de rochas sedimentares calcáreas

A principal fonte de cálcio na natureza são as rochas calcárias que, devido à ação de agentes naturais, sofrem degradação, disponibilizando cálcio para o solo, o qual posteriormente pode ser carregado pelas águas para os rios e mares, e tendem se acumular no fundo destes.

Inicialmente o CO_2 atmosférico se dissocia na agua da chuva, produzindo H_2CO_3. Essa solução ácida nas águas superficiais ou subterrâneas facilita a degradação das rochas silicatadas, e provoca a liberação de Ca^{+2} e HCO_3^-, entre outros produtos que podem ser lixiviados para os oceanos. Nos oceanos, Ca^{+2} e HCO_3^- são absorvidos pelos animais, que os utilizam na confecção de suas carapaças.

Com a morte desses animais, os restos se depositam no fundo do mar e se associam a outros tipos de resíduos originando uma rocha sedimentar, no caso o calcário, depois de um longo período. Esses sedimentos de fundo, ricos em carbonato, podem migrar para uma zona de pressão e temperatura mais elevadas, fundindo parcialmente os carbonatos.

As mudanças da crosta terrestre, a movimentação das placas tectônicas, gradativamente podem fazer com que essas rochas sedimentares alcancem a superfície dos continentes.

Como o cálcio do calcário moído é solubilizado no solo

O calcário moído é composto principalmente por calcita, contendo ainda outras impurezas. É uma rocha com apreciável solubilidade, exceto em climas secos. A dissolução é o processo dominante do intemperismo. Em água pura a calcita não é muito solúvel, mas se o dióxido de carbono está presente na água, formando o ácido carbônico, este é capaz de dissolver muito mais calcita do que a água pura. A formação do ácido carbônico na água é expressa pela seguinte reação (SPOLADORE, 2014):

$$H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3$$

Esse ácido vai reagir com a calcita formando o bicarbonato de cálcio, que se mantem em solução (SPOLADORE, 2014).

$$H_2CO_3 + CaCO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

O cálcio nas plantas

Segundo Blankenau (2007), o cálcio (Ca) é um nutriente importante para as plantas e somente uma pequena parte do total que está na fase líquida do solo encontra-se disponível. Segundo este autor, o Ca é absorvido pelas plantas junto com a água do solo, e se desloca principalmente para os órgãos de transpiração, acumulando-se nas folhas, sendo limitado o seu transporte, via floema, para os frutos. Assim, ele não é redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas, nem das folhas para os frutos ou sementes, sendo necessário o seu suprimento contínuo à partir do solo.

Até 90% do total de Ca está localizado na parede celular, ou mais especificamente na lamela média, onde é o “cimento” que une as células, constituindo uma barreira física contra o ataque de patógenos. Aos frutos, ele confere firmeza e qualidade e melhor condição para armazenamento. Assim, se houver deficiência de Ca nos frutos haverá desintegração das células. A podridão apical (fundo preto) em tomate, por exemplo, é um distúrbio fisiológico atribuído à deficiência de Ca. Na planta, o Ca é importante para o crescimento das raízes e dos brotos e aumenta a tolerância ao estresse por calor, vento e frio (BLANKENAU, 2007).

CICLO DO CÁLCIO

O cálcio nos animais e seres humanos

Ao fazerem a ingestão de plantas, os animais assimilam cálcio em seu organismo acumulando-o em seus esqueletos.

Em mamíferos se tem mais uma fonte rica em cálcio, o leite, que no caso de bovinos, bubalinos e caprinos também servem para alimentação humana.

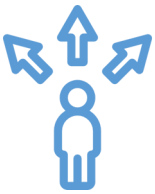
A maior participação do cálcio nos animais está relacionada com a formação de esqueletos, além de ser parte constituinte dos exoesqueletos de invertebrados e conchas. Também atua em processos metabólicos, e sua participação é fundamental no processo de coagulação do sangue, além de ser muito útil no processo de contração muscular (ROSA, 2003, p. 16).

Com a morte e decomposição dos animais e vegetais, o cálcio retorna ao solo, fechando o ciclo.

De acordo com Castilho et al. (s.d.) o cálcio é um mineral fundamental presente no corpo humano, envolvido em importantes e diversos processos metabólicos; de coagulação sanguínea, excitabilidade muscular e transmissão dos impulsos nervosos, contração muscular, ativação enzimática e secreção hormonal, tendo como característica principal a mineralização de ossos e dentes. O suprimento adequado de cálcio está diretamente relacionado à formação do osso, principalmente durante a infância e adolescência, sendo um dos fatores que auxiliam a maximização da massa óssea, contribuindo para a prevenção de riscos de desenvolvimento de osteoporose e de fraturas na vida adulta e terceira idade. Se as quantidades adequadas de cálcio não estão sendo fornecidas pela dieta, o cálcio será mobilizado dos ossos para a corrente sanguínea, reduzindo assim, seu conteúdo nos ossos e aumentando a fragilidade deles.

As principais fontes de cálcio para o ser humano são os produtos lácteos, porém, diversos estudos têm indicado que as fontes vegetais, comumente consumidas pela população brasileira, podem apresentar menor absorção no organismo devido à presença de substâncias interferentes na luz intestinal (CINTRA; BARRUETO-GONZALEZ, 2009).

Algumas pessoas apresentam intolerância à lactose, não podendo utilizar o leite bovino como fonte de cálcio, e outras que preferem uma dieta vegana, que não inclui o leite e seus produtos derivados. Nestes casos, existem outras fontes de alimentos ricas em cálcio como, por exemplo, feijão preto, sementes de gergelim, couve, quiabo, sardinha, figo, suco de soja enriquecido em cálcio, etc.



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Discutir sobre fontes de cálcio de origem vegetal na nossa dieta, inclusive para as pessoas que tem intolerância à lactose;

b) Discutir se nos solos de sua região é costume os agricultores aplicarem calcário ou não;

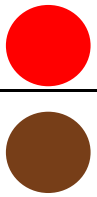
c) Comentar que o cimento e a cal também são produzidos à partir da rocha calcária e que, portanto, também possuem cálcio, que poderá ser adicionado ao solo involuntariamente durante a construção de casas e escolas nas cidades.

CICLO DO CÁLCIO

Reuso e reciclagem

	O solo e a grama utilizados nesta demonstração, podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Os demais materiais utilizados nesta demonstração podem ser guardados em uma caixa para utilização posterior com outras turmas.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc. Os ossos devem ser provenientes de açougues, com adequada remoção de resíduos e lavagem.

Bibliografia citada

BLANKENAU, K. Cálcio nos solos e nas plantas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 117, p. 17-19, 2007.

CASTILHO, A. C.; MAGNONI, D.; CUKIER, C. **Cálcio e magnésio**. São Paulo: Amway, s.d. Disponível em: <https://www.amway.com.br/downloads/misc/Calcio_e_Magnesio_IMEN.pdf>. Acesso em: 24 out. 2015.

CINTRA, R. N. G. C.; BARRUETO-GONZALEZ, N. B. Dietas e alimentos – fatores interferentes na biodisponibilidade de cálcio. **Simbio-Logias: Revista Eletrônica de Educação, Filosofia e Nutrição**, v.2, n.1, p. 90-101, 2009.

MOTTA, A. C. V.; BARCELLOS, M. Fertilidade do solo e ciclo dos nutrientes. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Ed.) **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. p. 49-64.

ROSA, R. S.; MESSIAS, R. A.; AMBROZINI, B. **Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, 2003. Disponível em: <http://www.iqsc.usp.br/iqsc/servidores/docentes/pessoal/mrezende/arquivos/EDUC-AMB-Ciclos-Biogeoquimicos.pdf>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2014.

SPOLADORE, A. **O intemperismo**. Londrina, 2014. Disponível em: <http://www.oocities.org/fundamentos_geologia/intemp.html>. Acesso em: 26 de junho de 2014.

CICLO DO NITROGÊNIO

Anna Vitória Gurgel Knopki
Mareza Fernandes de Araújo
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=UE_YrjJNYso

Público sugerido

Alunos a partir do oitavo ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Discutir o ciclo do nitrogênio na natureza;

b) Discutir a importância do nitrogênio para os seres vivos;

c) Dramatizar o ciclo percorrido pelo nitrogênio.

Materiais

a) Uma bola de vinil ;

b) Representação de alimentos que ilustrem fontes de nitrogênio, sendo estes carnes, ovo e queijo. Na ausência dos mesmos, utilizar fotos para demonstrá-los ;

c) Um vaso com uma planta que precisa ser uma leguminosa, como por exemplo, amendoim bravo (muito utilizado em jardinagem), soja, feijão, ervilha, tremoço, etc.;

d) Um vidro com raízes de uma planta leguminosa. Sugere-se utilizar raízes de trevos ou amendoim bravo (encontrados em jardins) ou raiz de soja, nos quais normalmente é fácil observar os nódulos arredondados das bactérias. Se não conseguir, procure fotos de “raiz de leguminosa com Rhizobium” na Internet (é fácil achar);

e) Um recipiente com chá preto diluído, para simular urina ;

f) Um recipiente com amostra de ureia (pode ser encontrado em lojas agropecuárias, de jardinagem, etc.) ;

g) Um recipiente com grãos *in natura* de feijão e/ou soja;

h) Duas bolas de isopor pequenas;

i) Três palitos de dentes.

CICLO DO NITROGÊNIO

Procedimento

1) Pintar as bolas de isopor e conectá-las através dos três palitos de dente, simulando as moléculas de nitrogênio (N_2);

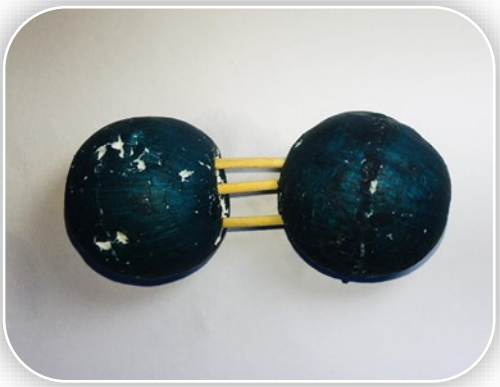
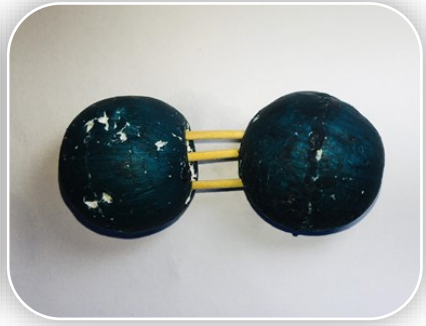


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Em uma mesa, distribuir todos os materiais solicitados. Sugere-se distribuir na seguinte ordem: bola de vinil; bolas de isopor; vidro com a raiz de leguminosa; vaso com a planta leguminosa; recipiente com soja e feijão; alimentos artificiais ou u

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) Inicialmente, pegar a bola de vinil para simular o ar. Explicar que quase 4/5 do ar é constituído de nitrogênio, mas apesar disso as plantas e os seres humanos não conseguem absorvê-lo dessa forma devido ao fato do nitrogênio em suas moléculas estarem ligados por uma força muito grande. Mostrar as bolas de isopor e explicar que elas representam as moléculas de nitrogênio e que os palitos representam a força que as conectam;



Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

CICLO DO NITROGÊNIO

4) Mostrar o vidro com as raízes de leguminosas. Mostrar os pequenos nódulos (geralmente arredondados) que ocorrem nestas raízes, nos quais ocorre a infecção pela bactéria. Explicar que estas bactérias são importantes, pois conseguem quebrar a força que une as moléculas de nitrogênio, possibilitando assim a absorção deste nutriente pelas plantas;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

5) Com o vaso de planta, explicar que somente plantas leguminosas possuem essa habilidade de absorver o nitrogênio através das bactérias. Dar exemplo de quais plantas são leguminosas, como feijão, soja, ervilha, tremoço, etc.;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

6) Indagar como as plantas que não possuem bactérias em suas raízes (pode citar o milho como exemplo) absorvem o nitrogênio? Mostrar o recipiente com ureia, e explicar que é um fertilizante produzido artificialmente, onde o nitrogênio é retirado do ar e transformado de forma que as plantas possam absorvê-lo. A ureia é incorporada no solo para as plantas absorverem ao nitrogênio quando esta se solubiliza no solo.

CICLO DO NITROGÊNIO

7) Mostrar a representação ou foto dos alimentos de origem animal e os grãos de feijão e/ou soja. Explicar que os animais absorvem nitrogênio ao comerem as plantas, e quando o ser humano ingere estes grãos, ou produtos de origem animal, como carne, ovo e queijo, o nitrogênio é absorvido pelo nosso organismo;

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

8) Mostrar o recipiente com o líquido que simula a urina, explicar que o nitrogênio excedente no organismo dos seres vivos, é expelido na forma de urina e retorna assim para o meio ambiente. Na urina o nitrogênio está predominantemente na forma de ureia (a mesma que existia no adubo);

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

9) Quando a urina, as fezes e os cadáveres dos animais são depositadas no solo, algumas bactérias podem transformar novamente o nitrogênio em formas inorgânicas, que poderão ser novamente absorvidas pelas plantas. Por outro lado, há outras bactérias podem transformar novamente o nitrogênio em N_2, que volta para atmosfera, fechando o ciclo.

Dramatização

Para melhor interação dos alunos pode ser feita uma dramatização em forma de círculo. Cada aluno (ou grupo de alunos) irá segurar o objeto, e irá recitar as falas correspondentes, cada um na sua respectiva vez:

a) Bola de vinil: Eu represento o ar e cerca de 78% da minha composição é de nitrogênio.

b) Moléculas de nitrogênio: Nós somos moléculas de nitrogênio, que estamos no ar, e estamos conectadas através de três ligações, juntas somos muito fortes.

c) Bactérias nas raízes da leguminosa: Nós conseguimos quebrar a força que une as moléculas de nitrogênio no ar, e ajudamos nossa amiga planta a absorvê-lo.

d) Planta leguminosa: Na minha raiz moram pequenas bactérias, e eu fico muito feliz porque em troca da moradia elas me fornecem nitrogênio.

e) Ureia: Eu sou um adubo industrial. Quando a planta não tem bactérias em suas raízes, o agricultor me coloca no solo para fornecer nitrogênio para as plantas.

f) Representação de alimentos: Todo o nitrogênio presente nos vegetais e animais é transferido para os seres humanos quando ele se alimenta.

g) Urina: Este frasco representa a urina que sai dos organismos vivos tem nitrogênio na forma de ureia. No solo ela pode ser absorvida novamente pelas plantas ou o nitrogênio ser transformado novamente em moléculas que retornam para o ar, fechando o ciclo.

CICLO DO NITROGÊNIO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após demonstração. Seria interessante escrever as respostas dos alunos no quadro ou no caderno.

a) Para que o nitrogênio é importante no nosso corpo?

b) Qual deve ser a principal fonte de nitrogênio?

c) O nosso corpo consegue absorver nitrogênio do ar?

d) De onde conseguimos absorver o nitrogênio?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) O que podemos comer para que possamos absorver nitrogênio?

b) Em quais plantas há alta concentração de nitrogênio?

c) Em quais produtos de origem animal há grande concentração de nitrogênio?

d) Mas por que é chamado de CICLO do nitrogênio? O que define um ciclo?

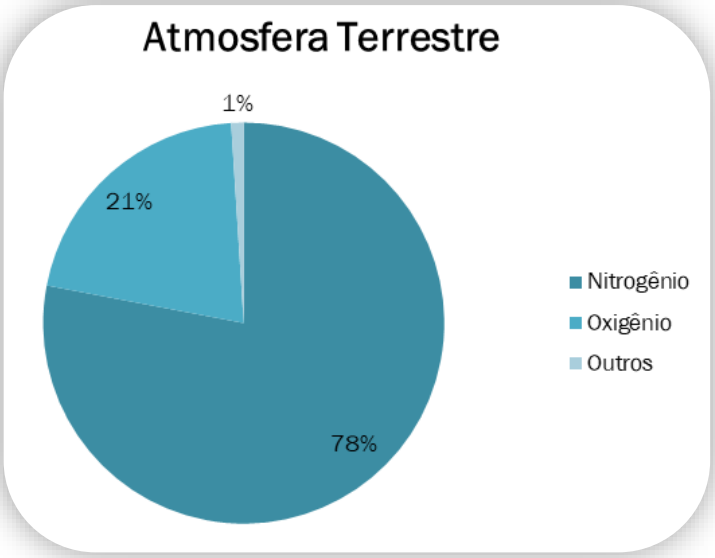
e) Como devolvemos o nitrogênio para o ambiente?

f) As plantas conseguem absorver o nitrogênio direto da atmosfera?

Informações aos professores

O nitrogênio é importante em sistemas naturais, pois sua condição limitante regula a aquisição de carbono e a composição de comunidades vegetais e animais. É extremamente móvel na natureza, assumindo várias formas orgânicas e inorgânicas. Encontra-se presente em quase todos os compartimentos do globo, tendo, inclusive, uma fase gasosa que regula importantes funções na atmosfera (MARTINELLI,2007).

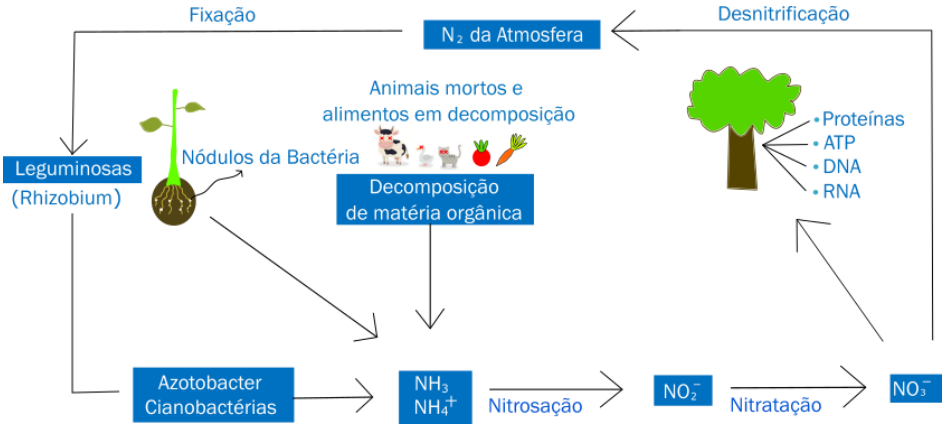
Cerca de 78% da atmosfera é composto por N_2, porém devido ao tipo de ligação química que mantém os dois átomos de N unidos na atmosfera, somente alguns organismos, principalmente bactérias, são capazes de fixá-lo e torná-lo disponível para as plantas (MARTINELLI, 2007).



Fonte: Autores, baseado nos dados de Soares et al. (2015)

CICLO DO NITROGÊNIO

O ciclo do nitrogênio, como é comumente conhecido, se deve ao fato, de que via de regra, quaisquer compostos de nitrogênio localizados na natureza estão de alguma forma interligados. Na camada mais externa do solo é onde ocorre a maior parte deste ciclo, onde sucessões de reações da natureza acontecem, por meio de mecanismos de saída e entrada de nitrogênio que formam complexas reações da



Fonte: Adaptado de MARTINELLI, (2007, p.7)

O ciclo biogeoquímico do nitrogênio envolve um processo dinâmico de troca de energia entre a atmosfera, a matéria orgânica e o solo, sendo assim nada além de uma cadeia de reações de oxirredução, que a partir destas, microrganismos obtêm energia para atividades relativas ao seu metabolismo. Temos dois organismos significativos, quando falamos em fixação de nitrogênio, sendo estes, "[...] as cianobactérias, que são bactérias autotróficas, ou seja, que adquirem carbono fazendo fotossíntese, e as bactérias do gênero Rhizobium, que vivem em simbiose nas raízes das espécies vegetais pertencentes à família das leguminosas [...]" (MARTINELLI, 2007).

Como o nitrogênio é absorvido pelas plantas

A bactéria Rhizobium possui uma relação mutualística com as plantas leguminosas, ou seja, nenhum dos dois seres vivos é prejudicado e ao mesmo tempo garantem benefícios mútuos. A bactéria agrega nódulos às raízes da planta, e assim absorve o nitrogênio da atmosfera, quebrando sua ligação tripla e o transformando em amônia (NH_3) (conforme a Figura acima). Essa amônia (NH_3), que no solo é transformada em amônio (NH_4^+), passa então pelo processo de nitrosação, se tornando nitrito (NO_2^-), substância tóxica para as plantas. O nitrito passa pela nitratação e se transforma finalmente em nitrato (NO_3^-), quando consegue ser absorvido pelas plantas, as quais produzem então as proteínas e outros elementos.

O nitrato, sendo mais móvel no ambiente, pode ainda ser lixiviado do solo para camadas mais profundas e, finalmente, para cursos d'água. Em condições de ausência de oxigênio, o nitrato pode sofrer a desnitrificação, ou seja, passar a uma forma gasosa, voltando, assim para a atmosfera (MARTINELLI, 2007).

CICLO DO NITROGÊNIO

Fontes de nitrogênio

O grande reservatório de N é a atmosfera 10^{15} t de N e os dois principais processos de transferência do mesmo para o solo, são a fixação industrial (como adubos) e a fixação biológica. Devido ao processo chamado de desnitrificação uma grande parte do N fixado volta para a atmosfera, fazendo com que a mesma se torne um depósito de N praticamente inesgotável (GOMES et al., 2008).

As principais fontes de nitrogênio para o solo são: matérias vegetais (como resto de cultura, adubo verde ou serapilheira) ou de natureza animal, fertilizantes industriais, sais de amônio e nitratos trazidos pela precipitação, e a fixação biológica (VICTORIA et al., 1992).

Os materiais vegetais podem ser depositados no solo de maneira natural, como é o caso da serapilheira, ou podem ser introduzidos, como no caso do adubo. Um exemplo interessante a ser citado em relação à deposição da matéria orgânica na superfície do solo é a coexistência de diferentes sistemas de produção, como acontece em sistemas agrossilvipastoris. Nesses sistemas, estão incorporados "os componentes agrícola, pecuário e florestal, em consórcio ou sucessão, na mesma área" (COSTA et al., 2012). Em relação ao adubo, a decomposição de restos de alimentos no solo agrega grande quantidade de matéria orgânica ao mesmo, fazendo com que os níveis de amônio ali presentes se elevem. Também é válido citar que restos de cultura podem integrar material orgânico ao solo, esse processo pode ser similar ao da decomposição da serapilheira.

Os fertilizantes industriais são organizados em diferentes composições, levando o comprador a escolher qual o mais adequado de acordo com a deficiência do solo em questão. Alguns exemplos de fertilizantes nitrogenados seriam: amônia anidra (NH_3), sulfato de amônio, ureia, nitrofosfato, entre outros.

Variações neste experimento

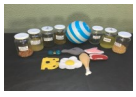
É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Incluir outros grãos de leguminosa na demonstração;

b) Tentar encontrar outros tipos de fertilizantes nitrogenados na demonstração, inclusive orgânicos;

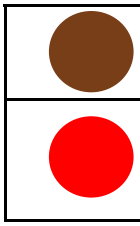
c) Incorporar na demonstração outras espécies de plantas leguminosas existentes na sua região.

Reuso e reciclagem

	Os solos e resíduos de plantas utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Os demais materiais utilizados nesta demonstração podem ser guardados em uma caixa para utilização posterior com outras turmas.

CICLO DO NITROGÊNIO

Riscos



RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.
Os ossos devem ser provenientes de açougues, com adequada remoção de resíduos e lavagem.

Bibliografia citada

COSTA, N. R., ANDREOTTI, M., GAMEIRO, R. de A., PARIZ, C. M., BUZETTI, S., LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8. p. 1038-1047, 2012.

GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D; BOEIRA, R. C.; TOLEDO, L. G. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 19-20.

MARTINELLI, L. A. Os caminhos do nitrogênio–do fertilizante ao poluente. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 118, p. 6-10, 2007.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba, 2015, 215 p.

VICTORIA R. L.; PICCOLO M. C.; VARGAS A. A. T. O ciclo do nitrogênio. In: Cardoso, E. J. B. N. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 105-117.

COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO

Jéssica Karoline Fernandes Cordeiro
Cassiano Emilio de Sousa
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=uYsNKUdgI_A

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio. Todavia, conforme o grau de escolaridade, a complexidade da discussão deverá ser adequada.

Objetivos

a) Demonstrar as consequências da compactação do solo para o crescimento de plantas;

b) Discutir como ocorre a compactação do solo no meio rural e urbano;

c) Discutir como prevenir e remediar a compactação do solo.

Materiais

a) 2 vasos de plantas de tamanho médio;

b) Etiquetas e pincel atômico;

c) 4 kg de solo aparentemente com boa porosidade (”solto”);

d) 1 bastão de socar alho ou martelo de carne;

e) Sementes de feijão ou girassol, que não estejam muito velhas e, portanto, que não estejam com a capacidade de germinação comprometida;

f) Regador e água;

g) Local: É necessário escolher um local iluminado pela luz solar na janela da sala de aula, ou na escola, onde possam ficar os vasos durante o desenvolvimento do experimento. Deve-se programar o experimento, pois o mesmo demanda de duas a três semanas para apresentar algum resultado visual.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO

Procedimento

1) Identifique os vasos que serão utilizados no experimento;

Foto: Jéssica K. F. Cordeiro

2) No vaso escolhido para o “solo poroso” preencher 70% do mesmo com solo não compactado. Sugere-se executar esta etapa em um pátio externo na escola, para evitar sujar a sala de aula;

Foto: Jéssica K. F. Cordeiro

3) No vaso escolhido para ser compactado, deve-se adicionar finas camadas de solo e ir socando o mesmo até que esse fique compacto. Esta operação deve ser feita com o solo molhado, pois irá facilitar a desagregação do solo, e perda da porosidade natural do solo. Seguir fazendo a compactação até completar o mesmo volume do solo não compactado. Sugere-se executar esta etapa em um local externo na escola, para evitar sujar a sala de aula;

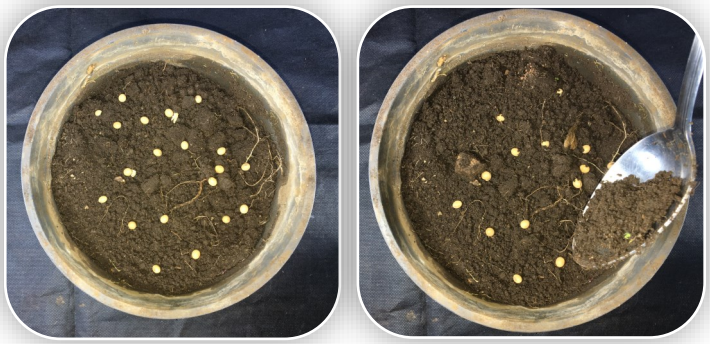
Foto: Jéssica K. F. Cordeiro

COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO

4) Preencher os primeiros 3 cm de ambos os vasos com solo poroso. Esta camada é importante para permitir a semeadura mesmo no solo compactado ;

Foto: Jéssica K. F. Cordeiro

5) Semear o mesmo número de sementes em ambos os vasos. Cobrir as sementes com uma fina camada de solo, de modo que não fiquem na superfície nem muito enterradas. Regar com frequência. Deve-se tomar cuidado para não encharcar o solo, mas apenas mantê-lo úmido;



Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

6) Deve regar as plantas com frequência pelo menos uma vez por dia, principalmente se a temperatura do ambiente estiver elevada. Não deve manter o solo encharcado, mas apenas úmido. Os vasos devem permanecer em local arejado e bem iluminado, como ao lado de uma janela. Ao final de duas a três semanas já se observa o resultado, com melhor crescimento das plantas no solo não compactado;

Foto: Jéssica K. F. Cordeiro

COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Questão para levantar a hipótese com os alunos antes de iniciar o experimento:

a) O que deverá acontecer com as plantas que crescerem no vaso com solo compactado em relação àquelas que estão no vaso com solo poroso?

Questões para discutir com os alunos após a conclusão do experimento:

a) O que aconteceu com a crescimento das plantas no dois vasos?

b) O que é compactação do solo?

c) Quais as consequências da compactação do solo para as plantas no meio rural e nas cidades?

d) Quais poderiam ser as causas da compactação do solo no meio rural e nas cidades?

Informações aos professores

O que é compactação do solo?

O solo tem como função servir como substrato para o crescimento de plantas e por isso esse quando não funciona adequadamente por qualquer alteração que sofra influencia diretamente no crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas. Letey (1985, citado por SÁ; SANTOS JÚNIOR, 2005) divide os fatores que influenciam o crescimento de plantas em fatores diretos e fatores indiretos. Os fatores que afetam diretamente o crescimento vegetal é o conteúdo de água no solo, a taxa de difusão de oxigênio, a temperatura e a resistência mecânica que o solo oferece a emergência das plantas e ao desenvolvimento radicular. O autor também cita fatores que afetam indiretamente o crescimento das plantas sendo estes densidade do solo, a textura, a estrutura, a estabilidade de agregados e a disposição e tamanho dos poros. Assim tanto os fatores diretos como os indiretos são influenciados pelo grau de compactação do solo.

A compactação do solo é definida como diminuição do volume de solo pela aplicação de força mecânica. Está é causada por ações antrópicas em meio urbano e rural. Os fatores que causam compactação podem ser classificados em externos e internos. O tráfego de veículos, animais ou pessoas são responsáveis pelas forças externas. Os ciclos de umedecimento e secagem, congelamento e degelo e expansão e contração da massa do solo respondem pelas forças internas (REICHERT et al., 2007). Ou seja, a compactação é o processo pelo qual as partículas de solo e agregados são rearranjados, resultando no decréscimo do espaço poroso e aumento da densidade do solo (Hamza e Anderson, 2005, citados por SÁ; SANTOS JÚNIOR, 2005).

De forma simples pode-se comparar o solo com uma esponja, a qual também é um meio poroso. Se a esponja for pressionada irá diminuir o espaço poroso da mesma, assim como o solo. Porém, a esponja é elástica e irá retornar à condição de porosidade inicial depois de cessada a pressão. O solo, ao contrário, não é elástico e não irá retornar imediatamente à sua condição inicial de porosidade.

Sá e Santos Júnior (2005) citam que a compactação do solo é diferente de adensamento, pois o adensamento (rearranjo de partículas e agregados) ocorre de forma natural no processo de formação do solo, diferente da compactação que rearranja a estrutura através de ações antrópicas.

COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO

Compactação do solo no meio rural

No meio rural a compactação do solo é causada por máquinas e implementos agrícolas e tráfego de animais de criação (bovinos, bubalinos, ovinos, caprinos, etc.). Para Kocchann et al. (2000) o processo de compactação no meio agrícola resulta da ação de forças mecânicas oriunda do tráfego de máquinas e/ou do pisoteio de animais sobre o solo que aproximam as partículas unitárias de solo pela expulsão do ar de da água reduzindo então o volume total do solo e por consequência a redução da porosidade. Além disso, a ação da água de percolação no perfil do solo transporta partículas dispersas (soltas), promovendo a aproximação e a dispersão das partículas unitárias, rearranjando a estrutura, obstruindo poros e consequentemente concentrando o volume por unidade de solo.

A compactação do solo é danosa para desenvolvimento dos vegetais, pois altera fatores como:

a) Em solos compactados a quantidade de água prontamente disponível para planta diminui devido à deterioração da estrutura do solo (Silva e Kay, 1997, citados por SÁ; SANTOS JUNIOR, 2005). Explicando melhor, a compactação diminui a movimentação e o armazenamento de água pelo solo, pois cria uma camada muito densa de solo onde a água não infiltra o que aumenta o escorrimento superficial (erosão);

b) O desenvolvimento radicular e emergência plântulas são afetados pela compactação do solo, pois o solo compactado exerce resistência mecânica sobre as raízes plantas e também diminui a aeração (baixa taxa de difusão do O_2).

Segundo Sá e Santos Júnior (2005), em sistema convencional de preparo, o revolvimento excessivo do solo pode causar compactação em subsuperfície, conhecido por “pé de arado” ou “pé de grade” (indicado na foto abaixo pela seta), o qual dificulta o desenvolvimento radicular ao longo do perfil de solo.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Além disso, o solo descoberto e pulverizado sofre com o impacto da gota da chuva e/ou com o peso de implementos e máquinas agrícolas que causam o selamento superficial do solo sendo uma barreira para a germinação das plantas.

COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO

Para Reichert et al. (2003, citado por REICHERT et al., 2007) o sistema radicular é o primeiro componente da planta a sentir os efeitos da compactação. Um solo pode ser quimicamente bom, mas, ocorrendo a compactação, as plantas não se beneficiam adequadamente dos nutrientes disponíveis, uma vez que o desenvolvimento de novas raízes fica prejudicado e é nelas que ocorre a maior taxa de absorção. Além disso, com a compactação, diminuem os espaços livres do solo e, consequentemente, a quantidade de O_2 disponível na rizosfera sendo limitante para o desenvolvimento das plantas.

Assim um solo ideal para o crescimento de desenvolvimento de plantas pode ser comparado a uma esponja que mantém sua estrutura (macro e microporos) para reservar água e estocar ar, além disso, permite o desenvolvimento radicular e a emergência de plantas sem exercer barreiras.

Compactação do solo no meio urbano

Em áreas urbanas o processo de compactação do solo é causado pelos processos envolvidos na urbanização dos terrenos. Segundo Pedron et al. (2004) as principais funções desempenhadas pelos solos no meio urbano são: suporte e fonte de material para obras civis, sustento das agriculturas urbanas, suburbanas e de áreas verdes, meio para descarte de resíduos e armazenamento e filtragem de águas pluviais. Os autores ainda afirmam que, para que o solo desempenhe cada uma destas funções, determinadas propriedades pedológicas devem ser funcionais e em ressonância com outras propriedades externas ao solo. Por exemplo, a propriedade do solo “porosidade” determina a taxa e o volume total de água que o solo pode reter durante uma chuva, retardando e diminuindo o pico de vazão dos cursos de água.

O processo de urbanização pode compactar o solo, diminuindo a porosidade e a infiltração de água, aumentando o escorrimento superficial, de modo que um volume maior de precipitação escorre mais rapidamente para os cursos de água, aumentando o pico de vazão e o potencial de enchentes. Assim processo de urbanização sem planejamento em relação ao recurso solo acentua as alterações morfológicas, a compactação e a erosão.

Foto: Nerilde Favaretto

Segundo Schleub et al. (1998, citados por PEDRON et al. 2004) o conhecimento do solo é fundamental, por exemplo, para determinar as condições para o desenvolvimento de plantas, situação do lençol freático e capacidade de suporte de obras civis.

COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO

Segundo Pedron et al. (2004) a compactação dos solos em áreas urbanas ocorre em dois estágios: a) toda a área é compactada com a finalidade de facilitar o tráfego de equipamentos, descarga de materiais, pavimentação do terreno e as condições para construção das fundações do prédio; b) quando a obra se encontra finalizada, pelo tráfego sem controle de veículos e pedestres sobre as áreas verdes.

Para Schuler (2000, citado por PEDRON et al., 2004) a compactação do solo urbano dificulta a implantação e manutenção de jardins devido à restrição ao desenvolvimento radicular e redução na absorção de água e nutrientes pelas plantas, e aumenta o escorrimento superficial devido à menor taxa de infiltração de água no solo, aumentando o processo erosivo.

Prevenção e remediação da compactação do solo

Observando como a compactação do solo afeta as propriedades de forma negativa a pergunta a se fazer é como evitar ou remediar o processo de compactação?

Segundo Camargo (1983, citado por MACHADO, 2003) a compactação do solo pode ser evitada da seguinte maneira nas áreas de cultivo agrícola ou florestal:

a) Não trafegar ou cultivar o solo muito molhado;

b) Realizar o preparo do solo quando este estiver friável;

c) Controlar o tráfego de tratores fixando-se os rastros ou as vias de deslocamento na lavoura;

d) Planejar as operações fitossanitárias nas lavouras, para evitar deslocamentos frequentes sobre o solo;

e) Usar pneus mais largos, com baixa pressão, rodados duplos ou esteiras, para distribuir melhor a massa dos equipamentos sobre o solo;

f) Usar implementos apropriados para o máximo cumprimento da tarefa.

Havendo certeza de compactação, como remediar? Nas lavouras convencionais, a descompactação pode ser feita utilizando-se escarificadores e **subsoladores**.

Foto: Arquivo do Programa Solo na Escola/UFPR

Em qualquer situação, para remediar ou evitar a compactação o agricultor deve reformular o seu sistema de produção. É importante o uso de rotações de culturas, incluindo adubos verdes ou coberturas verdes com sistema radicular agressivo capaz de atravessar camadas compactadas simultaneamente adicionam nitrogênio no solo, favorecendo a cultura principal.

Nas áreas urbanas o planejamento de uso do solo, uso adequado do solo e manter as áreas verdes são fatores fundamentais para remediar o processo de compactação.

COMPACTAÇÃO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS NO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar diferentes amostras de solo;

b) Utilizar amostras de solo de diferentes camadas do mesmo solo;

c) Comparar o solo com areia;

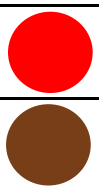
d) Variar a intensidade de compactação do solo;

e) Semear diferentes espécies vegetais.

Reuso e reciclagem

	Os solos e resíduos de plantas utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, os vasos plásticos podem ser reutilizados em outro experimento, ou serem separados para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; BERTON, A. L. **Compactação e descompactação do solo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 20 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 19).

MACHADO, P. L. O. A. **Compactação do solo e crescimento de plantas: como identificar, evitar e remediar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 18 p. (Embrapa Solos. Documentos; 56).

PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; KAMINSKI, J. Solos urbanos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, 2004.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 5, p. 49-134, 2007.

SÁ, M. A. C.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. **Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. 26 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 136).

CONSISTÊNCIA DO SOLO

Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=9cnD2vHFj84

Público sugerido

Alunos a partir do primeiro ano do ensino fundamental.

Objetivos

a) Discutir o que é consistência do solo (dureza, friabilidade, pegajosidade, plasticidade);

b) Demonstrar que diferentes solos apresentam diferentes consistências.

Materiais

a) Amostras de solos diferentes com diferentes consistências (mais duro, mais macio, mais pegajoso, menos pegajoso, etc.);

b) Recipientes com água (pisseti);

c) Bandejas plásticas.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2014

CONSISTÊNCIA DO SOLO

Procedimento

1) Preparo dos solos: Para trabalhar a consistência em sala de aula o professor poderia utilizar solos com diferentes consistências. Por exemplo: uma amostra de um solo muito duro quando seco e muito pegajoso quando molhado, e de um solo muito solto quando seco e não pegajoso quando molhado. As amostras de solo seriam trazidas secas pelo professor ou pelos próprios alunos. Basta secar as amostras sobre uma folha de jornal velho, preservando os torrões existentes;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) **Dureza**: Pegar "torrões" de solo bem seco, e analisar a dureza do solo. Apertar o solo entre o polegar e o indicador e tentar quebrar. Se não quebrar, tentar quebrar com as mãos. O solo macio quebra-se facilmente se pulverizando. O solo ligeiramente duro pode ser quebrado entre o polegar e o indicador. O solo muito duro é difícil de quebrar usando ambas as mãos, e o solo extremamente duro não pode ser quebrado mesmo usando ambas as mãos.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) **Pegajosidade**: Molhar o solo (não encharcar) e amassar bem, formando uma massa de modelar. Apertar esta massa entre o polegar e o indicador (foto da esquerda) para verificar a pegajosidade. Ao ser molhado e amassado (foto da esquerda), o solo não pegajoso não gruda nos dedos (foto do meio), o solo ligeiramente pegajoso gruda em apenas um dos dedos (foto da direita), e o solo pegajoso gruda em ambos os dedos.

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

CONSISTÊNCIA DO SOLO

3) **Plasticidade**: Molhar o solo (não encharcar) e amassar bem, formando uma massa de modelar. Com esta massa tentar formar um fio com 3 a 4 mm de diâmetro, para verificar a plasticidade. O solo não plástico não permite formar um fio de 3 a 4 mm de diâmetro (lado esquerdo da foto), o ligeiramente plástico permite fazer o fio, mas esta quebra ao dobrar (centro da foto), e o solo plástico permite fazer a e dobrar o fio sem quebrar (lado direito da foto).

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) O solo seco sempre é duro?

b) O solo molhado é sempre pegajoso?

c) É possível moldar o solo para produzir diferentes objetos?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) Quais as durezas que foram encontradas nas amostras de solos?

b) Quais as plasticidades encontradas nas amostras de solos?

c) Quais as pegajosidades encontradas nas amostras de solos?

d) Qual a importância da dureza?

e) Qual a importância da pegajosidade e da plasticidade?

Informações aos professores

Entende-se por consistência, a influência que as forças de coesão e de adesão exercem sobre os constituintes do solo, de acordo com seus variáveis estados de umidade. A força de coesão refere-se à atração de partículas sólidas por partículas sólidas. A força de adesão refere-se à atração das moléculas de água pela superfície das partículas sólidas.

Aspectos práticos da consistência, que são facilmente observados pelos alunos, são a dureza que certos solos apresentam quando secos, ou a pegajosidade que alguns apresentam quando molhados. A consistência pode variar ao longo do perfil do solo, nos seus diferentes horizontes.

CONSISTÊNCIA DO SOLO

Consistência do solo seco (dureza)

A expressão da consistência quando o solo está seco (dureza) é a resistência à ruptura dos torrões. Para determinar a dureza pega-se um torrão de solo, a fim de tentar quebrá-lo com os dedos, ou, se não for possível, com a(s) mão(s). A consistência do solo seco varia de solta até extremamente dura (SANTOS et al., 2015). Uma amostra de um solo extremamente duro não pode ser quebrada mesmo utilizando ambas as mãos. Em um solo extremamente duro é difícil a penetração das raízes das plantas, o preparo do solo para o cultivo pelo produtor rural, ou a escavação de poços ou fundações de casas.

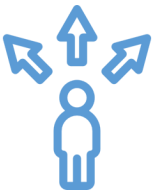
Consistência do solo molhado (friabilidade)

É também determinada a partir de um torrão de solo, mas este deve estar ligeiramente úmido (não molhado). Tenta-se romper o torrão úmido com os dedos (ou se necessário com a mão), para verificar a resistência à pressão. Este estado de consistência é conhecido como friabilidade e pode variar de solta a extremamente firme (SANTOS et al., 2015). Empiricamente, os produtores rurais normalmente preferem preparar o solo neste estado de consistência, pois o solo oferece menor resistência, tendo em vista que as forças de coesão e adesão são menores. O aluno poderá observar que a força utilizada para romper um torrão úmido é menor do que se o mesmo estivesse seco, pois diminuem as forças de coesão entre as partículas de solo.

Consistência do solo molhado (plasticidade e pegajosidade)

A plasticidade é observada quando o material do solo, no estado molhado, ao ser manipulado, pode ser modelado constituindo diferentes formas (por exemplo, moldar e dobrar um fio com 3 a 4 mm). A plasticidade varia de não plástica até muito plástica (SANTOS et al., 2015). A plasticidade do solo é uma propriedade muito utilizada pelos professores de artes, mas é útil ao engenheiro civil, ao artesão e ao agricultor.

A pegajosidade refere-se à aderência do solo a outros objetos, quando molhado. Para se determinar a pegajosidade, uma amostra de solo é molhada e comprimida entre o indicador e o polegar, estimando-se a sua aderência. A pegajosidade varia de não pegajosa (não gruda nos dedos) até muito pegajosa (SANTOS et al., 2015). Este é um atributo muito importante, pois um solo muito pegajoso é difícil de ser trabalhado para diversas finalidades, como construção de um aterro por um engenheiro civil, ou o cultivo por um produtor rural. Um equívoco comum, oriundo do senso comum, é achar que todo solo argiloso é muito pegajoso e extremamente duro, o que nem sempre ocorre.



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar diferentes amostras de solo;

b) Utilizar amostras de solo de diferentes camadas do mesmo solo;

c) Comparar o solo com areia;

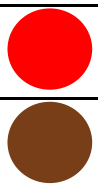
d) Colocar excesso de água, e deixar o solo na condição saturada.

CONSISTÊNCIA DO SOLO

Reuso e reciclagem

O solo utilizado neste experimento pode ser descartado no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.

Riscos



RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa: SBCS, 2015. 102 p.

CONTRAÇÃO DO SOLO

Gabriéle Santiago de Campos
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=pmbG8D2FSCA

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio. Dependendo do nível educacional a discussão deverá ser adequada.

Objetivos

a) Demostrar a capacidade de contração que alguns solos apresentam;

b) Discutir as causas da contração e expansão dos solos;

c) Discutir sobre os efeitos da contração e expansão no uso dos solos.

Materiais

a) Fogareiro elétrico (fonte de calor);

b) Frigideira velha;

c) Bandeja branca comum de laboratório;

d) Frasco com água;

e) Amostra de um solo coletado em um local (ou barranco) no qual não se apresentam rachaduras quando seco;

f) Amostra de um solo coletado em um local (ou barranco) no qual se observam rachaduras pronunciadas no mesmo quando seco.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

CONTRAÇÃO DO SOLO

Procedimento

1) Pegar um pouco da amostra do solo que não apresenta expansão e colocar na mão, adicionando água suficiente para dar consistência de “massa de modelar”. Após dar a consistência desejada, modelar em formato de “hambúrguer” e colocar na frigideira. Fazer isso em cima da bandeja, para evitar sujeira;

Foto: Reprodução UFPR TV

2) Fazer o mesmo procedimento para a amostra do solo expansivo, colocando junto ao outro “hambúrguer” na frigideira. Fazer isso em cima da bandeja, para evitar sujeira;

Foto: Reprodução UFPR TV

3) Colocar a frigideira, com os dois “hambúrgueres” feitos com com os solo, sobre o fogão elétrico ligado para perder a umidade por aproximadamente 15 min. Esta atividade deverá ser feita por um adulto, para minimizar o risco de queimaduras;

Foto: Reprodução UFPR TV

CONTRAÇÃO DO SOLO

4) Após este período, o “hambúrguer” feito com a amostra do solo não expansivo, se manteve do mesmo jeito após aquecida. Pois, o solo não tem minerais que se contraem. No entanto, o “hambúrguer” feito com o solo expansivo apresenta rachaduras após secagem na frigideira aquecida.

Foto: Reprodução UFPR TV

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) Será que todos os tipos de solos retém água da mesma forma?

b) Todos os solos racham quando secam?

c) O que será que acontecerá com os “hambúrgueres” de solo ao serem aquecidos?

Após a realização do experimento sugere-se formular algumas perguntas como aquelas abaixo descritas:

a) Os dois hambúrgueres tiveram comportamento semelhante ao serem aquecidos ou não?

b) Qual é a consequência da contração do solo para a construção civil e crescimento das raízes das plantas?

Informações aos professores

Na fase sólida do solo encontram-se os minerais e a matéria orgânica. A fração mineral dos solos é composta de diversos minerais, sendo alguns herdados do material de origem do solo, e outros formados no próprio solo durante a sua a sua gênese.

Alguns minerais do solo possuem o mesmo volume, tanto quando estão secos, tanto quando estão molhados. Estes minerais são denominados não expansivos. Alguns exemplos de minerais não expansivos encontrados nos solos são: mica, caulinita, quartzo, hematita, goethita, etc.

Solos nos quais predominam minerais não expansivos praticamente não terão alteração de volume quando estão secos em comparação ao estado úmido ou molhado.

CONTRAÇÃO DO SOLO

Todavia, alguns minerais, que podem ser encontrados nos solos, apresentam volume diferente conforme estejam secos ou molhados. Estes minerais são denominados de expansivos. A vermiculita e a montmorilonita (mineral do grupo das esmectitas) são exemplos de minerais expansivos encontrados nos solos.

Em função desta capacidade de expansão e contração, os solos que possuem este tipo de mineral aumentam de volume quando molhados (ver o experimento "Expansão do Solo" neste livro) e se contraem quando perdem água.

De acordo com Lepsch (2011, p. 96) a montmorilonita, além da superfície externa do mineral, também tem uma superfície interna, razão pela qual é uma das argilas mais ativas do solo. Ela se expande muito quando umedecida e se contrai quando seca.

Quando um solo com muita montmorilonita seca, as moléculas de água saem dos espaços entre as lâminas deste argilomineral, o mesmo se contrai e sua consistência torna-se extremamente dura, com rachaduras evidentes no solo (LEPSCH, 2011, p. 97).

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

Impactos dos solos expansivos

Um aspecto relacionado aos solos que apresentam minerais expansivos é a condutividade hidráulica. Quando estão secos estes solos apresentam elevada condutividade hidráulica (permitem que água infiltre com facilidade) devido às grandes fendas. Porém, à medida em que o solo se torna mais úmido, as esmectitas se expandem, fazendo que a condutividade hidráulica atinja valores muito baixos (OLIVEIRA, 2008, p. 481).

De acordo com Oliveira (2008, p. 484) os solos com muita esmectita apresentam restrições para o crescimento de plantas arbóreas, pois estas apresentam raízes grossas, que requerem poros relativamente grandes para penetrarem. Além disso, ALMEIDA (2017, p. 427) pontua que a formação de fendas profundas e largas na época seca pode inclusive danificar as raízes das plantas mais sensíveis, além destes solos serem mais susceptíveis à erosão hídrica, sendo frequente a ocorrência de erosão em sulcos e voçorocas nestes solos.

De acordo com Kämpf et al. (2012, p. 98) a alta capacidade de expansão, de contração e de adsorção de água das esmectitas tem efeitos físicos que limitam o manejo e a execução de obras de engenharia nos solos onde predominam estes minerais, pois seu comportamento físico muda radicalmente do período seco para a época das chuvas.

O intenso fendilhamento e o acentuado movimento de expansão e contração dos solos expansivos comprometem a estabilidade das construções (OLIVEIRA, 2008, p. 486), sendo um fator muito limitante para a construção civil. É comum encontrar rachaduras em casas em áreas com este tipo de solo.

Estes problemas também se estendem à manutenção rodoviária. Por exemplo, a rodovia BR 324, que liga Salvador a Feira de Santana, apresenta maiores problemas e custos de manutenção nos trechos situados em áreas de solos expansivos, conhecidos localmente por "massapês" (CUERVO et al., 2017).

CONTRAÇÃO DO SOLO

Os Vertissolos

Dentre as classes do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, aquela que é mais característica da presença de minerais expansivos são os Vertissolos (SANTOS et al., 2018), os quais apresentam aspectos como intenso fendilhamento quando secos, elevada plasticidade (moldabilidade) e pegajosidade quando molhados.

Por sua natureza expansiva, elevada área superficial específica (ASE) e capacidade de reter cátions, as esmectitas são extremamente reativas, geralmente constituindo solos de boa fertilidade química (KÄMPF et al., 2012, p. 98).

De acordo com Santos et al. (2018, p. 105-106) os Vertissolos são solos desenvolvidos normalmente em ambientes de bacias sedimentares ou a partir de sedimentos com predomínio de materiais de granulometria fina e com altos teores de cálcio e magnésio, ou ainda são desenvolvidos de rochas básicas ricas em cálcio e magnésio. Ocorrem distribuídos em diversos tipos de clima, dos mais úmidos (mas com estação seca definida) aos mais secos, tendo grande expressão nas bacias sedimentares da região semiárida do Nordeste Brasileiro. Quanto ao relevo, estes solos se distribuem, normalmente, em área planas ou suave onduladas.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Porém, ao contrário do que muitos imaginam, de acordo com Araújo Filho (2017, p. 250), os Vertissolos são poucos expressivos no domínio da caatinga, onde ocupam uma extensão ao redor de 1,3%.

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar diferentes amostras de solo;

b) Utilizar amostras de solo de diferentes camadas do mesmo solo;

c) Comparar o solo com areia;

d) Verificar se o processo pode ocorrer naturalmente colocando os hambúrgueres de solo exposto ao sol.

CONTRAÇÃO DO SOLO

Reuso e reciclagem

	Os solos utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.

Riscos

	RISCO FÍSICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de aquecedor elétrico, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva apropriada, para evitar queimaduras pelo calor.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

ALMEIDA, J. A. Solos da pradarias mistas sul do Brasil (pampa gaúcho). In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Pedologia**: solos dos biomas brasileiros. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 407-466.

ARAÚJO FILHO, J. C.; RIBEIRO, M. R.; BURGOS, N.; MARQUES, F. A. Solos da caatinga. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Pedologia**: solos dos biomas brasileiros. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 227-260.

CUERVO, J. C.; MELO, L. C.; ALMEIRA, P. S.; CAMPOS, L. E. P. Massapê, item de desiquilíbrio na manutenção rodoviária: o caso da rodovia BR-324/BA. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, ano 2, v. 15, p. 149-162, 2017.

KÄMPF, N.; MARQUES, J. J.; CURI, N. Mineralogia de solos brasileiros. In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Ed.). **Pedologia**: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 81-145.

LEPSCH, I. **Dezenove lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 440 p.

OLIVEIRA, J.B. **Pedologia aplicada**. 4. ed. Piracicaba: FEALQ, 2011. 592 p.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2017. 353 p.

CORES DO SOLO

Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=1LbL39tW9MM

Público sugerido

Alunos a partir do primeiro ano do ensino fundamental.

Objetivos

a) Demonstrar que o solo apresenta diferentes cores;

b) Discutir com os alunos a origem destas diferentes cores.

Materiais

a) Amostras de solos diferentes com diferentes cores;

b) Folhas de jornal;

c) Recipientes plásticos pequenos com tampa;

d) Etiquetas.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2005

CORES DO SOLO

Procedimento

1) Os próprios alunos podem trazer amostras de diferentes solos (e horizontes destes solos) que existam próximo de suas casas. Mesmo aqueles que moram em apartamentos podem procurar o solo no jardim do edifício ou em parques e praças na imediação de sua residência. O professor deve incentivar os alunos a procurar diferentes cores, para evitar que todos tragam somente amostras de horizonte A (normalmente escura). Com estas amostras os alunos podem formar uma colorteca (coleção de cores de solos);

2) Deixar secar as amostras de solo sobre uma folha de jornal;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Guardar as amostras em frascos de plástico com tampa. Os frascos de plástico são mais adequados, pois são mais difíceis de quebrar. Pode-se colocar uma pequena etiqueta por fora do frasco indicando o local de coleta da amostra e o horizonte ou profundidade no qual foi coletado o solo. A identificação do local de coleta auxilia a discussão das cores encontradas. Pode-se guardar as amostras em uma caixa para uso em outras aulas;

3) Discutir com os alunos à respeito da variação das cores encontradas nos solos.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

CORES DO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) Os solos tem diferentes cores?

b) Quais as cores que devem ser encontradas nos solos?

c) É possível encontrar diferentes cores de solos em nossa cidade?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) Quais cores de solos foram encontradas em nossa colorteca de solos?

b) Por que o solo tem cores diferentes?

c) Por que algumas amostras de solos são escuros?

d) Por que algumas amostras de solos são vermelhos ou amarelos?

e) Por que algumas amostras de solos são acinzentadas?

f) Por que algumas amostras de solos são claras?

Informações aos professores

A cor é considerada, por muitos pedólogos (profissionais que estudam o solo), um dos atributos morfológicas mais importantes. Os solos podem apresentar cores variadas, tais como preto, vermelho, amarelo, acinzentado, etc. Essa variação irá depender do material de origem como também de sua posição na paisagem, conteúdo de matéria orgânica, e mineralogia, dentre outros fatores.

Uma análise superficial poderia considerar que cor do solo apresenta pouca relevância do ponto de vista prático. As plantas, de modo geral, não terão seu desenvolvimento afetado exclusivamente pela cor do solo, embora os solos mais escuros possam se aquecer mais rapidamente, favorecendo o desenvolvimento das raízes em regiões mais frias.

A cor tem grande importância no momento de diferenciar os horizontes dentro de um perfil e auxiliar a classificação dos solos.

Para a determinação das cores a campo, o método mais empregado pelos pedólogos (profissionais que estudam o solo) é a comparação de uma amostra de solo com a referência padronizada, que é a carta de cores de Munsell.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

CORES DO SOLO

Em sala de aula o professor raramente terá a oportunidade de utilizar a carta de cores de Munsell. No entanto, isto não impede que os alunos possam observar as cores de diferentes solos. O professor pode discutir com os estudantes a razão da existência das diferentes cores encontradas.

Efeito da matéria orgânica na cor do solo

Quanto mais material orgânico, mais escuro é o solo, o que pode indicar boas condições de fertilidade e grande atividade microbiana. Porém, excessiva quantidade de matéria orgânica pode indicar condições desfavoráveis à decomposição da mesma, como temperatura muito baixa, baixa disponibilidade de nutrientes, falta de oxigênio, e outros fatores que inibam a atividade dos microrganismos do solo.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Deve-se evitar o senso comum de que todo solo escuro (popularmente conhecido como “terra preta”) é fértil. Muitos solos escuros apresentam fertilidade natural muito baixa. Também deve ser evitada a ideia de que todo solo escuro é orgânico. O horizonte A do solo normalmente é escuro, porém neste predominam os minerais.

Ao se observar um solo, o aluno deve ser estimulado a perceber que a parte superior do solo (horizonte A) normalmente é mais escura. Este horizonte é o que mais recebe matéria orgânica fresca, proveniente dos animais e vegetais que estão no interior ou sobre o solo. Os demais horizontes minerais do solo, também apresentam matéria orgânica, porém em menor proporção. Por este motivo, os horizontes B e C normalmente são mais claros que o horizonte A.

Efeito dos minerais na cor do solo

Solos com elevada quantidade de quartzo na fração mineral (como ocorre em muitos solos arenosos) são usualmente claros, exceto se houver elevada presença de matéria orgânica.

As diferenças entre as cores mais avermelhadas ou amareladas dos solos estão frequentemente associadas aos diferentes tipos de óxidos de ferro existentes nos solos. De forma semelhante, um prego (que tem ferro) quando enferrujado, também fica avermelhado ou amarelado.

CORES DO SOLO

Solos de coloração vermelha podem indicar grande quantidade de óxidos de ferro (hematita). Um exemplo são os solos popularmente conhecidos como “terra roxa” (na verdade seria “*rosso*”, do italiano vermelho), de coloração vermelho escuro, que são solos originados de rochas ígneas básicas (principalmente basalto), e são comuns em áreas do norte do Rio Grande do Sul ao sul de Goiás.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Efeito do excesso de água na cor do solo

Um solo bem drenado é um solo no qual a água não tem dificuldade para se infiltrar. No entanto, nos solos mal drenados (com excesso de água), observa-se que um ou mais horizontes do solo podem ficar com cor acinzentada. Esta cor indica que o ferro foi lavado (perdido para o lençol freático), devido às condições de redução (ausência de oxigênio), perdendo, assim a coloração vermelha ou amarela típica dos solos bem drenados. A cor branca a acinzentada é consequência da presença de minerais silicatados existentes na fração argila do solo.

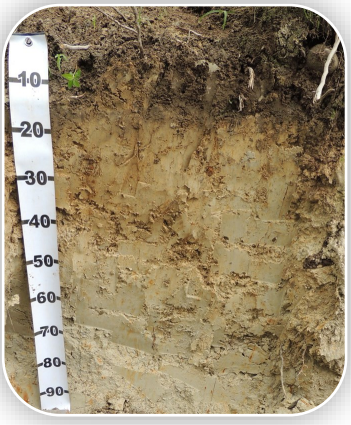


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Os alunos podem observar a presença de solos acinzentados em áreas de várzeas existentes na região. Em zonas urbanas, muitas vezes os loteamentos localizados em fundos de vale apresentam esta coloração no solo, indicado que era originalmente uma área mal drenada (banhado).

CORES DO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Comparar as cores de amostras de diferentes camadas do mesmo solo;

b) Observar se a cor do solo muda se o mesmo está seco, molhado ou amassado;

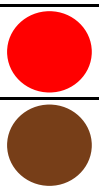
c) Observar se é possível obter novas cores, pela mistura de diferentes amostras de solo;

d) Comparar as cores trazidas pelos alunos com as cores de solos existentes no pátio da própria escola.

Reuso e reciclagem

	As amostras de solo utilizadas neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Os frascos plásticos podem ser reutilizados em outro experimento, ou serem encaminhados, após lavagem, para a coleta seletiva para reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

Jéssica Karoline Fernandes Cordeiro
Nataly Rodrigues Soares
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

Este experimento ainda não dispõe de vídeo ilustrativo

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio. Todavia, conforme o grau de escolaridade, a complexidade da discussão deverá ser adequada.

Objetivos

a) Demonstrar a decomposição dos restos vegetais no solo;

b) Discutir como ocorre a decomposição da matéria orgânica no solo;

c) Discutir a importância da matéria orgânica no solo.

Materiais

a) Amostra de horizonte superficial do solo (cerca de 2 kg), preferencialmente de um local de mata;

b) Cinco garrafas PET de 2 L;

c) Tesoura;

d) Etiquetas e caneta;

e) Restos vegetais: folhas de árvores, grama, plantas herbáceas, todas ainda verdes;

f) Pinça comprida;

g) Água;

h) Local: É necessário ter um local na sala de aula, ou na escola, onde possam ficar as garrafas durante o desenvolvimento do experimento. Deve-se programar o experimento, pois o mesmo demanda pelo menos três a quatro semanas para apresentar algum resultado visual. Em condições de clima mais frio o tempo pode ser até maior.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

Procedimento

1) Cortar as cinco garrafas PET de 2 L ao meio, aproveitando a parte de baixo. Este procedimento deverá ser realizado por um adulto, preferencialmente com uso de luvas grossas, para evitar acidentes.

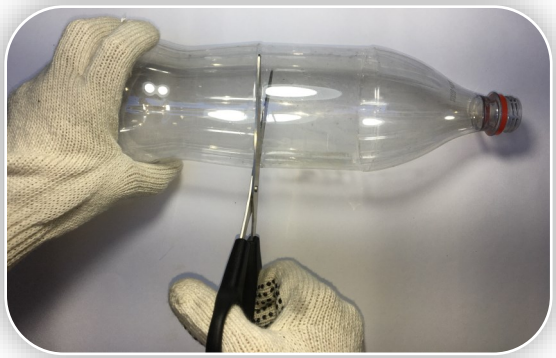


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Colocar solo nas cinco garrafas PET cortadas, de modo a preencher cerca de 70% do volume;

Foto: Jéssica K. F. Cordeiro

3) Colocar solo nas cinco garrafas PET cortadas, de modo a preencher cerca de 70% do Colocar resíduos vegetais frescos (ainda verdes) sobre o solo em uma das garrafas no primeiro dia do experimento;

Foto: Jéssica K. F. Cordeiro

4) Deixar a amostras num local protegido da chuva (para evitar encharcamento). Evite deixar o experimento em um local muito frio, pois pode diminuir a velocidade da decomposição. Também evite deixar em um local diretamente exposto ao sol, pois o solo tenderia a secar muito rápido, também diminuindo a velocidade da decomposição;

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

5) Umedecer a amostra constantemente, para acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica, mas não deixar o solo encharcado, para evitar que falte oxigênio para os organismos do solo. O solo deve permanecer úmido, e não encharcado ou seco. A manutenção da umidade e da aeração é um aspecto muito importante do experimento;

6) Nas semanas seguintes fazer o mesmo procedimento descrito no item “3” nas demais garrafas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a primeira garrafa. Ou seja, a cada semana uma nova garrafa irá receber resíduos verdes na superfície do solo. O ideal é fazer esta atividade sempre no mesmo dia da semana. Por exemplo, se o experimento começar em uma terça feira, nas terças feiras seguintes será acrescentado resíduos verdes em uma nova garrafa. Mantenha os mesmos cuidados já descritos nos itens “4” e “5”. O ideal é que os alunos participem da colocação dos resíduos verdes a cada semana em um dos potes, para eles acompanharem o que está acontecendo com os potes mais antigos;

7) Ao final de 28 dias, a sequência das garrafas demonstra os estágios de decomposição da matéria orgânica. Numere a garrafa na qual os resíduos foram colocados primeiro com o número 5, a garrafa com os resíduos ainda verdes com o número 1;

Foto: Jéssica K. F. Cordeiro

8) Ao final do 28º dia o professor deve convidar os alunos para observarem o que ocorreu no experimento. Comece mostrando a garrafa número 1 com os resíduos verdes que acabaram de ser colocados na superfície do solo;

Fotos: Jéssica K. F. Cordeiro

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

9) Em seguida mostre as garrafas 2 a 5, que apresentam as diferentes etapas da decomposição do material vegetal. Pode-se revolver um pouco o material, com uma pinça comprida ou lápis, nas garrafas que receberam antes o material vegetal, para se observar se o material em contato direto com o solo está mais decomposto. Os resultados do experimento podem ser diferentes daqueles mostrados nas Figuras a seguir, em função da temperatura e umidade na qual o solo estava durante o experimento, ou da presença de maior ou menor quantidade de macro e microrganismos no solo utilizado.

Fotos: Jéssica K. F. Cordeiro

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Questão para levantar a hipótese com os alunos antes de iniciar o experimento:

a) O que acontece com os restos vegetais verdes se ficarem sobre o solo?

Questões para discutir com os alunos após a conclusão do experimento:

a) O que aconteceu com a coloração dos resíduos vegetais?

b) Por que esses resíduos vegetais perderam a coloração original?

c) Por que estes resíduos vegetais se alteraram? Quem fez esta alteração?

d) O que é decomposição?

e) Quais os tipos de decomposição (aeróbia ou anaeróbia)? Qual foi o tipo observado neste experimento?

Informações aos professores

A matéria orgânica no solo

Segundo Theng (1989, apud BAYER et al., 2008, p. 12), a matéria orgânica do solo é todo material de origem vegetal e/ou animal presente no solo, em variados estágios de decomposição, a biomassa microbiana, raízes e húmus os quais condicionam características químicas, físicas e biológicas ao solo.

Quando se fala em matéria orgânica o primeiro pensamento que surge é de folhas secas cobrindo o solo, porém não se imaginam todos os processos que ocorrem até se transformar a matéria orgânica fresca em matéria orgânica do solo propriamente dita (matéria humificada).

Os solos apresentam horizontes com particularidades distintas de presença de material orgânico e grau de alteração (CHAVES; GUERRA, 2006).

Segundo Melo e Lima (2007) a matéria orgânica pode ser normalmente encontrada em proporção menor que 5 % no horizonte A dos solos, e nos outros horizontes em menores quantidades. Horizontes do solo com mais de 14 % de matéria orgânica são considerados orgânicos (SANTOS et al., 2013). Porém, a maioria dos solos brasileiros apresenta um ou poucos centímetros de horizonte orgânico, ou mesmo nenhum horizonte orgânico.

Ao contrário do que muitos pensam, é rara a ocorrência de solos orgânicos no Brasil, ou seja, que apresentam horizontes orgânicos espessos. Normalmente ocorrem em várzeas muito mal drenadas ou em ambientes úmidos de altitude elevada, sendo os Organossolos predominantes em apenas 0,03% da área das unidades de mapeamento do Mapa de Solos do Brasil (SANTOS et al., 2011). Devido ao clima quente e úmido, que ocorre na maior parte do país, há um favorecimento da decomposição, e não a acumulação da matéria orgânica no solo.

Em alguns livros didáticos da educação básica estes solos orgânicos (Organossolos) são descritos como “solos humíferos”.

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

Decomposição da matéria orgânica do solo

A decomposição é um processo natural, inverso à formação da matéria orgânica pelos vegetais. Ou seja, é o processo de quebra da matéria orgânica pela ação dos microrganismos do solo.

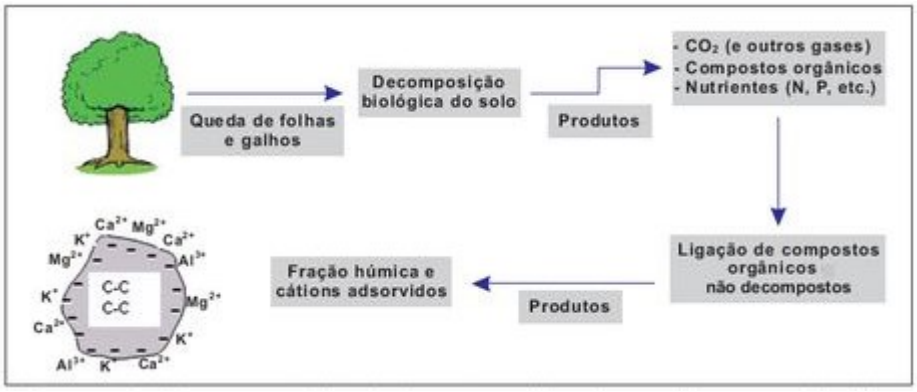
Durante a decomposição há transformação dos constituintes da matéria orgânica (principalmente carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio) para a forma inorgânica, sendo este processo chamado de mineralização. Por exemplo, o nitrogênio (N) ligado ao material orgânico (aminoácidos, proteínas, etc.) sofre mineralização e é liberado na forma inorgânica de amônio (NH_4^+).

A decomposição pode ocorrer de duas formas: aeróbica (observada no experimento) e anaeróbica.

A decomposição anaeróbica ocorre na ausência de oxigênio que se assemelha ao processo dos biodigestores. Como resultado da decomposição anaeróbia se tem como produto o biogás, que é constituído principalmente por metano e gás carbônico, além de outros gases. Deve ser destacado que o metano contribuiu mais para o efeito estufa na atmosfera do que o gás carbônico.

A decomposição aeróbica ocorre na presença de oxigênio. A princípio, é esta decomposição que ocorreu no experimento, salvo se o mesmo foi mantido com o solo muito molhado.

Os microrganismos decompositores aeróbios necessitam de oxigênio (O_2) para que ocorra o processo biológico de transformação do material orgânico, tendo como resultado húmus, minerais, gás carbônico e água.



Fonte: Melo e Lima (2007)

A decomposição da matéria orgânica, neste experimento, foi observada no material vegetal sobre a superfície do solo, originado da parte aérea da planta.

A decomposição pode ser dividida em três etapas, e que ocorrem simultaneamente: a) lixiviação, perda rápida de material solúvel, pela ação da água da chuva; b) intemperismo, ruptura mecânica dos detritos; e c) ação biológica, fragmentação gradual e oxidação dos detritos pelos organismos vivos (HAAG et al., 1985, citados por SOUZA, 2003).

A ação dos mecanismos que regulam o processo de decomposição, ao longo do tempo cria um gradiente de decomposição, em que as folhas recém caídas apresentam pouca transformação, enquanto as mais antigas se caracterizam por alto grau de modificação estrutural e química. Dessa forma, é relativamente fácil identificar, no campo, camadas sobrepostas de serapilheira em diferentes graus de decomposição (MOÇO, 2010, p. 7).

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

Importância da matéria orgânica no solo

A matéria orgânica é importante para o crescimento de plantas em solos de ambientes tropicais e subtropicais.

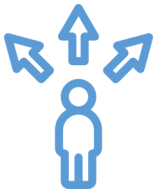
Dentre as funções da matéria orgânica, Mielniczuk (2008, p. 7) cita: a) é fonte de nutriente para as culturas; b) ajuda a reter nutrientes no solo; c) reduz a disponibilidade de elementos tóxicos; d) melhora a estrutura do solo; e) favorece a infiltração e retenção de água nos poros menores que 0,05 mm (microporos); f) favorece a aeração do solo; g) fornece carbono e energia para os microrganismos. Dessa forma pode-se verificar a importância da matéria orgânica como indicador de qualidade do solo.

Segundo Bayer e Mielniczuk (2008, p. 12-14), a matéria orgânica do solo, além de ser um dos componentes do fator produtivo solo, também afeta os seguintes atributos do solo:

a) Atributos químicos: a matéria orgânica é fonte de nutriente, pois do seu processo de decomposição disponibiliza para plantas nutrientes como N, P e S. Outra característica química da matéria orgânica é a capacidade que possui de reter nutrientes que serão utilizados pelas plantas. Além disso, tem a capacidade de complexar elementos químicos como exemplo o alumínio que pode ser tóxico para as plantas.

b) Atributos físicos: formação e estabilização de agregados, a interação da matéria orgânica com os minerais do solo em conjunto com as raízes permite a formação de agregados mais estáveis.

c**) Atributos biológicos**: a matéria orgânica é fonte de carbono, energia e nutrientes que favorecem a atividade biológica do solo.



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Variar a umidade no solo, inclusive com uma garrafa com solo somente seco;

b) Deixar a garrafa coberta com um filme plástico dentro da geladeira e comparar com uma garrafa na temperatura ambiente, para verificar se há diferença na velocidade de decomposição da matéria orgânica;

c) Utilizar materiais orgânicos diferentes (serragem, grama, restos de alimentos, etc.) e comparar quais tem maior ou menor facilidade de se decomporem;

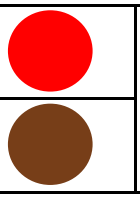
d) Adicionar minhocas nas garrafas, e verificar se há alteração na decomposição do material orgânico.

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

Reuso e reciclagem

	Os solos e resíduos de plantas utilizados neste experimento podem ser descartado no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, as garrafas PET podem ser reutilizadas em outro experimento, ou serem separadas para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e plantas em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. **Solos agrícolas**. Campina Grande: EDUFCG, 2006. p. 178.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre, Metropole, 2008. p. 9-26.

MELO, V. F.; LIMA, V. C. Composição do solo, crescimento das plantas e poluição ambiental. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Ed.). **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. p. 27-48.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 1-5.

MOÇO, M. K. S. **Atributos biológicos em solo e serapilheira sob sistemas agroflorestais de cacau e outras coberturas vegetais**. Campos de Goytacazes, 2010. 100 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, 2010.

SANTOS, H. G. et al. **O novo mapa de solos do Brasil**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013. 353 p.

SOUZA, S. G. A. **Produção e decomposição de serapilheira de uma floresta ombrófila mista aluvial, rio Barigui, Araucária, PR**. Curitiba, 2003. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, 2003.

DENSIDADE DO SOLO

Jessica Scheleder
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=xmbFDC7mdaE

Público sugerido

Alunos a partir do quinto ano do ensino fundamental e do ensino médio .

Objetivos

a) Demonstrar a diferença de densidade em diferentes amostras solos;

b) Discutir o que é e como calcular a densidade;

c) Discutir a importância da densidade do solo.

Materiais

a) 3 (três) garrafas, de preferência transparentes, e de mesmo volume, para colocar as amostras. Pode ser usada uma garrafa PET, de iogurte ou suco, preferencialmente de boca larga;

b) Solo argiloso (o suficiente para encher a garrafa). Observe que a massa cerâmica (popularmente conhecida como “argila de modelar”) não é uma amostra de solo argiloso, e frequentemente sequer é argilosa;

c) Solo orgânico (o suficiente para encher a garrafa). Observe que a camada superficial escura da maioria dos solos não é horizonte orgânico, mas o horizonte A (popularmente conhecido como “terra preta”), que é um horizonte mineral e, portanto, mais pesado. O horizonte orgânico é bem leve. Caso não encontre solo orgânico pode ser utilizado composto orgânico encontrado em lojas de jardinagem, e que possui baixa densidade semelhante ao solo orgânico;

d) Solo arenoso (o suficiente para encher a garrafa). Se não há solo arenoso disponível em sua região pode ser utilizado areia de construção;

e) Folhas de jornal;

f) Caneta;

g) Etiquetas ou papéis;

h) Tesoura;

i) Fita adesiva;

J) Balança (se disponível).

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

DENSIDADE DO SOLO

Procedimento

1) Inicialmente deixar as amostras de solo sobre folhas de jornal para secar durante alguns dias, permanecendo em um local arejado, e preferencialmente exposto ao sol. Quebrar os torrões maiores, para facilitar o preenchimento das garrafas. Esta atividade deve ser realizada antes da aula, considerando o tempo necessário para secar as amostras de solo. ;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Esvaziar, limpar e retirar o rótulo de todas as garrafas. Antes de tirar o rótulo, anotar o volume expresso na etiqueta da garrafa;

3) Se estiver disponível uma balança, pesar a garrafa vazia para determinar a massa da mesma e evitar erros no cálculo da densidade;

Foto: Jessica Scheleder

3) Identificar as garrafas: solo arenoso, solo argiloso e solo orgânico. A identificação pode ser feita somente com caneta, anotando diretamente na garrafa, ou papéis colados com fita adesiva ou etiquetas;

DENSIDADE DO SOLO

3) Preencher com solo as garrafas identificadas com as amostras de solo argiloso, arenoso e orgânico. Caso o experimento ainda não esteja completamente montado, os próprios alunos podem auxiliar no preenchimento das garrafas;

Foto: Jessica Scheleder

4) Colocar as garrafas preenchidas, uma ao lado da outra, e pedir para os alunos verificarem qual solo apresenta maior densidade, somente levantando cada garrafa com uma das mãos. A garrafa com solo orgânico deve ser a mais leve, e, portanto, contém o solo menos denso. A garrafa com solo arenoso deve ser a mais pesada, ou seja, este é o solo mais denso. Por fim a garrafa com solo argiloso possui densidade intermediária;

Foto: Jessica Scheleder

5) Caso esteja disponível uma balança, pesar cada uma das garrafas cheias, lembrando-se de anotar os valores obtidos na balança. Após pesar as garrafas será possível calcular a densidade do solo;

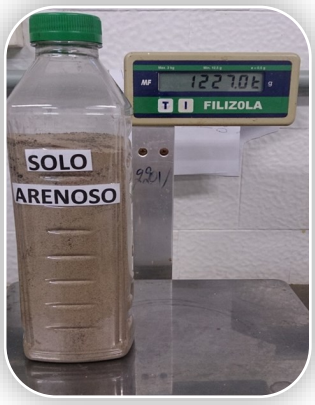


Foto: Jessica Scheleder

DENSIDADE DO SOLO

Cálculos

A densidade será calculada através da razão entre a massa de solo seco e o volume ocupado pelo mesmo, de acordo com a fórmula a seguir:

$$Ds = Ms / Vs$$

Nesta fórmula: Ds = densidade do solo, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³); Ms = massa de solo, expressa em g (gramas); Vs = volume de solo, expresso em centímetros cúbicos (cm³).

Neste experimento o cálculo da densidade pode ser realizado da seguinte maneira:

Anotar o volume da garrafa (expresso no rótulo original do produto). Se o volume já está em cm³ (centímetros cúbicos) não é necessário fazer nenhuma transformação. Se o volume está em mL (mililitros), então se transforma em cm³, considerando que 1 ml é igual a 1 cm³. Se o volume está em L (litros) então se transforma em cm3, considerando que 1 L é igual a 1000 cm³. Por exemplo, se a garrafa tem volume de 1 L ou 1000 ml, é o mesmo que 1000 cm³. Como neste caso as garrafas são iguais, admite-se que o volume seja o mesmo para todas.

Pesar a garrafa vazia com tampa e sem rótulo, anotando a massa em g (gramas) obtida na balança.

Pesar individualmente cada garrafa com solo, e anotar as massas obtidas em g (gramas). Descontando a massa da garrafa, obtida anteriormente. Veja o exemplo na Tabela a seguir, que mostra o cálculo da massa do solo seco, descontando a massa da garrafa.

AMOSTRA	MASSA DE SOLO SECO + GARRAFA (g)	MASSA DA GARRAFA (g)	MASSA DO SOLO SECO (g)
Solo orgânico	635	36	599
Solo argiloso	1050	36	1014
Solo arenoso	1227	36	1191

Utilizando a fórmula, através da razão entre os valores de massa pelo volume, será obtida a densidade do solo (Tabela 2). Por exemplo, se a massa do solo seco é 1191 g e o volume da garrafa é 1000 cm³, então a densidade do solo será 1191 / 1000 = 1,191 g/cm³. Veja a tabela a seguir com um exemplo do cálculo da densidade do solo na garrafa, pela divisão do valor da massa do solo seco em gramas (g) pelo volume da garrafa em centímetros cúbicos (cm³).

AMOSTRA	MASSA DE SOLO SECO (g)	VOLUME DA GARRAFA (cm³)	DENSIDADE DO SOLO (g)
Solo orgânico	599	1000	0,599
Solo argiloso	1014	1000	1,014
Solo arenoso	1191	1000	1,191

Deve ser ressaltado, no entanto, que estes valores obtidos são apenas uma estimativa da densidade, pois ao quebrar os torrões do solo para colocá-lo na garrafa, se alterou a densidade original do mesmo. Apesar desta limitação, ainda assim permite uma comparação razoável, para fins didáticos, entre a densidade de solos orgânicos, argilosos e arenosos.

DENSIDADE DO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. As respostas podem ser anotadas no caderno ou no quadro para comparação posterior com os resultados.

a) O que é densidade?

b) O solo possui densidade?

c) Qual é o solo provavelmente apresenta maior densidade? O argiloso, orgânico ou o arenoso?

d) Qual solo possui menor densidade? O argiloso, orgânico ou o arenoso?

Após a apresentação do experimento e obtenção do resultado, sugere-se que os alunos respondam as seguintes perguntas:

a) Qual é o solo mais denso ao levantar as três garrafas?

b) Qual é o solo menos denso?

c) Calcule a densidade encontrada em cada garrafa? (se disponível a balança)

d) Por que ocorre diferença de densidade entre os solos?

e) Qual a importância da densidade no solo?

f) Qual a relação existente entre porosidade e densidade do solo?

Informações aos professores

Percepções do senso comum sobre a densidade do solo

Neste experimento pode-se utilizar somente o peso, a força ou a facilidade usada para levantar as garrafas como um indicador de densidade, ou então calcular a densidade do solo presente em cada garrafa com base na massa do solo seco e no volume da garrafa.

É provável que o professor constate, antes do início do experimento, que a maioria de seus alunos ache que o solo arenoso é o menos denso por frequentemente ser mais solto, e o argiloso mais denso, por ser frequentemente mais duro. Esta é uma percepção do senso comum, decorrente da confusão entre os conceitos de textura, dureza e densidade do solo.

A dureza é a resistência na consistência que o solo apresenta quando está seco, onde a coesão é máxima e a adesão nula (IBGE, 2007). A textura é a proporção relativa das frações granulométricas (areia, silte e argila) que compõem a massa do solo (SANTOS et al., 2005). A densidade representa a relação entre a massa de solo seco e o volume total ocupado, ou seja, o volume incluindo os espaços ocupados pela água e pelo ar (FERREIRA, 2010).

Como se percebe são atributos físicos do solo muito distintos, mas que frequentemente são confundidos na percepção do senso comum, e até mesmo nos livros didáticos ou paradidáticos do ensino fundamental e médio. Nestes materiais didáticos é comum se referirem aos solos argilosos como sendo duros, densos e pouco permeáveis à água. No entanto esta afirmativa está equivocada, pois: a) também há solos arenosos duros; b) os solos argilosos são menos densos que os solos arenosos; c) a maior parte dos solos argilosos de regiões tropicais e subtropicais úmidas tem boa porosidade e boa permeabilidade à água, desde que não tenham sido compactados pelo uso humano.

DENSIDADE DO SOLO

Desde a antiguidade há percepção de que os solos arenosos são mais densos, conforme se observa na seguinte citação: “Pesada é a pedra, e a areia também, mas a ira do insensato é mais pesada do que elas ambas” (Provérbios, 27:3) (STAMPS; ADAMS, 2002, p. 958).

A citação do livro de Provérbios mostra que, quase mil anos a.C., já havia a clara percepção de que a areia e, por conseguinte, os solos arenosos são densos. Todavia, nas sociedades contemporâneas, nas quais o esforço braçal foi substituído, em grande parte, pelo uso de máquinas, perdeu-se esta noção que era do senso comum na antiguidade.

Relações entre a densidade e outros atributos físicos do solo

A densidade do solo, densidade aparente ou densidade global, é uma propriedade física muito utilizada para avaliar a estrutura do solo e corresponde à massa de solo seco por unidade de volume de solo, expressa em g/cm^3. Reflete diretamente como as partículas estão dispostas no solo e a porosidade, ou seja, a estrutura em todos os seus aspectos. Portanto qualquer intervenção nestas partículas irá afetar a densidade diretamente (FERREIRA, 2010). Procura quantificar a relação massa/volume do solo em condições mais naturais possíveis (IBGE, 2007, p. 255).

Segundo Ferreira (2010), ao comparar diferentes solos se obtém valores de densidade distintos, reflexo da estrutura e porosidade que cada solo possui. Valores mais baixos de densidade estão associados a solos com estrutura granular, enquanto solos em blocos apresentam valores mais altos de densidade. É natural um solo mineral ter densidade maior que um orgânico, porque um determinado volume de matéria orgânica pesa menos que o mesmo volume de material mineral (LEPSCH, 2011). As diferenças existentes entre densidade nos solos é reflexo, de maneira geral, da diferença de porosidade, variando com a textura e a estrutura (COSTA, 2004).

Podem-se associar os conceitos de densidade e porosidade por serem relações entre massa e volume dos constituintes do solo. A porosidade refere-se ao espaço, entre e dentro dos agregados, ocupado pelo ar ou pela água, sendo calculada a partir de medidas de densidade. O espaço poroso ocupado varia na razão inversa da densidade do solo (LEPSCH, 2011), pois quanto maior a densidade menor a porosidade, sendo o contrário também verdadeiro.

Assim, ao contrário do que o senso comum nos leva a pensar, os solos arenosos são mais densos e, portanto, menos porosos que os solos argilosos. Embora os solos arenosos tenham muitos poros de diâmetro maior, que permitem a infiltração da água, estes apresentam poucos poros pequenos, que permitem a retenção da água no solo. Os solos argilosos, de regiões tropicais úmidas, como ocorre na maior parte do Brasil, apresentam adequada distribuição entre poros maiores (macroporos) e menores (microporos), de modo que possuem maior porosidade total, que é expressa pela menor densidade em comparação aos solos arenosos.

Importância da densidade do solo

A determinação da densidade aparente do solo é recomendada em praticamente todos os tipos de levantamentos, por ser de grande relevância em vários aspectos de seu manejo (IBGE, 2007, p. 255). Por estar diretamente relacionada à estrutura do solo, qualquer intervenção nas partículas afeta a densidade e, consequentemente, o desenvolvimento de raízes será afetado. Podem ser alterados pelo uso e manejo do solo e pela modificação na disposição das partículas, sendo assim necessário o monitoramento dos valores de densidade ao longo do tempo (FERREIRA, 2010).

DENSIDADE DO SOLO

É uma característica muito utilizada como indicativo da capacidade de armazenamento, da qualidade do solo e da disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. A densidade reflete o comportamento dos solos no tocante à porosidade, permeabilidade, compacidade, taxa de infiltração, desenvolvimento de raízes, indica presença de material vulcânico no solo e grau de intemperização (IBGE, 2007, p. 255).

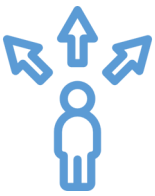
A compactação, ocasionada pelo uso intensivo e inadequado do solo, altera a consistência e a estrutura do solo, aumentando a densidade (FERREIRA, 2010) e dessa maneira reduzindo a proporção de poros, e dificultando a infiltração de água e trocas gasosas, podendo ser causada pelo tráfego intenso de máquinas, pessoas e animais.

Segundo Lepsch (2011), a densidade do solo é aplicável nas tomadas de decisões por incluir o espaço poroso do solo.

A porosidade exprime o volume total de poros contidos na amostra, sendo de extrema importância ao processo de infiltração, drenagem, retenção de água, difusão de nutrientes e crescimento de raízes, por revelar a permeabilidade quanto à capacidade de retenção de água e de nutrientes (IBGE, 2007, p. 246-257).

Alterações nas propriedades físicas do solo, como a densidade, afetam indiretamente o crescimento das plantas, modificando a resistência que o solo fornece ao crescimento das raízes (PEDROTTI; MELLO JÚNIOR, 2009)

Para determinar a densidade do solo em laboratório o método mais usual é o do cilindro volumétrico, no qual um cilindro de volume conhecido é cravado na camada que se deseja analisar, e retirado do solo. Posteriormente seca-se a amostra de solo em uma estufa de 105 °C e, através da relação entre a massa do solo seco e o volume do cilindro, se obtém a densidade (FERREIRA, 2010).



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar recipientes menores (500 mL) ou maiores (2 L ou mais) e discutir se a densidade irá variar em função do tamanho do recipiente ou não;

b) Verificar se as diferentes camadas de um mesmo solo apresentam densidade igual ou diferente;

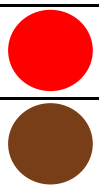
c) Incluir mais duas garrafas (com areia e com folhas secas) e discutir qual se aproxima mais dos solos estudados (orgânico, arenoso e argiloso).

DENSIDADE DO SOLO

Reuso e reciclagem

	Os solos utilizados neste experimento podem ser descartado no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	As garrafas PET cortadas podem ser reutilizados em outro experimento, ou serem encaminhados, após lavagem, para a coleta seletiva para reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. J. van. (Ed). **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010.p. 12-24.

PEDROTTI, A.; MELLO JÚNIOR, A. V. **Avanços em ciência do solo**: A física do solo na produção agrícola e qualidade ambiental. São Cristóvão: Editora UFS, Aracaju: Fapitec, 2009. p. 23-44.

COSTA, J. V. B. **Caracterização e constituição do solo**. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. 527 p.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 323 p. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 04).

STAMPS, D. C.; ADAMS, J. W. (Ed.). **Bíblia de estudo pentecostal**: antigo e novo testamento. Trad. João Ferreira de Almeida. Rio de Janeiro: CPAD, 2002. 2030 p.

LEPSCH, I. F. **Dezenove lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100 p.

EROSÃO EÓLICA DO SOLO

Maria Harumi Yoshioka
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=g960o0kWPsQ

Público sugerido

Alunos a partir do quinto ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar a erosão eólica;

b) Discutir os fatores que causam a erosão;

c) Discutir os efeitos da erosão do solo;

d) Discutir algumas práticas de controle e combate da erosão e sua importância para as atividades agrosilvipastoris.

Materiais

a) Duas bandejas plásticas pequenas;

b) Faca;

c) Pá de jardinagem;

d) Pá cortadeira;

e) Amostra de solo seca e o mínimo de torrões possível (o suficiente para preencher a bandeja pequena);

f) Canudo de refrigerante.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2004

EROSÃO EÓLICA DO SOLO

Procedimento

1) Coletar um pedaço de grama com o solo do tamanho da bandeja que será utilizada com o auxílio da faca, da pá de jardinagem ou da pá cortadeira. Recortar, com o auxílio da faca, o pedaço de grama para ficar exatamente do tamanho da bandeja pequena. Esta etapa é pouco trabalhosa e deve ser realizada por um adulto;

2) Colocar o pedaço de grama, já cortado, na bandeja plástica pequena;

Foto: Maria Harumi Yoshioka

3) Preencher a outra bandeja plástica pequena com a amostra de solo seca e triturada (evite usá-lo com muitos torrões pois poderá interferir nos resultados);

4) Pegar o canudinho (manter a outra extremidade do canudo de plástico distante do solo cerca de 5 cm) e assoprar sobre a bandeja que possui a cobertura vegetal (grama);

Foto: Maria Harumi Yoshioka

5) Repetir o procedimento com a amostra de solo seca

6) Observar o que aconteceu e discutir os resultados.

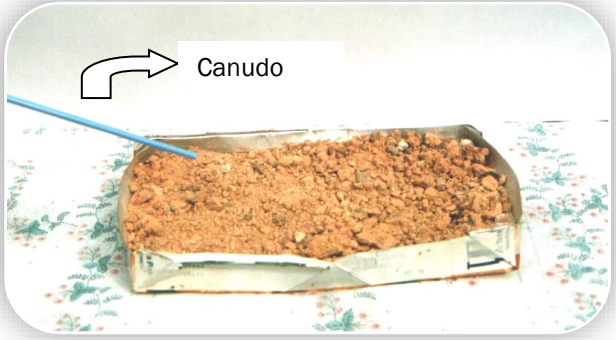


Foto: Maria Harumi Yoshioka

EROSÃO EÓLICA DO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento.

a) Quando se assoprar através do canudinho sobre ambos os solos, o que irá acontecer com cada uma das amostras? Tente explicar o que poderá acontecer.

b) A cobertura vegetal será benéfica ou não para se evitar perdas por erosão eólica? Tente explicar sua resposta.

c) O que se poderá fazer para controlar a erosão? Tente explicar a resposta.

As mesmas perguntas podem ser novamente feitas aos alunos após a obtenção dos resultados, para comparar as hipóteses com os resultados.

Informações aos professores

Os prováveis resultados desta experiência é que na bandeja com o solo seco, sem a cobertura vegetal, quando se assoprar com a canudinho (reproduzindo a ação dos ventos incidindo diretamente sobre o solo), algumas partículas serão deslocadas. O professor deverá incentivar os alunos a observarem este efeito tentando compará-lo com o que acontece na natureza, em regiões litorâneas, semiáridas e locais sem a proteção da cobertura vegetal.

Quando os alunos assoprarem na bandeja com o solo com cobertura vegetal (grama), provavelmente nenhuma ou pouquíssimas partículas de solo se desloquem. O professor deverá incentivar os alunos a observarem tal efeito. Isto ocorre devido a presença desta cobertura vegetal, de suas raízes que “fixam” e agregam as partículas do solo.

Erosão eólica

A erosão é o arrastamento de partículas constituintes do solo, pela ação da água em movimento, resultantes da precipitação pluviométrica, ou pela ação dos ventos e das ondas (RIO GRANDE DO SUL, 1985).

Isto quer dizer que um solo fértil, em que a erosão atua acentuadamente, em breve se tornará pobre, apresentando baixa produção agrícola ou florestal.

Os dois agentes principais da erosão são as chuvas (erosão hídrica) e o vento (erosão eólica). No Brasil, a água é que causa os maiores prejuízos (FERREIRA, 1981). O processo tende a se acelerar, à medida que mais terras são desmatadas para a exploração da madeira e/ou para a produção agrícola, uma vez que os solos ficam desprotegidos da cobertura vegetal (GUERRA, 1999).

A erosão eólica, ocasionada pelos ventos, ocorrem em geral em regiões planas, de pouca chuva, onde a vegetação natural é escassa e sopram ventos fortes. Constitui problema sério quando a vegetação natural é removida ou reduzida; os animais, insetos, moléstias e o próprio homem contribuem para essa remoção ou redução. As terras ficam sujeitas a erosão pelo vento quando deveriam estar com a vegetação natural e são colocadas em cultivo com um manejo inadequado (BERTONI, 1985).

EROSÃO EÓLICA DO SOLO

Este tipo de erosão consiste no transporte aéreo, ou por rolamento, de partículas de solo pela ação do vento. A erosão eólica se reveste de maior importância nessas regiões em que a vegetação é insuficiente para cobrir e proteger o solo, ou nas regiões áridas, nas margens arenosas de oceanos, lagos e rios, e em solos de origem arenítica. O teor de umidade do solo é um fator limitante da intensidade com que a erosão eólica pode ocorrer (RIO GRANDE DO SUL, 1985). Segundo Brady (1989), as porções mais finas podem ser carregadas a grandes alturas e por centenas de quilômetros de distância.

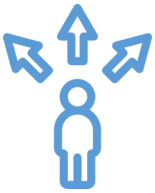
Em geral, a terra é, não só despojada do seu solo mais rico, como as culturas são impelidas para longe ou deixadas com as raízes expostas ou ainda poderão ser cobertas pelos detritos em movimento. Embora não seja tão grande a velocidade, os efeitos de corte e de abrasão, sobretudo da areia, são desastrosos sobre culturas tenras. A maioria dos prejuízos está confinada em regiões de baixa precipitação, porém existe ocorrência em regiões úmidas. A movimentação das dunas de areia constitui um bom exemplo (BRADY, 1989).

Práticas de controle da erosão eólica

Para controlar a erosão eólica no litoral, em que sua ocorrência se dá pela ação predominante dos ventos fortes, fazendo com que a areia da praia seja deslocada, litoral a dentro, formando cômoros e até enormes dunas, causando um entrave para o desenvolvimento e progresso dessas regiões sendo que essas areias litorâneas podem chegar a invadir campos, onde a agricultura e a pecuária tornam-se difíceis, ou chegar a invadir balneários e zonas residenciais. A ausência do revestimento vegetal permite às dunas mudarem de posição, de acordo com o vento.

A melhor medida de controle é manter uma cobertura protetora na superfície do solo (BERTONI, 1985) ou outros obstáculos à ação dos ventos (quebra ventos) (RIO GRANDE DO SUL, 1985).

A erosão eólica também ocorre nas áreas arenosas em processo de desertificação. Alguns fatores contribuem na aceleração deste processo como o uso inadequado das potencialidades dos solos da região, extremamente erodíveis, em função de sua estrutura não desenvolvida e de sua textura arenosa. O primeiro passo no controle é o impedimento a esse uso indiscriminado, para evitar-se que novas áreas entrem no processo (RIO GRANDE DO SUL, 1985).



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Molhar as amostras de solo e verificar se há variação na erosão eólica;

b) Aumentar ou diminuir a intensidade do vento;

c) Cobrir o solo com resíduos vegetais;

d) Simular uma cortina de árvores espetando galhos de plantas com folhas e verificar se isto altera a erosão eólica.

EROSÃO EÓLICA DO SOLO

Reuso e reciclagem

	O solo e grama utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	As bandejas plásticas podem ser lavadas e reutilizados em outros experimentos. Os canudos usados devem ser separados para reciclagem.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de pá cortadeira, pá de jardinagem e faca, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba, São Paulo: Livroceres, 1985. 392 p.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p.

FERREIRA, P. H. M. **Princípios de manejo e conservação do solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1981.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. **Manual de conservação do solo e água**: uso adequado e preservação dos recursos naturais renováveis. 3. ed. atual. Porto Alegre, 1985. 287 p.

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

Bruna Ohana da Silva
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=nZD_bD96Czc

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar o que é a erosão entre sulcos (ou laminar) no solo;

b) Discutir a importância da cobertura do solo na redução da erosão entre sulcos (ou laminar);

c) Discutir sobre os problemas ambientais causadas pela erosão hídrica .

Materiais

a) 3 garrafas plásticas (PET) de água de 5 L;

b) 3 garrafas plásticas (PET) de 2 L;

c) Aproximadamente 4 kg de solo destorroado;

d) Touceira de grama do tamanho da garrafa PET de 5 L, que pode ser cortada com o auxílio de uma pá cortadeira (pá reta) em um jardim;

e) Restos de plantas para ser utilizado como palhada morta (folhas, raízes, caules em decomposição). Podem ser usadas folhas varridas do jardim, restos de grama cortada ou de poda de árvores;

f) Tesoura;

g) Pedaço de madeira com aproximadamente 90 cm de comprimento, 10 cm de largura e 5 cm de altura;

h) Regador.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2016

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

Procedimento

1) Cortar um retângulo na parte lateral das três garrafas plásticas de água 5 L com o auxílio da tesoura. Esta etapa deve ser realizada por um adulto, preferencialmente com luvas grossas para evitar acidentes;

Foto: Bruna Ohana da Silva

2) Cortar as 3 garrafas PET 2 L no meio, preservando a parte inferior. Esta etapa deve ser realizada por um adulto, preferencialmente com luvas grossas para evitar acidentes;

Foto: Bruna Ohana da Silva

3) Na primeira garrafas plásticas de água 5 L, coloca-se uma touceira de grama com solo. Procure colocar com cuidado a grama, procurando conservar ao máximo a touceira, e sem destorroar a mesma, para não afetar o resultado do experimento. Recomenda-se lavar algumas vezes esta garrafa com água antes de apresentar o experimento, para retirar o solo que foi acidentalmente desagregado ao tentar colocar a touceira de grama dentro da mesma;

4) Na segunda garrafa colocar 2 kg de solo em cada garrafa plástica de 5 L, até aproximadamente na altura da tampa da garrafa e, em seguida, colocar os restos de plantas na superfície até cobrir completamente o solo, ficando uma boa camada de resíduos;

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

5) Na terceira garrafa apenas colocar cerca de 2 kg de solo destorroado, e manter somente o solo sem nenhuma cobertura;

Foto: Bruna Ohana da Silva

6) Colocar as três garrafas montadas lado a lado sobre uma mesa que possa ser molhada. Preferencialmente o experimento deve ser montado fora da sala de aula para evitar sujar as carteiras ou o chão;

Foto: Bruna Ohana da Silva

7) Apoiar as 3 garrafas plásticas de 5 L com o pedaço de madeira, para criar uma inclinação, que fará com que a água escorra através da boca da garrafa;

Foto: Bruna Ohana da Silva

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

8) Posicionar as 3 garrafas PET de 2 L cortadas, uma embaixo da boca de cada uma das garrafas plásticas de 5 L, de modo que possam receber a água escoada pelas garrafas maiores;

Foto: Bruna Ohana da Silva

9) Adicionar água, com um regador, através da abertura retangular feita na parte superior de cada garrafa plástica de 5 L, simulando a chuva. Sugere-se sempre começar o experimento mostrando a perda de solo do solo coberto com grama e com resíduos vegetais. Por último, mostrar a perda de solo na condição sem cobertura. O impacto visual é maior mostrando este por último. Procure adicionar quantidade semelhante de água nas três garrafas de 5 L para começar a escorrer pela boca das garrafas;

Foto: Bruna Ohana da Silva

10) Registrar a coloração da água que foi recebida nas garrafas cortadas de 2 L, e se houve ou não perda de solo.

Foto: Bruna Ohana da Silva

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever as respostas dos alunos no quadro ou no caderno.

a) Qual a diferença entre a cobertura do solo nas garrafas de 5 L apresentadas?

b) Quando simular a chuva em cada uma das garrafas de 5 L, o que irá acontecer?

c) Qual garrafa de 5 L irá perder mais solo?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) O que se observou em cada garrafa?

b) Em qual garrafa houve maior perda de solo? E menor?

c) Por que em uma das garrafas houve menor perda de solo?

d) É importante para o meio ambiente manter o solo coberto? Por quê?

e) Onde vai parar o solo que é perdido pela erosão?

f) Quais são as consequências da erosão hídrica?

Informações aos professores

Quando for simulada a chuva na garrafa com o solo com a cobertura vegetal (grama) ou cobertura morta, provavelmente poucas partículas de solo serão removidas com a água devido à presença desta cobertura vegetal. O professor deve incentivar os alunos a observarem tal efeito. Deve-se ressaltar e explicar a importância da cobertura vegetal natural, como as florestas e os campos no combate e controle da erosão. O principal efeito é a proteção contra o impacto direto das gotas de água (chuva), no aumento da infiltração da água, retenção de água e incorporação da matéria orgânica melhorando a estruturação do solo.

Quando se regar com a água a garrafa com o solo sem a cobertura vegetal, provavelmente muitas partículas de solo serão removidas com a água. O professor deve incentivar os alunos a observarem tal efeito. Isto ocorre devido à exposição da superfície, pois as gotas de água incidem diretamente no solo, e desagregam e carregam as partículas (areia, silte e argila). O professor deve discutir com os alunos que este início de erosão poderá se agravar com o tempo, e estão relacionados diversos fatores como o regime de chuvas, topografia (observe que a garrafa está inclinada), características do solo, cobertura vegetal, etc. Também deve ser destacado ao aluno que a chuva simulada teve apenas uma pequena duração. Uma chuva real normalmente dura muito mais tempo e tem potencial de carregar mais solo.

Deve ser destacado que a erosão hídrica, observada neste experimento, ocorre tanto nas áreas rurais, como nas áreas urbanas, principalmente naqueles locais onde não há cobertura vegetal viva ou resíduos vegetais, sobre a superfície do solo.

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

Erosão hídrica do solo

Uma das principais causas da degradação ambiental, no meio rural e urbano, é a erosão do solo, a qual é o processo de desprendimento e arraste acelerado de partículas do solo causadas pelas ações da água e o vento (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1993). No Brasil, a erosão causada pelas águas (hídrica) é mais importante que a originada pelo vento (eólica) (LEPSCH, 2011).

De acordo com Favaretto et al. (2006) os três tipos principais de erosão hídrica são entre sulcos (ou laminar), em sulcos e em voçoroca. A erosão em sulcos é aquela que ocorre nos pequenos canais existentes na superfície do solo, onde há concentração do fluxo de água. A erosão em voçorocas representa um estágio avançado da erosão em sulcos, ocorrendo em canais com dimensões relativamente grandes.

Foto: Bruna Ohana da Silva

Foto: Bruna Ohana da Silva

Contudo, muitas vezes, se associa a erosão somente a processos de voçorocamento na paisagem, sendo esta imagem é muito comum nos livros didáticos do ensino fundamental e médio. Assim, é necessário mostrar ao aluno que a erosão começou muito antes da existência de uma voçoroca, ou seja, quando as gotas de água da chuva começaram a impactar o solo descoberto.

Erosão entre sulcos ou laminar

Neste experimento é observada principalmente a chamada erosão entre sulcos ou laminar. Esta consiste na remoção mais ou menos uniforme de uma fina camada de solo de toda a extensão das superfícies lisas do terreno, onde não há concentração do fluxo de água (FAVARETTO et al., 2006).

Esta forma de erosão é de grande abrangência, porém de difícil visualização no campo, já que somente uma uniforme e delgada lâmina de solo é removida da superfície do terreno por este processo (FAVARETTO et al., 2006). Por ser de difícil observação, em comparação com uma voçoroca, a erosão entre sulcos é frequentemente ignorada pelas pessoas, que não associam a mesma a conceito de erosão.

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

Pode-se observar a erosão entre sulcos (ou laminar) de algumas maneiras bem práticas:

a) Presença de touceiras de gramíneas “penduradas” muito acima do nível atual do solo;

Foto: Bruna Ohana da Silva

b) Muitas pedras ou cascalhos na superfície de um solo que normalmente não apresenta esta característica;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

c) Existência de raízes expostas na superfície do terreno, de plantas cujo sistema radicular não é superficial ;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

d) Presença de pequenos “pedestais” na superfície do terreno. Estes se formaram pois provavelmente havia uma pedra sobre o mesmo que reduzida o impacto da chuva, enquanto o material ao redor foi removido;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

e) Córregos ou nascentes próximas com água muito barrenta, com elevada turbidez;

f) Depósito de solo “solto” nas áreas mais baixas da encosta.

A maneira mais eficiente de controlar e erosão entre sulcos é manter o solo sempre coberto por vegetação ou restos vegetais mortos. Quando o solo está coberto impede o impacto direto da gota de chuva sobre a superfície do mesmo, minimizando o risco da erosão entre sulcos ou laminar. Neste sentido, uma das práticas mais usuais de controle deste tipo de erosão é o **plantio direto**.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Este experimento mostra justamente o efeito desta cobertura do solo, reduzindo a ocorrência da erosão entre sulcos (ou laminar). Destaca-se que este tipo de erosão ocorre tanto na área rural, quanto nas áreas urbanas.

Efeitos da erosão do solo

Além da perda de partículas sólidas do solo (minerais e orgânicas), a erosão promove a redução na capacidade de infiltração da água no solo, aumenta o escoamento superficial, e leva à perda de nutrientes e água.

Outro resultado da erosão, tanto em áreas urbanas como rurais, pode ser notado pela coloração barrenta dos córregos, rios e açudes causada pela presença de sedimentos em suspensão. Ao longo do tempo é comum o acúmulo dos sedimentos nas partes mais baixas do terreno e no fundo dos corpos d’água (assoreamento) que, neste último caso, promove a perda da capacidade de armazenamento do volume hídrico, podendo causar enchentes e inundações.

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

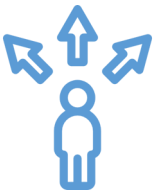
Um dos efeitos da erosão do solo no meio rural é a menor produtividade agrícola provocada pela degradação do solo, aumento da aplicação de fertilizantes (aumentando os custos), abandono da terra e estímulo para a migração a áreas urbanas trazendo implicações de ordem econômica, social e ambiental. Em certos tipos de solos, quando a erosão atinge um elevado grau de desgaste, causa a inutilização de áreas de cultivo não só pelo desgaste da camada superficial, mas também pelas voçorocas, em vários estágios de profundidade, que impedem a continuidade do uso do solo (RIO GRANDE DO SUL, 1985).

Ainda existem os efeitos nas bacias hidrográficas como a alta produção de sedimentos, degradação do ecossistema, contaminação da água, ou seja, o transporte de partículas de solo contribui ainda mais para poluir os cursos d'água, barragens, açudes, lagos e lagoas, não só pela presença de materiais sólidos, mas também pela concentração de agrotóxicos, bem como no assoreamento destas favorecendo enchentes e inundações podendo comprometer áreas urbanas (RIO GRANDE DO SUL, 1985).

A qualidade da água consumida nas cidades pode ser afetada pela erosão. Devido ao aumento da quantidade dos materiais em suspensão na água, aumenta o tempo e o custo do tratamento da água potável.

A vida útil das hidrelétricas que abastecem as cidades também é afetada pelo assoreamento dos cursos d'água provocado pela erosão. Se uma hidrelétrica reduz sua vida útil, pois seu reservatório está repleto de solo erodido, também aumentam os custos da energia para todos os usuários.

No meio urbano, os seguintes efeitos podem ser observados em função da erosão: a) redução da capacidade do solo em suportar a arborização urbana; b) problemas relacionados as estruturas hidráulicas e obras de engenharia; c) deposição de sedimentos em rios e canais, gerando alagamentos e enchentes, gerando riscos e prejuízos a população, principalmente aquelas que vivem nas margens dos cursos hídricos.



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Alterar a inclinação das garrafas no experimento;

b) Alterar a quantidade de água adicionada (para mais e para menos);

c) Adicionar a mesma quantidade de água, porém mais lentamente (como uma garoa) e rapidamente (como uma tromba d'água);

d) Variar a proporção de solo coberto nas garrafas com grama e resíduo vegetal;

e) Verificar se há diferença na erosão quando o solo está seco e quando ele já ficou molhado.

EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

Reuso e reciclagem

	Os solos e resíduos de plantas utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, as garrafas PET podem ser reutilizadas em outro experimento, ou serem separados para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de tesoura, que devem ser realizados por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1993. 352 p.

FAVARETTO, N.; COGO, N. P.; BERTOL, O. J. Degradação do solo por erosão e compactação. In: LIMA, M.R. (Ed.). **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo**: aspectos teóricos e metodológicos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 255-292.

LEPSCH, I. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. Cap. 19. Degradação e conservação dos solos. p. 407-438.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. **Manual de conservação do solo e água**: uso adequado e preservação dos recursos naturais renováveis. 3. ed. Porto Alegre, 1985. 287 p.

EXPANSÃO DO SOLO

Victoria Yasmin Domingues
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=ywxjIvbYfJo

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio. Dependendo do nível educacional a discussão deverá ser adequada.

Objetivos

a) Demostrar a capacidade de contração que alguns solos apresentam;

b) Discutir as causas da contração e expansão dos solos;

c) Discutir sobre os efeitos da contração e expansão no uso dos solos.

Materiais

a) Folhas de jornal;

b) Rolo de macarrão velho ou garrafa de vidro;

c) 2 copos plásticos descartáveis de 50 mL;

d) Bandeja ou recipiente de plástico, preferencialmente branco;

e) Estilete ou tesoura;

f) Água ;

e) Amostra de um solo coletado em um local (ou barranco) no qual não se apresentam rachaduras quando seco;

f) Amostra de um solo coletado em um local (ou barranco) no qual se observam rachaduras pronunciadas no mesmo quando seco.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

EXPANSÃO DO SOLO

Procedimento

1) Primeiro, as amostras de solo devem ser secas. Para isso basta estender a folha de jornal em algum lugar seco e arejado, preferencialmente onde bata a luz do sol, e distribuir as amostras de solo sobre o jornal. Essas amostras devem ficar secando por três a quatro dias até que fiquem bem secas;

2) Quando o solo estiver seco, ele deve ser moído. É recomendável realizar esse procedimento em alguma superfície mais dura, como uma mesa ou mesmo sobre um piso firme. Pode-se utilizar a mesma folha de jornal como base e então iniciar a passagem do rolo de macarrão velho ou garrafa para amassá-lo. Ele deve ficar com aspecto fino, indicando que foi amassado corretamente;

Fotos: Renata M. da Silva Metling

3) Com o estilete ou tesoura faça pequenos cortes nos copos plásticos descartáveis de 50 mL, em sua lateral próxima à base. Esses cortes é que permitirão a entrada de água no recipiente. Não deixar muito grande os cortes para que, dessa forma, o solo não saia do copo. Esta etapa deve ser realizada por um adulto, preferencialmente com uma luva grossa, para evitar acidentes;

Fotos: Victoria Yasmin Domingues

4) Com os copos descartáveis já furados coloca-se a amostra de cada um dos solos em um copo diferente, pode ser com o auxílio de uma colher. Será um copo para o solo que não forma fendas quando seco e outro para o solo que forma fendas quando seco;

Fotos: Victoria Yasmin Domingues

EXPANSÃO DO SOLO

5) Encher os copinhos com solo até a borda, nivelando bem.

Foto: Victoria Yasmin Domingues

6) Colocar os copos com amostras de solo na bandeja plástica, distantes um do outro;

Foto: Victoria Y. Domingues

7) Despejar água na bandeja de plástico contendo os dois copinhos plásticos descartáveis com amostras de solo. O nível de agua deve ficar na metade da altura dos copos. Dessa forma o solo irá absorver a água por meio dos cortes feitos nos copos;

Foto: Victoria Yasmin Domingues

8) Após alguns minutos será possível notar, se houver amostra de solo expansível, que a amostra começa a “crescer” e as partículas chegam a cair do copinho na bandeja;

Foto: Victoria Y. Domingues

EXPANSÃO DO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) Será que todos os tipos de solos retém água da mesma forma?

b) Todos os solos se expandem quando molhados?

c) O que será que acontecerá com os dois tipos de solos ao serem molhados?

Após a realização do experimento sugere-se formular algumas perguntas como aquelas abaixo descritas:

a) Os dois solos tiveram comportamento semelhante ao serem molhados ou não?

b) Qual é a consequência da expansão do solo para a construção civil?

Informações aos professores

Na fase sólida do solo encontram-se os minerais e a matéria orgânica. A fração mineral dos solos é composta de diversos minerais, sendo alguns herdados do material de origem do solo, e outros formados no próprio solo durante a sua a sua gênese.

Alguns minerais do solo possuem o mesmo volume, tanto quando estão secos, tanto quando estão molhados. Estes minerais são denominados não expansivos. Alguns exemplos de minerais não expansivos encontrados nos solos são: mica, caulinita, quartzo, hematita, goethita, etc.

Solos nos quais predominam minerais não expansivos praticamente não terão alteração de volume quando estão secos em comparação ao estado úmido ou molhado.

Todavia, alguns minerais, que podem ser encontrados nos solos, apresentam volume diferente conforme estejam secos ou molhados. Estes minerais são denominados de expansivos. A vermiculita e a montmorilonita (mineral do grupo das esmectitas) são exemplos de minerais expansivos encontrados nos solos.

Em função desta capacidade de expansão e contração, os solos que possuem este tipo de mineral aumentam de volume quando molhados (ver o experimento “Expansão do Solo” neste livro) e se contraem quando perdem água.

De acordo com Lepsch (2011, p. 96) a montmorilonita, além da superfície externa do mineral, também tem uma superfície interna, razão pela qual é uma das argilas mais ativas do solo. Ela se expande muito quando umedecida e se contrai quando seca.

Quando um solo com muita montmorilonita seca, as moléculas de água saem dos espaços entre as lâminas deste argilomineral, o mesmo se contrai e sua consistência torna-se extremamente dura, com rachaduras evidentes no solo (LEPSCH, 2011, p. 97).

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

EXPANSÃO DO SOLO

Impactos dos solos expansivos

Um aspecto relacionado aos solos que apresentam minerais expansivos é a condutividade hidráulica. Quando estão secos estes solos apresentam elevada condutividade hidráulica (permitem que água infiltre com facilidade) devido às grandes fendas. Porém, à medida em que o solo se torna mais úmido, as esmectitas se expandem, fazendo que a condutividade hidráulica atinja valores muito baixos (OLIVEIRA, 2008, p. 481).

De acordo com Oliveira (2008, p. 484) os solos com muita esmectita apresentam restrições para o crescimento de plantas arbóreas, pois estas apresentam raízes grossas, que requerem poros relativamente grandes para penetrarem. Além disso, ALMEIDA (2017, p. 427) pontua que a formação de fendas profundas e largas na época seca pode inclusive danificar as raízes das plantas mais sensíveis, além destes solos serem mais susceptíveis à erosão hídrica, sendo frequente a ocorrência de erosão em sulcos e voçorocas nestes solos.

De acordo com Kämpf et al. (2012, p. 98) a alta capacidade de expansão, de contração e de adsorção de água das esmectitas tem efeitos físicos que limitam o manejo e a execução de obras de engenharia nos solos onde predominam estes minerais, pois seu comportamento físico muda radicalmente do período seco para a época das chuvas.

O intenso fendilhamento e o acentuado movimento de expansão e contração dos solos expansivos comprometem a estabilidade das construções (OLIVEIRA, 2008, p. 486), sendo um fator muito limitante para a construção civil. É comum encontrar rachaduras em casas em áreas com este tipo de solo.

Estes problemas também se estendem à manutenção rodoviária. Por exemplo, a rodovia BR 324, que liga Salvador a Feira de Santana, apresenta maiores problemas e custos de manutenção nos trechos situados em áreas de solos expansivos, conhecidos localmente por “massapês” (CUERVO et al., 2017).

Os Vertissolos

Dentre as classes do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, aquela que é mais característica da presença de minerais expansivos são os Vertissolos (SANTOS et al., 2018), os quais apresentam aspectos como intenso fendilhamento quando secos, elevada plasticidade (moldabilidade) e pegajosidade quando molhados.

Por sua natureza expansiva, elevada área superficial específica (ASE) e capacidade de reter cátions, as esmectitas são extremamente reativas, geralmente constituindo solos de boa fertilidade química (KÄMPF et al., 2012, p. 98).

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Porém, ao contrário do que muitos imaginam, de acordo com Araújo Filho (2017, p. 250), os Vertissolos são poucos expressivos no domínio da caatinga, onde ocupam uma extensão ao redor de 1,3%.

EXPANSÃO DO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar diferentes amostras de solo;

b) Utilizar amostras de solo de diferentes camadas do mesmo solo;

c) Comparar o solo com areia.

Reuso e reciclagem

	Os solos e resíduos de plantas utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, os copos plásticos podem ser separados para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de estilete ou tesoura, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar acidentes.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

ALMEIDA, J. A. Solos da pradarias mistas sul do Brasil (pampa gaúcho). In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Pedologia**: solos dos biomas brasileiros. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 407-466.

ARAÚJO FILHO, J. C.; RIBEIRO, M. R.; BURGOS, N.; MARQUES, F. A. Solos da caatinga. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Pedologia**: solos dos biomas brasileiros. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 227-260.

CUERVO, J. C.; MELO, L. C.; ALMEIRA, P. S.; CAMPOS, L. E. P. Massapê, item de desiquilíbrio na manutenção rodoviária: o caso da rodovia BR-324/BA. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, ano 2, v. 15, p. 149-162, 2017.

KÄMPF, N.; MARQUES, J. J.; CURI, N. Mineralogia de solos brasileiros. In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Ed.). **Pedologia**: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 81-145.

LEPSCH, I. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 440 p.

OLIVEIRA, J.B. **Pedologia aplicada**. 4. ed. Piracicaba: FEALQ, 2011. 592 p.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2017. 353 p.

FORMAÇÃO DO SOLO

Jessica Cristina Lozovei
Cristiane Maria Alves
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=0Ygq-95DcP0

Público sugerido

Alunos a partir do quinto ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar como ocorreu a formação do solo no decorrer do tempo com o auxílio de uma maquete;

b) Discutir os fatores de formação do solo.

Materiais

a) Rocha inteira, que preferencialmente possa ser facilmente quebrada como, por exemplo, rochas sedimentares (arenito, siltito, argilito, folhelho). Também se podem usar pedaços de granito ou mármore já cortados, que podem ser conseguidos como refugo em marmorarias. Caso o professor não consiga encontrar rochas sedimentares friáveis ou refugos de mármore ou granito, pode-se utilizar isopor pintado de forma que represente uma rocha ;

b) Pedra brita (aquela de construção), com a cor mais próximo possível da rocha descrita no item anterior;

c) Amostras de horizontes A, B e C do solo (será discutido no procedimento do experimento como coletar);

d) Caixa de madeira, de papelão ou plástico resistente que possa ser dividida em partes iguais, para que nela possa ser representada a evolução da formação do solo. Tamanho aproximado de 30 x 50 cm, podendo ser um pouco maior ou menor. A profundidade da caixa deve ter uns 4 a 5 cm;

e) Cola branca escolar (tubo de 250 g ou maior);

f) Borrifador de água, semelhante àqueles utilizados para molhar vasos de plantas.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

FORMAÇÃO DO SOLO

Procedimento

1) Inicialmente deverão ser coletadas as amostras de horizontes A, B e C do solo. Preferencialmente as amostras de horizonte A, B e C devem ser coletadas em algum barranco situado nas proximidades da escola, desde que não tenha sido anteriormente alterado por terraplanagens ou aterros. Se não há risco à segurança dos alunos, seria interessante que os próprios participassem na coleta das amostras no barranco. Caso as amostras estejam úmidas, deixar secando ao sol por 12 horas. Contudo, se não há um barranco dentro da escola, ou nas suas proximidades, o próprio professor deve coletar as amostras dos horizontes A, B e C, antes da aula, mas, se possível, deve apresentar aos alunos uma foto do solo onde foi coletado.

2) O horizonte A é a porção superficial do solo, que usualmente é mais escura;

3) O horizonte B é a porção vermelha, amarela ou marrom do solo. Normalmente está situado abaixo do horizonte A, embora alguns solos jovens não possuam o mesmo. Em geral o horizonte B não é escuro como o horizonte A, nem apresenta cores mescladas como o horizonte C;

4) O horizonte C é a porção que normalmente apresenta mescla (mistura) de cores, que pode ou não conter presença de fragmentos de rocha, do solo denominado de horizonte C, seco e triturado. Normalmente este é o último horizonte antes da rocha, mas em solos muito profundos pode não estar aparecendo no perfil, pois o horizonte B pode ser muito espesso;

5) Se tiver dificuldade na identificação dos horizontes, veja antes o vídeo disponível no link: https://vimeo.com/31294007

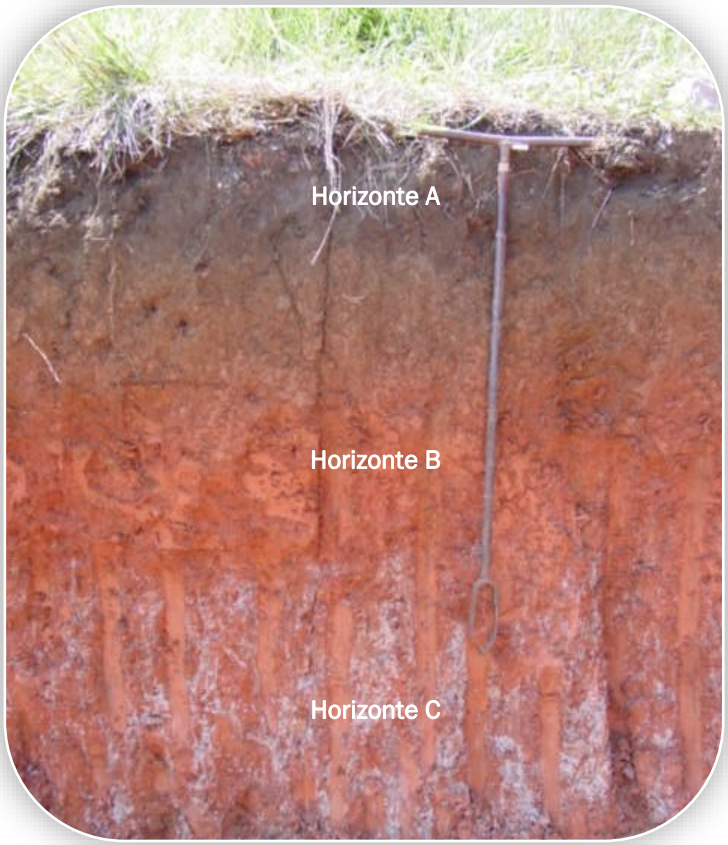


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

FORMAÇÃO DO SOLO

6) Caso a caixa (madeira, papelão) não tenha divisórias, a mesmo deve ser dividido em 5 partes iguais de 10 cm de largura (preferencialmente). Em cada marca de 10 cm colocar um separador, que pode ser feito de madeira, papelão, sua função será de impedir mistura de materiais;

Foto: Jessica Cristina Lozovei

7) Lapidar, com uma ferramenta cortante, pedaços da rocha sedimentar friável nas medidas de cerca de 10 cm de largura por 2 cm de espessura. Esta etapa deve ser feita apenas por uma pessoa adulta, preferencialmente com luva grossa, pois envolve o risco de ferimentos, por manusear com material cortante;

8) Deixe a caixa sobre uma mesa. No 1º espaço da caixa (à esquerda) colocam-se apenas pedaços de rocha para representar o início do processo de formação (rocha). Passar cola branca no verso dos pedaços de rocha antes de colocar na maquete;

Foto: Jessica Cristina Lozovei

9) No 2º espaço colocam-se, de baixo para cima, mais pedaços de rocha (⅔ do que havia antes), um pouco de rocha fragmentada (utilizar a pedra brita), e 5 cm de material do horizonte A (solo de coloração mais escura) seco e destorroado;

Foto: Jessica Cristina Lozovei

FORMAÇÃO DO SOLO

10) No 3º espaço colocar, de baixo para cima: pedaços de rocha (⅓ do inicial), rocha fragmentada (pedra brita), horizonte C e horizonte A. Passe cola branca no verso dos pedaços de rocha ;

Foto: Jessica Cristina Lozovei

11) No 4º espaço colocar, de baixo para cima, pedaços de rocha inteira, rocha fragmentada (pedra brita), horizonte C (maior que o horizonte B), horizonte B e horizonte A. Passe cola branca no verso dos pedaços de rocha;

Foto: Jessica Cristina Lozovei

12) No 5º espaço (na direita) colocar, de baixo para cima, pedaços de rocha inteira, rocha fragmentada (pedra brita), horizonte C, horizonte B (maior que o horizonte C) e horizonte A. Passe cola branca no verso dos pedaços de rocha;

Foto: Jessica Cristina Lozovei

FORMAÇÃO DO SOLO

13) Para fixação dos materiais borrifar diversas vezes com solução de 50% de cola branca e 50% de água. Deixe secar preferencialmente ao sol. Repita esta operação por vários dias, até que o material fique firme;

Foto: Jessica Cristina Lozovei

14) Depois de seca a maquete poderá ser colocada na posição vertical. Podem-se colocar etiquetas para identificação de cada horizonte de solo. Após preparada esta maquete pode ser utilizada diversas vezes. O ideal é ter uma tampa para guardá-la;

Foto: Eloana Janice Bonfleur

Questões e sugestões de atividades

Após a montagem da maquete, podem ser feitas perguntas para os alunos:

a) De onde vem o solo?

b) Qual é o horizonte mais jovem do solo? E o mais antigo?

c) Quais fatores podem interferir na formação do solo?

d) Quanto tempo leva para formar um solo?

FORMAÇÃO DO SOLO

Informações aos professores

Em 1877, o russo de Vasily V. Dokuchaev foi chamado para estudar os efeitos de uma grande seca nos solos da Ucrânia (LEPSCH, 2011). Após perceber as diferenças existentes entre os solos russos ucranianos, começou a fazer estudos e verificar quais fatores levavam a mais diferenças. Através disso, ele chegou à conclusão de que os principais fatores que contribuíam na formação do solo eram: clima, vegetação, relevo, tempo e organismos presentes do solo. Foi a partir disso que se iniciou a pedologia, ou seja, o estudo da ciência do solo.

Assim, o clima, relevo e organismos atuam sobre o material de origem, ao longo de um determinado tempo para produzir o produto “solo”.

Material de origem

A rocha matriz é o fator mineral que origina o solo. As rochas, conforme a origem, sã classificadas em sedimentares, ígneas e metamórficas, e a sua textura e composição mineralógica influenciam diretamente no solo formado. Quando os solos são derivados de rochas basálticas, terão uma textura mais argilosa, enquanto os derivados de arenito serão arenosos (PRADO, 1996). Rochas com textura grossa (granito e gnaisse) desagregam-se mais facilmente do que rochas com textura fina (diabásio, riolito e basalto), mas os grãos com textura grossa demoram mais para serem afetados pela decomposição química (intemperismo químico), ou seja, irão gerar grânulos de solo maiores por não se degradar tão facilmente (AZAMBUJA, 1980).

Para que haja a fragmentação da rocha, é necessária a ação de fatores químicos, biológicos e físicos (intemperismo). Eles agem nas áreas frágeis da rocha, gerando fraturas e rachaduras. Quanto menos desenvolvido por o solo, mais com a rocha ele se parecerá (LEPSCH, 2011).

Para definir a coloração, há grande influência dos minerais que compõem a rocha, pois materiais ricos em quartzo darão uma cor mais clara ao solo, enquanto o óxido de ferro uma cor avermelhada (PRADO, 1996).

Clima

O clima é um fator decisivo na formação dos solos, e nele se enquadram as mudanças de temperatura, precipitação (chuva) e pressão atmosférica (vento) e até mesmo alguns fatores biológicos que agem no solo (PRADO, 1996).

Para compreender melhor os fatores que alteram o solo, é necessária a compreensão do termo “intemperismo”, que é o conjunto de ações que fazem a destruição da rocha que está exposta (AZAMBUJA, 1980).

O intemperismo químico ocorre através das reações químicas, que podem ser aceleradas pelo aumento da temperatura. As principais reações envolvidas no intemperismo químico são: oxidação, redução, hidratação, hidrólise, dissolução e carbonatação.

Intemperismo físico é aquele que acontece através das ações do tempo, como o aquecimento, esfriamento e mudança de pressões na rocha. Há alterações na rocha através de variações de temperatura, havendo quebra da mesma por causa da contração e dilatação.

FORMAÇÃO DO SOLO

Relevo

Segundo Resende et al. (2007), o relevo do solo está diretamente com o tempo de formação do mesmo. Em locais mais planos há maior infiltração da água, pois a declividade é capaz de condicionar maior ou menor infiltração de água, gerando solos mais profundos. Nas áreas em que há escorrimento dá água, ou seja, nas partes do terreno com maior declividade, a água da chuva tende a escorrer mais, gerando solos mais rasos (LEPSCH, 2011). Em áreas com solo mais abaciado, geralmente próximos a rios ou banhados, há excesso de água, então esses solos perderão o óxido de ferro presente neles (redução do ferro), e ficarão com cor acinzentada (PRADO, 1996).

Organismos vivos

Entre os agentes que afetam a formação do solo temos os micros e macro organismos, inclusive a ação do homem auxiliando esse processo. A microfauna é composta pelos protozoários e nematoides que fazem a decomposição, juntamente com os microrganismos, como algas, fungos e bactérias. Já na macrofauna, encontramos minhocas, tatus, formigas, etc., que fazem principalmente a bioturbação no solo, e na macroflora (vegetação) presente no solo, que vai auxiliar na proteção contra processos erosivos (PRADO, 1996). Os animais são capazes de triturar e misturar o solo, e também fazer o transporte de minerais.

A vegetação vai auxiliar principalmente a evitar erosão, pois numa mata densa, uma enxurrada não consegue transportar tantos resíduos quanto em mata aberta (AZAMBUJA, 1980). As raízes das plantas também auxiliarão no processo, já que suas raízes penetram no solo e contribuem para acelerar o intemperismo. Além disso, as raízes levam nutrientes para o solo, e as folhas que caem das árvores serão decompostas, virando matéria orgânica do solo (LEPSCH, 2011).

A ação do ser humano também é importante nesse processo, já que este pode afetar o solo através da remoção da vegetação natural, aplicação de fertilizantes, compactação com maquinário pesado e irrigação (LEPSCH, 2011), dentre outras ações.

Tempo cronológico

É necessário muito tempo para que a rocha se transforme em solo por ação dos demais fatores de formação. Não se sabe a quantidade exata de tempo que leva para a formação de um determinado solo, mas estima-se que são milhares ou até mesmo milhões de anos, pois é um processo geralmente muito lento.

Solos mais jovens terão a ocorrência apenas do horizonte A, ou também do horizonte B. À medida que o solo evolui irá desenvolver o horizonte B.

Solos mais antigos têm maior teor de areia e silte, que são as maiores partículas, já solos mais jovens possuem mais quantidade de argila (LIMA; LIMA, 2007). Deve-se lembrar de que a rocha vai se quebrando aos poucos, então pela lógica as partículas mais antigas serão as mais velhas, e as mais novas as menores, já que precisaram de mais tempo para se formar.

Para saber mais

Acesse o capítulo “Formação do Solo” do livro “O Solo no Meio Ambiente”, disponível no link: http://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/formacao_solo.pdf

FORMAÇÃO DO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Montar maquetes diferentes, com diferentes solos que ocorrem em sua região;

b) Incluir outros elementos naturais na maquete como raízes, plantas e resíduos vegetais na superfície;

c) Verificar se há diferentes tipos de rochas em sua região que podem estar formando solos diferentes.

Reuso e reciclagem

	Os solos utilizados neste experimento podem ser descartado no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após a remoção do solo que estava colado, o papelão pode ser separado para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de instrumento cortante, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

AZAMBUJA, M. A. E. **Intemperismo, origem e formação dos solos**. Porto Alegre: Editora CEUE, 1980.

BOT, A.; BENITES, J. **The importance of soil organic matter**. Rome: FAO, 2005. 78 p. (FAO. Soils Bulletin, 80).

LEPSCH, I. **Dezenove lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R. Formação do solo. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Ed.). **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. p. 1-10.

PRADO, H. do. **Manual de classificação de solos do Brasil**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1996.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORREA, G. F. **Pedologia**: bases para distinção de ambientes. 5. ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2007.

HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS

Renata Moreira da Silva Metling
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=V9DgRtlZUO0

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Apresentar os principais horizontes do solo (A, B e C);

b) Demonstrar que os horizontes do solo influenciam diferentemente o desenvolvimento das plantas;

c) Discutir a importância da preservação do horizonte A do solo .

Materiais

a) Amostras dos horizontes A, B e C de um perfil de solo (será discutido no procedimento do experimento como coletar);

b) Três vasos: Podem ser reaproveitados vasos de flores que não são mais utilizados.

c) Etiquetas: são importantes para identificar qual horizonte foi colocado em cada vaso. ;

d) Sementes de planta de rápido crescimento. Porém pode ser sementes de alpiste, feijão, triticale, lentilha ou qualquer outra de crescimento rápido e fácil acesso. É interessante que a espécie escolhida seja usual na região, e reconhecida pelos alunos como relevante para a realidade local.

e) Local: É necessário ter um local na sala de aula, ou na escola, onde possam ficar os vasos durante o desenvolvimento do experimento. Deve-se programar o tempo do experimento, pois o mesmo demanda pelo menos três a quatro semanas para apresentar algum resultado visual. Em condições de clima mais frio o tempo pode ser até maior.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS

Procedimento

1) Inicialmente deverão ser coletadas as amostras de horizontes A, B e C do solo. Preferencialmente as amostras de horizonte A, B e C devem ser coletadas em algum barranco situado nas proximidades da escola, desde que não tenha sido anteriormente alterado por terraplanagens ou aterros. Se não há risco à segurança dos alunos, seria interessante que os próprios participassem na coleta das amostras no barranco. Contudo, se não há um barranco dentro da escola, ou nas suas proximidades, o próprio professor deve coletar as amostras dos horizontes A, B e C, antes da aula, mas, se possível, deve apresentar aos alunos uma foto do solo onde foi coletado.

2) O horizonte A é a porção superficial do solo, que usualmente é mais escura;

3) O horizonte B é a porção vermelha, amarela ou marrom do solo. Normalmente está situado abaixo do horizonte A, embora alguns solos jovens não possuam o mesmo. Em geral o horizonte B não é escuro como o horizonte A, nem apresenta cores mescladas como o horizonte C;

4) O horizonte C é a porção que normalmente apresenta mescla (mistura) de cores, que pode ou não conter presença de fragmentos de rocha, do solo denominado de horizonte C, seco e triturado. Normalmente este é o último horizonte antes da rocha, mas em solos muito profundos pode não estar aparecendo no perfil, pois o horizonte B pode ser muito espesso;

5) Se tiver dificuldade na identificação dos horizontes, veja antes o vídeo disponível no link: https://vimeo.com/31294007

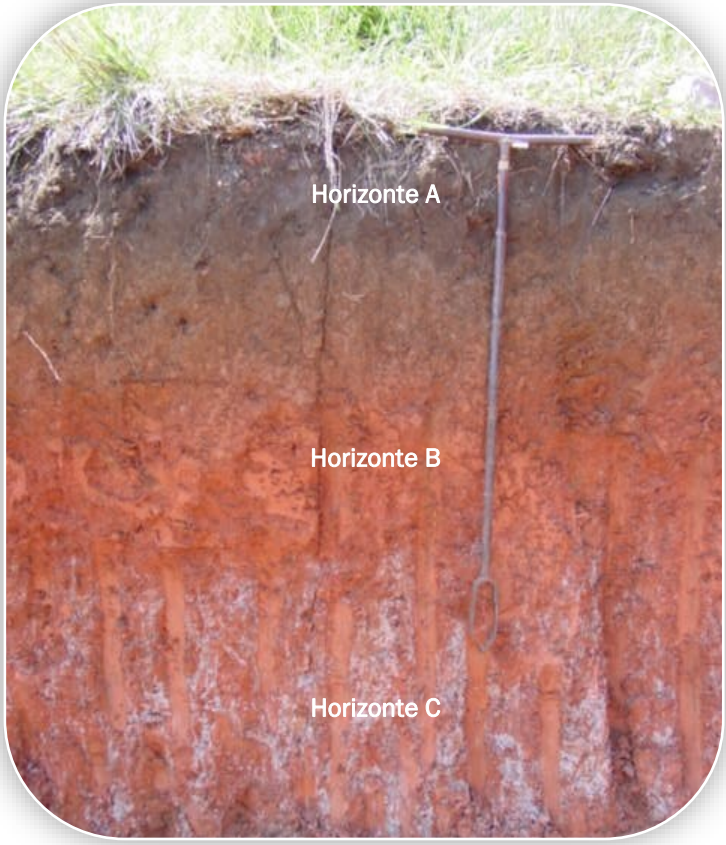


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS

6) Inicialmente é importante que os alunos possam manusear as amostras dos diferentes horizontes, observando diferenças existentes em termos de cor, dureza, pegajosidade, presença de raízes e organismos vivos. Deve-se estimular os alunos a perceber, principalmente, a presença de raízes, que é um ótimo indicador das condições favoráveis ao crescimento vegetal;

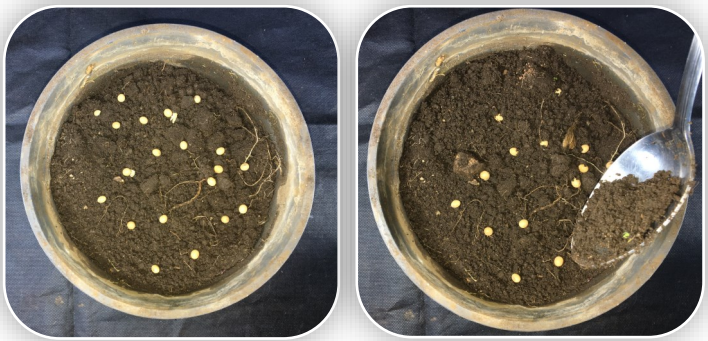
7) Se o solo coletado estiver em grandes blocos, pode-se utilizar um rolo de macarrão (ou uma garrafa de vidro vazia) para moer o solo, e deixá-lo mais solto. Se deixar torrões muito grandes, pode reduzir o contato do solo com as sementes, diminuindo a germinação das mesmas.

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

8) Colocar em cada vaso a amostra de um horizonte do solo, ou seja, um vaso terá amostra do horizonte A, outro do horizonte B, e o terceiro do horizonte C. Utilizar as etiquetas para identificar os respectivos horizontes. É interessante que os alunos participem ativamente desta etapa, e que seja discutido com eles a percepção das diferenças entre os horizontes do solo;

Foto: Renata M. da Silva Metling

9) Semear aproximadamente 20 sementes em cada vaso. Cobrir as sementes com solo. Cuidado para não deixar as sementes descobertas, nem enterrar demais as sementes. Quanto menor for a semente, menor deverá ser a profundidade de semeadura. É importante contar as sementes, colocando em cada um dos três vasos a mesma quantidade de sementes;



Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS

10) Os vasos devem ficar próximos a uma fonte de luz, como o pátio ou uma janela para as plantas se desenvolverem. Também é importante que ocorram regas frequentes, mas com cuidado para não molhar demais os vasos, para evitar o encharcamento do solo, pois as raízes da planta também precisam respirar. Mas também não deixar o solo seco para evitar que as plantas acabem morrendo por falta d'água. Também não se deve respingar a água com muita força sobre a superfície do solo, para evitar o descobrimento das sementes;

Foto: Renata M. da Silva Metling

11) O experimento demora em torno de duas semanas para que apresente resultados, dependendo da espécie vegetal que foi semeada e das condições meteorológicas. Também pode ocorrer que outras sementes, que já estavam no solo, comecem a se desenvolver. Neste caso podem-se remover manualmente ou cortar estas plantas espontâneas, que poderiam afetar o resultado do experimento;

12) No início pode não haver diferença de crescimento entre os vasos, pois as plantas jovens ainda estarão crescendo com as reservas da semente. Quando o professor perceber que já há uma nítida diferença entre o desenvolvimento das plantas entre os vasos, o experimento deve ser concluído com a presença dos alunos. Deve ser avaliada a quantidade de plantas germinadas, a altura das plantas, e cor das folhas e, então, comparar os resultados entre os vasos. Se há disponibilidade de uma balança, também se podem cortar as plantas, rente ao solo, e pesar a parte aérea das plantas, avaliando a massa úmida obtida em cada vaso.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever as respostas dos alunos.

a) Os solos têm diferentes horizontes?

b) Estes horizontes são diferentes (cor, dureza, pegajosidade, presença de raízes, etc.)?

c) A planta terá respostas diferentes quando plantada em horizontes diferentes?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados:

a) Quais foram os diferentes horizontes identificados?

b) O crescimento vegetal foi diferente nos horizontes do solo, em termos de quantidade de sementes germinadas, altura de plantas, e massa de plantas (se foi pesado)?

c) Por que as planta tem crescimento distinto quando semeadas em horizontes diferentes?

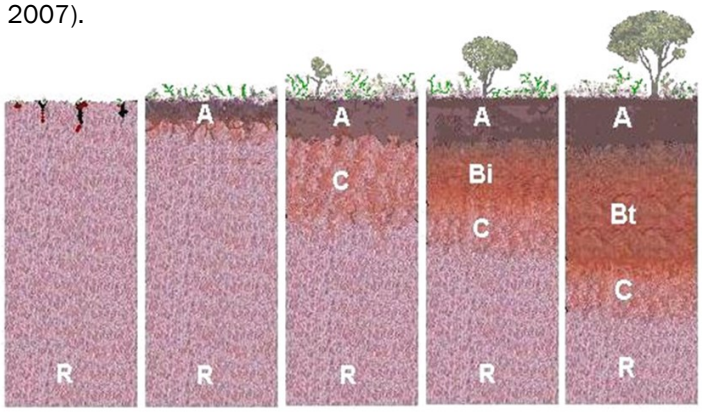
d) O que acontece se o solo perder o horizonte A devido à erosão ou outro processo de degradação?

Informações aos professores

A formação do perfil do solo e seus horizontes

O solo resulta da ação simultânea integrada do clima e organismos que atuam sobre um material de origem (geralmente rocha), que ocupa determinada paisagem ou relevo, durante certo período de tempo. Esses elementos (rocha, clima, organismos, relevo e tempo) são chamadas de fatores de formação de solo. Esses fatores são parte do meio ambiente e atuam de forma conjunta (LIMA; LIMA, 2007).

Durante seu desenvolvimento o solo sofre a ação de diversos processos de formação como perdas, transformações, transportes e adições. Esses processos são responsáveis pela transformação da rocha em solo, diferenciando-se desta por ser constituído de uma sucessão vertical de camadas que diferem entre si na cor, espessura, granulometria, conteúdo de matéria orgânica e nutrientes de plantas (LIMA; LIMA, 2007).



Fonte: Lima e Lima (2007)

HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS

Quando um solo é cortado verticalmente, como em um barranco de estrada, é possível observar toda a sequência de distintos horizontes. A essa seção vertical, da superfície até o material geológico, dá-se o nome de perfil de solo (LEPSCH, 2010).

Em solos inalterados em sua integridade estrutural de origem, um perfil típico pode ser dividido em três seções distintas denominadas de horizontes A, B e C (MENDONÇA, 2006).

Além do A, B e C, existem outros horizontes, bem como nenhum destes é obrigatório para caracterizar um solo. Existem solos que somente possuem o horizonte A sobre a rocha (camada R). Outros solos possuem os horizontes A e C sobre a rocha, e finalmente há aqueles nos quais existem os horizonte A, B e C. Deve ser ressaltado que não há nenhuma espessura mínima ou máxima para nenhum destes horizontes. Por exemplo, há solos sem horizonte B ou C. Em outros solos o horizonte B possui apenas alguns centímetros de espessura, enquanto em outros pode ter vários metros (MORAES et al., 2014).

Horizonte A - Segundo IBGE (2007) este é superficial, ou em sequência aos orgânicos horizontes O ou H, com concentração de matéria orgânica decomposta e perda ou decomposição principalmente de componentes minerais. (ferro, alumínio e argila). Ressalta-se, no entanto, que no horizonte A predominam minerais e não a matéria orgânica. Reichert e Dalmolin (2009) afirmam que o horizonte A é porção do solo onde se encontra grande parte das raízes, podendo ser rica em nutrientes para as plantas devido à maior quantidade de matéria orgânica que ajuda a reter os mesmos. Ainda, segundo estes autores, é a parte do solo onde os nutrientes da rocha de origem estão mais prontamente disponíveis devido a intensidade de intemperismo que a rocha sofreu até a formação do horizonte. Com maior disponibilidade de nutrientes em relação aos outros horizontes, este é caracterizado como o mais importante, pois a planta tem um melhor desenvolvimento.

Horizonte B – Segundo IBGE (2007) este é um horizonte subsuperficial de acumulação de argila, Fe, Al, Si, húmus, $CaCO_3$, $CaSO_4$, ou de perda de $CaCO_3$, ou de acumulação de sesquióxidos; ou com bom desenvolvimento estrutural. Reichert e Dalmolin (2009) explicitam que este horizonte situa-se abaixo do horizonte A. De acordo com estes autores, a quantidade de matéria orgânica, raízes bem como a atividade biológica, é menor do que o do horizonte A, devido a uma menor oxigenação e calor encontrados a tal profundidade. A planta pode ter dificuldade de extrair nutrientes, pois eles podem não estar prontamente disponíveis em decorrência do menor intemperismo (transformação) dos minerais (em solos mais jovens), ou da menor quantidade de matéria orgânica que nele existe.

Horizonte C – Segundo IBGE (2007) este é um horizonte mineral de material inconsolidado sob o horizonte B (ou horizonte A na ausência deste), relativamente pouco afetado por processos pedogenéticos, a partir do qual o solo pode ou não ter se formado, sem ou com pouca expressão de propriedades identificadoras de qualquer outro horizonte principal. Segundo Reichert e Dalmolin (2009) este horizonte é a rocha intemperizada, onde há pouca matéria orgânica, os nutrientes para as plantas podem ser escassos e a estrutura do solo é pouco propícia para o crescimento de raízes.

Para mais detalhes sobre os horizontes do solo, sugere-se ao professor a leitura do capítulo “Perfil do Solo e seus Horizontes” (LIMA; MELO, 2007), que faz parte do livro “O Solo no Meio Ambiente”, o qual é encontrado disponível para download gratuito no site do Programa Solo na Escola/UFPR (www.escola.agrarias.ufpr.br).

HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS

A perda de horizontes do solo e suas consequências

Infelizmente, em muitas regiões do Brasil, devido ao uso e manejo inadequados, tanto na área rural como urbana, o horizonte A já foi parcialmente ou totalmente removido por erosão, causando diminuição da qualidade ambiental do solo, já que sua restauração aos níveis originais é praticamente impossível (LIMA; MELO, 2007).

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

A perda do horizonte A (ou mesmo do horizonte B) pode ocorrer, na área urbana, em função das atividades de terraplanagem, que implicam no decapeamento do solo, visando a implantação de rodovias, ruas, casas, prédios, indústrias, etc.

A comparação no crescimento das plantas entre os três vasos ressalta a relevância de manter e preservar o horizonte A do solo, pois é aquele que apresenta melhores condições para o crescimento vegetal.

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Semear diferentes espécies de plantas, para ver se todas irão ter resposta de crescimento semelhantes ou não;

b) Ao invés de comparar o crescimento em diferentes horizontes do mesmo solo, comparar o crescimento de plantas no mesmo horizonte de diferentes solos;

c) Adubar e/ou compactar o solo para verificar se estas variações também influenciam o crescimento vegetal;

d) Reduzir ou eliminar a irrigação e verificar se as plantas irão murchar mais rápido ou devagar nos diferentes horizontes.

HORIZONTES DO SOLO E CRESCIMENTO DE PLANTAS

Reuso e reciclagem

	Os solos utilizados neste experimento podem ser descartado no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, os vasos plásticos podem ser reutilizados, ou ser separado para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 216 p.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2007. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).

LIMA, V. C.; LIMA, M. R. Formação do solo. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Ed.). **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. p. 1-10.

LIMA, V. C.; MELO, V. F. Perfil do solo e seus horizontes. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Ed.). **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. p. 11-16.

MORAES, R. A; CAMPAGNA, F. A; SANTOS, M. A. S. Recursos naturais: solos. In: SCHIEL, D. (Coord.). **Recursos naturais**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Centro de Divulgação Científica e Cultural, 2000. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html#observa> Acesso em: jun. 2014.

MENDONÇA, J. F. B. **Solo**: substrato da vida. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 156 p.

REICHERT, J.; DALMOLIN, R. **Solos florestais**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 290 p.

IMPACTO DA GOTA DA CHUVA NO SOLO

Bruna Ohana da Silva
Marcelo Ricardo de Lima
Elen Alvarenga Silva

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=FPCB-lIFFdk

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar o início da erosão hídrica do solo causada pelo impacto da gota de chuva;

b) Discutir fatores que causam a erosão hídrica do solo;

c) Discutir os efeitos da erosão hídrica;

d) Discutir sobre os problemas ambientais causadas pela erosão hídrica.

Materiais

a) 2 garrafas plásticas (PET) de 2 L;

b) 1 garrafa plástica (PET) de 500 mL;

c) Aproximadamente 2 kg de solo;

d) Um tufo de grama de jardim com solo aproximadamente do mesmo diâmetro da garrafa PET. Pode-se utilizar uma faca firme ou uma pá de jardinagem para cortar o tufo de grama. A retirada do tufo de grama deve ser feito por adulto, pois envolve o uso de ferramenta cortante;

e) 2 folhas de papel sulfite de cor branca;

f) Fita adesiva transparente larga;

g) Tesoura.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

IMPACTO DA GOTA DA CHUVA NO SOLO

Procedimento

1) Com a tesoura cortar as duas garrafas PET de 2 L, preservando a parte de baixo das mesmas. Esta etapa deve ser realizada por um adulto, pois envolve o uso de instrumento cortante;

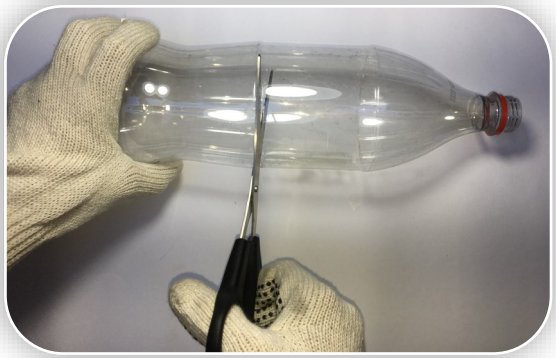


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Em uma das garrafas PET de 2 L cortadas colocar apenas solo até a borda da mesma;

3) Na outra garrafa PET de 2 L cortada colocar solo e o tufo de grama na superfície, encaixando o mesmo perfeitamente. Se necessário ajustar o tamanho da grama com uma faca;

Foto: Bruna Ohana da Silva

4) Envolver as garrafas com o papel sulfite, fixando com fita adesiva transparente;

Foto: Bruna Ohana da Silva

IMPACTO DA GOTA DA CHUVA NO SOLO

5) Encher a garrafa PET 500 mL com água. Esta garrafa servirá para similar a chuva no solo;

6) A garrafa PET de 500 mL, cheia de água, deve ser inclinada na horizontal e aberta a tampa parcialmente, para simular gotas de chuva, e deve ser mantida uma altura de no mínimo 1,0 m entre a garrafa com água e as garrafas com solo. Quanto mais alto estiver a garrafa que simula a chuva, melhor será o resultado do experimento;

7) Primeiro simule a chuva sobre o solo coberto com grama, e depois sobre o solo descoberto;

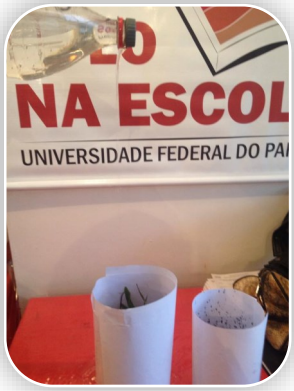


Foto: Bruna Ohana da Silva

8) Registrar se houve deposição de partículas na folha sulfite, evidenciando o efeito do impacto da gota de chuva no solo coberto e descoberto.

Foto: Bruna Ohana da Silva

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever as respostas dos alunos.

a) Qual a diferença na cobertura do solo nos dois vasos apresentados?

b) Quando simular a chuva em cada um dos vasos, o que irá acontecer?

c) Alguma sugestão sobre o motivo dos resultados que poderão ser obtidos?

IMPACTO DA GOTA DA CHUVA NO SOLO

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) O que se observou no papel sulfite em cada vaso?

b) Em qual vaso houve maior desagregação do solo?

c) É importante para o meio ambiente manter o solo coberto? Por quê?

d) Onde vai parar o solo que é perdido pela erosão?

Informações aos professores

O provável resultado desta experiência é que, quando se simular uma chuva com a água a garrafa PET sobre o solo sem a cobertura vegetal, provavelmente muitas partículas de solo serão desagregadas e depositadas na folha sulfite branca. O professor deve incentivar os alunos a observarem tal efeito. Isto ocorre devido à exposição da superfície, pois as gotas de água incidem diretamente no solo, e desagregam essas partículas componentes (areia, silte e argila). O professor deve discutir com os alunos que este início de erosão poderá se agravar com o tempo, e está relacionada com o regime de chuvas.

Quando se simular chuva no solo com a cobertura vegetal (grama), provavelmente poucas partículas de solo serão desagregadas pelo impacto da água devido à presença desta cobertura vegetal. O professor deve incentivar os alunos a observarem tal efeito. Deve-se ressaltar e explicar a importância da cobertura vegetal natural, como as florestas e os campos no combate e controle da erosão, principalmente na proteção contra o impacto direto das gotas de água (chuva), no aumento da infiltração da água, retenção de água e incorporação da matéria orgânica melhorando a estruturação do solo. O professor deve comentar que um solo deve estar totalmente coberto.

Erosão hídrica

Uma das principais causas da degradação ambiental, no meio rural e urbano, é a erosão do solo, a qual é o processo de desprendimento e arraste acelerado de partículas do solo causadas pelas ações da água e o vento (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1993). No Brasil, a erosão causada pelas águas (hídrica) é mais importante que a originada pelo vento (eólica) (LEPSCH, 2011).

De acordo com Favaretto et al. (2006) os três tipos principais de erosão hídrica são entre sulcos (ou laminar), em sulcos e em voçoroca. A erosão entre sulcos consiste na remoção mais ou menos uniforme de uma fina camada de solo de toda a extensão das superfícies lisas do terreno, onde não há concentração do fluxo de água. Esta forma de erosão é de grande abrangência, porém de difícil visualização no campo, já que somente uma uniforme e delgada lâmina de solo é removida da superfície do terreno por este processo. A erosão em sulcos é aquela que ocorre nos pequenos canais existentes na superfície do solo, onde há concentração do fluxo de água. A erosão em voçorocas representa um estágio avançado da erosão em sulcos, ocorrendo em canais com dimensões relativamente grandes.

Contudo, muitas vezes, se associa a erosão somente a processos de voçorocamento na paisagem, sendo esta imagem é muito comum nos livros didáticos do ensino fundamental e médio. Assim, é necessário mostrar ao aluno que a erosão começou muito antes da existência de uma voçoroca, ou seja, quando as gotas de água da chuva começaram a impactar o solo descoberto.

IMPACTO DA GOTA DA CHUVA NO SOLO

Impacto da gota da chuva no solo

De acordo com Brady e Weil (2013) a erosão se processa em três etapas: a) desagregação da massa de solo; b) transporte das partículas desagregadas morro abaixo; c) deposição das partículas transportadas em algum local em altitude inferior. A desagregação é ocasionada tanto pelo impacto direto das gotas da chuva no solo, como pelas águas que escorrem na superfície do mesmo (LEPSCH, 2011).

À medida que cai, a gota de chuva vai se acelerando, até atingir a chamada "velocidade terminal", aquela em que o atrito entre a gota e o ar equilibra a força de gravidade. As gotas de chuva maiores caem mais rápido. Nesta alta velocidade as gotas de chuva colidem com o solo com força explosiva (ver imagem abaixo).

Foto: Eloana Janice Bonfleur

O impacto da gota da chuva é uma intensa forma de energia do movimento (ou energia cinética) que desprende as partículas do solo que estavam agregadas. As gotas de chuva atingem a superfície do solo com uma velocidade entre 5 e 15 km/h. Dessa forma, a primeira etapa da erosão é o impacto direto das gotas de chuva, que provoca forte desagregação do solo, o qual ocorre somente quando a superfície do mesmo encontra-se descoberta (LEPSCH, 2011). A água da chuva que não é interceptada pela vegetação, ou resíduos de plantas na superfície, irá atingir diretamente o solo, desagregando suas partículas. A presença de uma árvore alta, por exemplo, não significa que o solo está coberto. As gotas que ficam na superfície das folhas podem cair da copa árvore até o solo descoberto, com energia cinética suficiente para causar desagregação das partículas.

O impacto da gota sobre a superfície descoberta resulta na quebra dos agregados do solo em agregados menores ou partículas individuais (areia, silte e argila), os quais podem ser mais facilmente transportados pela enxurrada que escorre sobre a superfície do terreno.

Conforme Bertoni e Lombardi Neto (1993), uma gota golpeando um solo úmido, forma uma cratera, compactando a área imediatamente abaixo sob o centro da gota, movimenta as partículas soltas para fora em um círculo em volta da sua área.

O impacto das gotas da chuva é o principal responsável pela desagregação das partículas de solo, enquanto o escoamento superficial é o principal responsável pelo transporte das mesmas. No entanto, as gotas da chuva também transportam partículas de solo, por ação de salpicamento, assim como a enxurrada as desagregam, por ação de cisalhamento. O impacto das gotas da chuva causa ainda o que comumente se denomina de selamento superficial (obstrução dos poros maiores da superfície do solo pelas partículas finas que foram dispersadas, formando-se mais tarde uma crosta no mesmo), o que diminui a infiltração de água no solo e, consequentemente, aumenta o escoamento superficial (FAVARETTO et al., 2006).

IMPACTO DA GOTA DA CHUVA NO SOLO

Uma chuva pode desprender mais do que 200 t/ha de partículas de solo, podendo as mesmas serem deslocadas a 1,0 m de altura e cobrirem um raio de 1,5 m (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1993).

Efeitos da erosão do solo

Além da perda de partículas sólidas do solo (minerais e orgânicas), a erosão promove a redução na capacidade de infiltração da água no solo, aumenta o escoamento superficial, e leva à perda de nutrientes e água.

Outro resultado da erosão, tanto em áreas urbanas como rurais, pode ser notado pela coloração barrenta dos córregos, rios e açudes causada pela presença de sedimentos em suspensão. Ao longo do tempo é comum o acúmulo dos sedimentos nas partes mais baixas do terreno e no fundo dos corpos d'água (assoreamento) que, neste último caso, promove a perda da capacidade de armazenamento do volume hídrico, podendo causar enchentes e inundações.

Um dos efeitos da erosão do solo no meio rural é a menor produtividade agrícola provocada pela degradação do solo, aumento da aplicação de fertilizantes (aumentando os custos), abandono da terra e estímulo para a migração a áreas urbanas trazendo implicações de ordem econômica, social e ambiental. Em certos tipos de solos, quando a erosão atinge um elevado grau de desgaste, causa a inutilização de áreas de cultivo não só pelo desgaste da camada superficial, mas também pelas voçorocas, em vários estágios de profundidade, que impedem a continuidade do uso do solo (RIO GRANDE DO SUL, 1985).

Ainda existem os efeitos nas bacias hidrográficas como a alta produção de sedimentos, degradação do ecossistema, contaminação da água, ou seja, o transporte de partículas de solo contribui ainda mais para poluir os cursos d'água, barragens, açudes, lagos e lagoas, não só pela presença de materiais sólidos, mas também pela concentração de agrotóxicos, bem como no assoreamento destas favorecendo enchentes e inundações podendo comprometer áreas urbanas (RIO GRANDE DO SUL, 1985).

A qualidade da água consumida nas cidades pode ser afetada pela erosão. Devido ao aumento da quantidade dos materiais em suspensão na água, aumenta o tempo e o custo do tratamento da água potável.

A vida útil das hidrelétricas que abastecem as cidades também é afetada pelo assoreamento dos cursos d'água provocado pela erosão. Se uma hidrelétrica reduz sua vida útil, pois seu reservatório está repleto de solo erodido, também aumentam os custos da energia para todos os usuários.

No meio urbano, os seguintes efeitos podem ser observados em função da erosão: a) redução da capacidade do solo em suportar a arborização urbana; b) problemas relacionados as estruturas hidráulicas e obras de engenharia; c) deposição de sedimentos em rios e canais, gerando alagamentos e enchentes, gerando riscos e prejuízos a população, principalmente aquelas que vivem nas margens dos cursos hídricos.

IMPACTO DA GOTA DA CHUVA NO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Alterar a altura que pinga a água;

b) Alterar a quantidade de água adicionada (para mais e para menos);

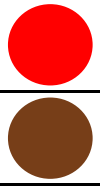
c) Adicionar a mesma quantidade de água, porém mais lentamente (como uma garoa) e rapidamente (como uma tromba d'água);

d) Variar a proporção de solo coberto nas garrafas com grama e resíduo vegetal.

Reuso e reciclagem

	O solo e a grama utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	As garrafas PET cortadas podem ser reutilizados em outro experimento, ou serem encaminhados, após lavagem, para a coleta seletiva para reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1993. 352 p.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. Cap. 14. Erosão do solo e seu controle. p. 551-590.

CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão entre sulcos sobre diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 117-124, jan. 2003.

FAVARETTO, N.; COGO, N. P.; BERTOL, O. J. Degradação do solo por erosão e compactação. In: LIMA, M. R. (Ed.). **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo**: aspectos teóricos e metodológicos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 255-292.

LEPSCH, I. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. Cap. 19. Degradação e conservação do solo. p. 407-438.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. **Manual de conservação do solo e água**: uso adequado e preservação dos recursos naturais renováveis. 3. ed. Porto Alegre, 1985. 287 p.

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Sara de Paula Sant'ana
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=Zamb4VYd4aw

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar a diferença do escoamento superficial da água em solo impermeabilizado e não impermeabilizado;

b) Discutir a importância das áreas vegetadas no meio urbano;

c) Discutir as consequências causadas pela impermeabilização do solo e os problemas que ela pode causar tanto no meio ambiente como na sociedade;

d) Sugerir em possíveis soluções para o problema da impermeabilização.

Materiais

a) 3 potes de sorvete de 2 L;

b) Furadeira com broca de aço rápido;

c) Gesso em pó (pode ser adquirido em casas de material de construção);

d) 1 pincel (tricha) de aproximadamente 5 cm de largura;

e) 4 copos de plástico descartáveis (200 mL);

f) 2 bandejas plásticas (mais largas que os potes de sorvete), porém baixas;

g) Água;

h) Solo triturado e seco;

i) 1 tufo de grama (a ideia é que o tufo seja da mesma largura e comprimento do pote de sorvete), podendo ser ajustado com uma faca.

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Procedimento

1) Utilizando uma furadeira com broca de aço rápido, fazer vários furos na lateral de 02 (dois) potes de sorvete (mais ou menos na metade deles), sendo todos na mesma altura. Esses furos irão simular os bueiros (sarjeta ou bocas de lobo) existentes na área urbana;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Em um dos potes de sorvete furados adicione o tufo de grama. Se necessário um adulto deverá ajustar o tamanho do tufo de grama com uma faca à largura e comprimento do pote. O tufo de grama deverá ficar na altura dos furos;

Foto: reprodução UFPR

3) Em outro pote de sorvete furado adicione o solo triturado e SECO até ficar um pouco abaixo da altura dos furos;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

4) No terceiro pote de sorvete prepare uma pasta com o gesso em pó. Misture-o com a água até que fique com uma consistência pastosa, mas um pouco líquida;

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

5) Adicione rapidamente essa pasta de gesso no pote que contém apenas o solo triturado, de forma que fique uma camada por cima dele, e espalhe com o pincel (ou trincha), de forma que fique uma camada homogênea por cima deste, exatamente na altura dos furos. Faça esta etapa rapidamente, devido à velocidade de secagem do gesso. Espere secar em torno de 15 a 20 minutos. Esse gesso estará simulando um material impermeabilizante por cima do solo, como uma calçada ou um asfalto;

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

5) Coloque as bandejas embaixo dos potes de sorvete furados com grama e com solo impermeabilizado;

6) Encha os quatro copos plásticos com água;

7) Despeje dois copos de água em cada pote, ao mesmo tempo, para simular uma chuva intensa;

7) Compare os resultados obtidos, observando a quantidade de água que verteu para cada bandeja.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever as repostas dos alunos no quadro ou no caderno.

a) O que o solo coberto com o gesso representa?

b) O que o solo com a grama representa?

c) O que irá acontecer em cada pote quando a água for jogada?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) O que houve com a água em cada um dos potes?

b) O que fez com que a jorrasse rapidamente pelos buracos em um dos potes?

c) Por que a impermeabilização é um problema?

d) Porque é importante a vegetação para evitar a impermeabilização do solo?

e) Quais as consequências de um solo impermeabilizado?

f) O que fazer para minimizar a impermeabilização?

Informações aos professores

O experimento tem como objetivo demonstrar a infiltração da água em solo impermeabilizado e não impermeabilizado. Os furos nos potes representam os bueiros pelos quais escoa a água da chuva e direção aos córregos e rios urbanos. O solo com um gramado representa os solos não impermeabilizados e o solo com o gesso representam um solo impermeabilizado (uma rua asfaltada, uma calçada, etc.). Nesse experimento é esperado que ao ser adicionada a água em ambos os potes, o pote que representa o solo impermeabilizado irá jorrar água pelos buracos, enquanto o pote que representa o solo não impermeabilizado irá absorver a maior parte da água. A bandeja representa o rio urbano, que receberá mais água no caso do pote com solo impermeabilizado, representando o rio de enchentes.

A impermeabilização do solo trata-se da incapacidade de absorção de água do solo. É um processo que ocorre frequentemente nas cidades devido à inserção de asfaltos. E isso se torna um problema porque a água não tem para onde ir. Para isso, existem os bueiros, porém essa medida não é o suficiente diante de uma chuva de maior intensidade, e também devido ao acumulo de lixo na cidade, que acabam indo parar nos bueiros e os entupindo. Com isso, aumentam-se os riscos de enchentes, erosão, compactação e deslizamentos de solos. Tais consequências devem ser avaliadas, pois acarretam problemas tanto para o meio ambiente quando para a população humana (BH RECICLA, 2019).

Não é necessário parar as construções para acabar com a impermeabilização do solo, apenas adicionar diferentes tipos de vegetações em meio às edificações, como arbustos nas calçadas, canteiros, árvores e outros. Outras soluções seriam a limpeza regular dos bueiros (para que a água possa passar sem nenhum impedimento) e a melhoria dos sistemas de drenagem urbana (USDA, 2005, p. 61), embora este último apresente geralmente elevado custo.

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Segundo a Comissão Europeia (2012, p. 15), o solo desempenha uma função crucial na produção de alimentos e de materiais renováveis, oferece habitats para a biodiversidade terrestre e subterrânea, filtra o fluxo de água para os aquíferos, entre outros. Por isso, a impermeabilização do solo causa um impacto muito grande no solo, eliminando grande parte de sua utilidade.

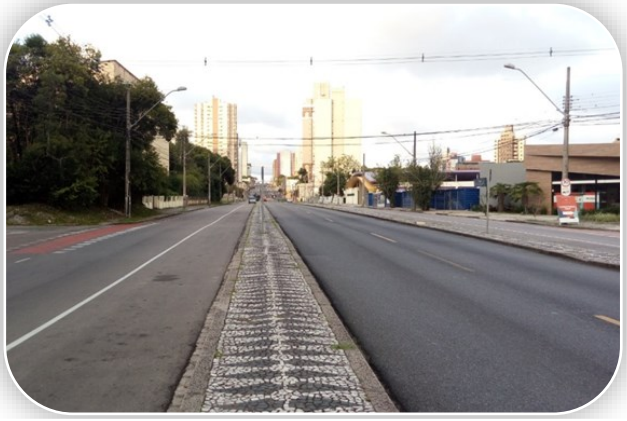


Foto: Selma Barbosa Bastos

Algumas consequências da impermeabilização do solo

De acordo com Comissão Europeia (2012, p. 56) a impermeabilização dos solos pode ocasionar os seguintes impactos:

a) Alterações no estado ambiental das bacias hidrográficas: Quando um solo está impermeabilizado, ele não absorverá a mesmo volume de água que absorvia antes, assim, quanto menos água no solo, maior a probabilidade de seca;

b) Danos na biodiversidade terrestre e aquática: Além de afetar os microrganismos do solo, a impermeabilização afeta também algumas espécies selvagens interrompendo as vias de migração e destruindo seus habitats;

c) Alteração na qualidade do ar: Com a falta de vegetação, devido aos processos de impermeabilização, as árvores, por exemplo, que absorvem gases poluentes, não desempenham mais esse papel, fazendo com que haja uma interferência na qualidade do ar;

d) Enchentes: Em épocas de muita chuva, os sistemas águas pluviais podem perder a capacidade de escoamento da água causando inundações à superfície;

Foto: Sara de Paula Sant'ana

e) Impacto no clima urbano: A perda de vegetação nas áreas urbanas causa a diminuição na evapotranspiração, que afeta no clima, tornando-o mais quente. Em casos de temperaturas extremas, ocorre o efeito de ilha térmica da impermeabilização dos solos, que pode ser prejudicial à saúde de pessoas vulneráveis (como idosos).

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Como diminuir ou evitar o impacto da impermeabilização no solo?

a) Limitar a impermeabilização do solo: Consiste em reduzir a ocupação dos solos inserindo zonas verdes, terras agrícolas, e zonas naturais em zonas habitadas (COMISSÃO EUROPEIA, 2012, p. 25);

Foto: Selma Barbosa Bastos

b) Atenuar os efeitos da impermeabilização: Evitar uma impermeabilização desnecessária, como por exemplo, utilizar jardins ao invés do calçamento. Ou também a utilização de materiais e superfícies permeáveis como grelhas de enrelvamento de concreto ou de plástico, asfalto poroso, entre outros;

Foto: Selma Barbosa Bastos

c) Desimpermeabilização: Restaurar o antigo perfil do solo retirando as antigas camadas impermeáveis (COMISSÃO EUROPEIA, 2012, p. 34);

d) Sensibilização: É necessário que as pessoas tenham consciência do papel do solo na sociedade e de sua importância. Não é necessário que pare as construções para que não haja problemas, mas sim, que elas sejam pensadas e feitas de uma maneira que não prejudique drasticamente o meio ambiente. Apenas que se tenha o controle e o conhecimento de ferramentas que possam diminuir o impacto causado. Não descartar o lixo de forma incorreta também ajuda muito a conter o problema;

e) Adequação da legislação: as leis municipais de uso e ocupação do solo devem prever a necessidade de conservar áreas permeáveis nos terrenos urbanos, preferencialmente ocupadas com vegetação.

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Variações neste experimento

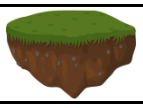
É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Aumentar ou reduzir a quantidade de água adicionada aos potes;

b) Utilizar tufos de grama de locais onde o solo está mais ou menos compactado;

c) Impermeabilizar apenas parcialmente o pote no qual foi adicionado o gesso.

Reuso e reciclagem

	A massa de gesso não deve ser descartada na rede de água de esgoto ou pluvial. O gesso pode ser triturado e adicionado no solo, como fonte de nutrientes (cálcio e enxofre). O enxofre apresenta uma importância significativa para o desenvolvimento das plantas, e o cálcio é importante para o crescimento das raízes, aumenta a resistência das plantas a pragas, entre outros.
	Depois de limpos, os potes de sorvete e copos plásticos podem ser separados para a reciclagem.
	O solo e a grama podem ser distribuídos novamente no jardim ou horta.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O uso de furadeira para realizar os furos no pote plástico deve ser feito por um adulto, com uso de luva grossa. Também se recomenda que o uso da faca para o corte do tufo de grama seja feito por um adulto.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

BH RECICLA. **Impermeabilização do solo**: entenda esse problema. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: < https://bhrecicla.com.br/blog/impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o-do-solo-entenda-esse-problema >. Acesso em: 11 jun. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. **Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos**. Luxemburgo: Serviço de Publicações da União Europeia, 2012. p. 15-61.

USDA. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center. **Urbain soil primer**. Lincoln, 2005. 74 p.

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS

Maria Harumi Yoshioka
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=WCdRZBJMzAA

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar a capacidade de infiltração e retenção da água em diferentes tipos de solo;

b) Demonstrar a importância da matéria orgânica na retenção da água.

Materiais

a) 2 copos (pode ser aqueles de massa de tomate ou requeijão de 200 mL) de uma amostra seca de solo arenoso. Na falta deste pode ser utilizada areia de construção;

b) 2 copos de uma amostra seca de solo argiloso. Não é para utilizar massa cerâmica (também conhecida por “argila de modelar”);

c) 2 copos de uma amostra seca de solo de uma floresta (solo de mata – pode ser coletado em parques). É importante a presença da matéria orgânica e a textura deste solo deve ser o mais argiloso possível;

d) 3 garrafas plásticas descartáveis transparentes (de refrigerante – tipo PET de 2 L sem o rótulo);

e) Pedaços de tecido ou pano;

f) Barbante ou elástico;

g) Água;

h) Tesoura (deve ser manuseada por adulto);

i) Canetinha;

j) Jornais velhos;

k) 1 copo de 200 mL (pode ser aqueles de massa de tomate ou requeijão).

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2005

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS

Procedimento

1) Espalhar e deixar as amostras de solos secando por alguns dias sobre algumas folhas de jornal ao ar livre, de preferência ao sol;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Preparar as garrafas plásticas cortando-as com a tesoura no meio. Esta etapa deve ser feita sempre por um adulto, preferencialmente com luva grossa, pois envolve o uso de instrumento de corte;

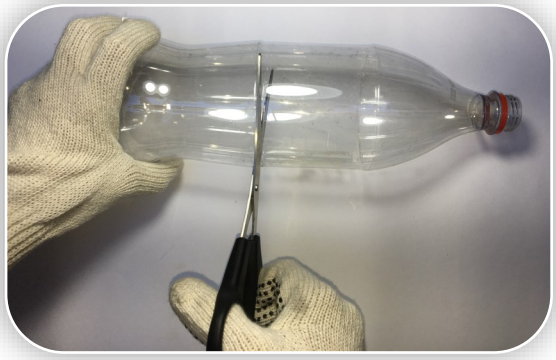


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) A parte da boca da garrafa será utilizada como um funil, e o fundo desta como o suporte;

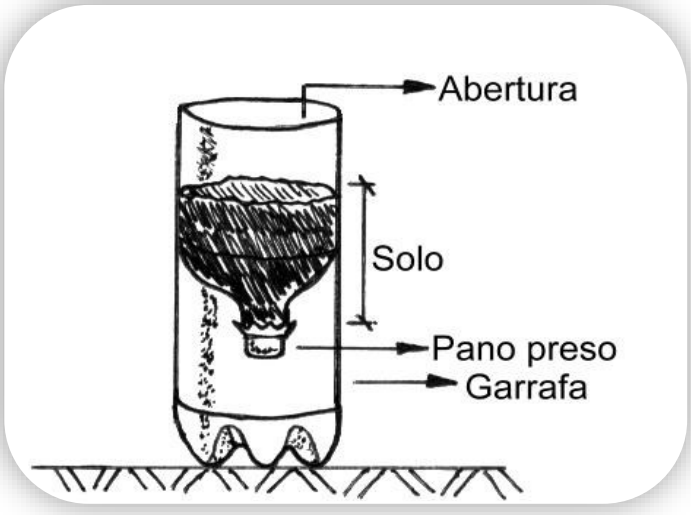


Ilustração: Maria Harumi Yoshioka

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS

4) Prender bem o tecido com o barbante ou elástico na extremidade de cada garrafa-funil (na boca desta);

Foto: Maria Harumi Yoshioka

5) Colocar cada garrafa-funil sobre seu suporte que é a outra parte da garrafa cortada (o fundo), de modo que fique apoiada;

Foto: Maria Harumi Yoshioka

6) Numerar as garrafas-funil (01, 02, 03);

7) Encher cada garrafa-funil com um tipo de amostra de solo já preparada anteriormente, colocando 2 copos de cada solo. A garrafa 1 com a amostra do solo arenoso. A garrafa 2 com o solo argiloso e a garrafa 3 com o solo de mata;

Foto: Maria Harumi Yoshioka

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS

8) Encher cada garrafa-funil com a mesma quantidade de água ou 2 copos em cada uma das garrafas. Deve ser adicionada a água ao mesmo tempo em todos os solos para comparar o tempo de infiltração;

Foto: Maria Harumi Yoshioka

9) Observar e anotar quanto tempo a água demorou para começar a pingar de cada garrafa-funil;

10) Observar e anotar quanto tempo a água ficou pingando e o quanto dela foi liberado em cada amostra de solo, marcando com canetinha em seu suporte (parte da garrafa que está recebendo a água que pinga do solo) ;

Foto: Maria Harumi Yoshioka

11) Observar a cor da água que está pingando;

12) Comparar os resultados obtidos e discutir em sala de aula.

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) Quando se jogar a água sobre as amostras, ela se infiltrará (entrará nestes solos) ou ficará ali parada?

b) Em qual das amostras a água vai começar a pingar antes?

c) Em qual das amostras a água vai pingar por mais tempo?

d) Qual amostra pingará mais água?

e) Qual das amostras demorará mais tempo para começar a pingar a água?

f) A água que sair das amostras será cristalina ou terá uma outra coloração?

g) Qual das três amostras armazenará mais água?

h) Qual dessas amostras pode ser melhor para as plantas terem e absorverem água para seu desenvolvimento e sobrevivência?

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) Por que a água se infiltrou (penetrou) nas três amostras de solo e não ficou ali parada?

b) Em qual das amostras a água começou a pingar antes? Por quê?

c) Em qual das amostras a água pingou por mais tempo? Por quê?

d) Em qual das amostras a água pingou mais (quanto foi liberado)? Tente explicar o que houve.

e) Em qual das amostras a água demorou mais para começar a pingar? Por quê?

f) O que aconteceu na amostra de solo com matéria orgânica?

g) Qual a aparência da água que está saindo de cada uma das amostras?

h) Qual das três amostras armazena mais água? Tente explicar o que houve.

i) A partir dos resultados obtidos, diga qual é a melhor amostra para as plantas terem e absorverem água para o seu crescimento e sobrevivência? Tente explicar o que houve.

j) A partir da interpretação dos resultados obtidos com o experimento, imagine que na horta ou jardim da sua escola tem apenas dois tipos de solo. De um lado um solo arenoso e do outro lado um solo argiloso e de repente começou a chover muito. Em qual dos solos é mais provável que a água escorra sobre o terreno?

Informações aos professores

Antes de se iniciar o experimento, pode-se abordar sobre os componentes básicos do solo que são os minerais e matéria orgânica (viva e morta) que correspondem aos sólidos do solo e ainda, o ar do solo (fase gasosa do solo) e a solução do solo (fase líquida do solo) que ocupam o espaço poroso do solo.

A fração sólida do solo apresenta-se na forma de uma mistura de grãos com formas e tamanhos variados, que são classificados de acordo com o seu diâmetro em frações granulométricas. As frações grosseiras correspondem ao esqueleto do solo (partículas com diâmetro maior que 2 mm), que são o cascalho (de 2 mm até 2 cm de diâmetro), calhau (de 2 cm até 20 cm) e o matacão (diâmetro maior que 20 cm). As partículas menores englobam a chamada “terra fina” (partículas menores que 2 mm de diâmetro), onde se enquadra a areia (com diâmetro de 0,05 mm até 2 mm), silte (de 0,002 mm até 0,05 mm) e a argila (possui diâmetro menor que 0,002 mm) (MONIZ, 1975).

Entretanto, não deve se confundir as frações granulométricas com os agregados do solo. Santos et al. (2015) define a estrutura do solo como uma agregação de partículas primárias do solo que irão compor a estrutura do solo. Segundo Vieira (1975), a estrutura refere-se à reunião das partículas unitárias do solo em partículas compostas ou grumos, as quais ao associarem-se darão origem a torrões, que constituem a parte macroscópica (visível a olho nu) da estrutura do solo.

Pode-se fazer a seguinte comparação: as partículas de solo ou frações granulométricas (areia, silte e argila) são os materiais para a construção da estrutura do solo (agregados); assim como o tijolo, areia e cimento são materiais para a construção de uma parede (estrutura) de alvenaria de uma casa.

O espaço poroso do solo é ocupado pelo ar do solo e água do solo.

O ar do solo fornece o O_2 necessário à respiração das raízes e microrganismos, difere do ar atmosférico em algumas características químicas, e necessita ser constantemente renovado para que não ocorra excesso de CO_2. O ar do solo ocupa usualmente os macroporos (BRADY, 1989).

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS

A água, juntamente com os íons inorgânicos e orgânicos em solução, forma a solução do solo (ocupando os microporos ou poros pequenos do solo). A solução do solo é importante não somente como fonte de água, às plantas, mas também como fonte de nutrientes para serem absorvidos pelas raízes (as raízes absorvem os íons inorgânicos que estão na solução do solo) (BRADY, 1989).

A matéria orgânica pode ser dividida em viva (raízes, macrofauna e microrganismos) e morta (não decomposta, em decomposição e húmus). Os animais e vegetais, que habitam a superfície ou o próprio solo, fornecem a matéria orgânica fresca (dejeções, excreções, cadáveres, folhas, etc.), a qual será decomposta pelos microrganismos do solo, formando gás carbônico, água, energia (que é aproveitada pelos microrganismos decompositores), íons inorgânicos e húmus (JORGE, 1985).

A matéria orgânica é uma fonte de nutrientes, aumenta a capacidade de retenção de água, melhora a estrutura do solo, porosidade, diminui a densidade do solo, consistência, cor, entre outros (LOPES, 1989).

A composição do solo pode influir na capacidade de retenção da água. Em areia ou em um solo arenoso, ocorre infiltração mais rápida e pouca retenção da água devido ao espaço poroso (predomínio de macroporos), que permite a drenagem livre da água do solo. Esses solos são, por natureza, mais secos porque retém pouca água. Eles são soltos, com menor tendência para a compactação do que os argilosos e fáceis de preparar. Já nos solos argilosos, existe maior retenção de água no solo devido à presença dos microporos que retém a água contra as forças da gravidade, porém esses solos podem ser facilmente compactados. Isto reduz o espaço poroso, o que limita o movimento do ar e da água através do solo, causando um grande escorrimento superficial das águas da chuva (LOPES, 1989).

A água armazenada no solo é importante, pois é a principal fonte deste componente às plantas, bem como é o meio no qual estão solúveis os nutrientes essenciais à planta (solução do solo). Na ausência da água, não é possível a vida vegetal ou animal (KLAR, 1984).

A água funciona como um solvente dos nutrientes do solo e como meio de transporte destes até e na planta, e através da transpiração do vegetal, atua evitando o dessecamento das folhas, além de ter outras funções, como participar ativamente do metabolismo do vegetal e da composição e atividades dos microrganismos presentes no solo (KLAR, 1984).

A água dos solos provém das chuvas ou irrigação e é assimilada pelas plantas, principalmente através das raízes. A água da chuva que atinge a superfície do solo pode infiltrar-se ou escorrer pela superfície do solo. Da água que penetra no solo, parte retorna à atmosfera pela evaporação do solo, ou por transpiração das plantas (evapotranspiração). A água restante ficará armazenada nos horizontes do solo ou se acumulará nas camadas mais profundas na forma de lençol freático, dando origem às nascentes dos pequenos rios (KIEHL, 1979).

Para o ensino médio e superior pode se abordar sobre os potenciais de água no solo. Os potenciais de água no solo são: potencial gravitacional, potencial matricial e potencial osmótico e determina o comportamento da água no solo.

Segundo Brady (1989), essas três forças atuam sobre a energia livre da água do solo. Esta água chega ao solo através de chuva ou irrigação e poderá ser armazenada no solo pelas forças de adesão ou atração entre as moléculas de água e as partículas de solo, ou seja, através do potencial matricial. Esta água pode ser perdida por lixiviação ou não ser absorvida pelo solo e ser perdida por erosão superficial devido ao potencial gravitacional, ou seja, o líquido tende a ser puxado para baixo. O potencial osmótico é concernente à presença de solutos no solo, ou em outras palavras, à solução do solo. Existe à atração das moléculas ou dos íons soluto pelas moléculas de água.

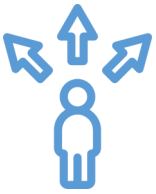
INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS

Os prováveis resultados desta experiência são: na amostra de solo arenoso ou areia, a água irá se infiltrar mais rapidamente e terá maior gotejamento que na amostra de solo argiloso (que pode demorar a iniciar a gotejar) ou com matéria orgânica, sendo assim, terá menor capacidade de retenção desta água, devido a essa facilidade de perda ou lixiviação. Os alunos devem observar o tempo que levou para iniciar a gotejar, quanto tempo permaneceu gotejando e o quanto foi liberado de água em cada amostra, bem como observar a cor da solução do solo.

Ao observar a coloração da água, poderá se notar que a amostra de solo com maior teor de matéria orgânica apresentará a cor mais escura. Já nas outras amostras a água poderá sair cristalina.

A amostra de solo coletada com matéria orgânica pode ser variável, em função da textura do solo. Se a amostra for coletada em solos de textura mais arenosa, ela pode ter resultados mais semelhantes à amostra de solo arenoso ou areia. A matéria orgânica é importante na capacidade de retenção de água em vários tipos de solo, principalmente em um solo arenoso, que por natureza retém pouca água, A matéria orgânica, como descrito anteriormente, afeta nas propriedades físicas do solo, melhorando-a em vários aspectos.

Deve-se prestar atenção quando os alunos estiverem utilizando a tesoura neste experimento. Em se tratando de alunos do segundo ciclo, o preferível é o próprio professor cortar as garrafas antes de iniciar o experimento.



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Alterar a quantidade de água adicionada (para mais e para menos);

b) Adicionar a mesma quantidade de água, porém mais lentamente (como uma garoa) e rapidamente (como uma tromba d'água);

c) Variar a quantidade de solo nas garrafas;

d) Realizar o experimento com solo seco e com solo molhado e verificar se há diferença no tempo da infiltração da água.

Reuso e reciclagem

	O solo e água utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	As garrafas PET cortadas podem ser reutilizados em outro experimento, ou serem encaminhados, após lavagem, para a coleta seletiva para reciclagem.

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SOLOS

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de tesoura, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.

KIEHL, E. J.; **Manual de edafologia**: relações solo – planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo – planta – atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984.

LOPES, A. S. (trad. e adapt.). **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/ POTAFOS, 1989.

MONIZ, A. C. (Coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1975.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa: SBCS, 2015. 102 p.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1975.

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS

Kemelyn Hack Pires
Luane Aparecida Staben
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=DnYAxZEzjJQ

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar a diferença de infiltração entre o solo sem resíduos plásticos e o solo com resíduos plásticos.

b) Discutir como é prejudicial o descarte de resíduos plásticos em lugares inadequados;

c) Discutir a problemática de infiltração da água em um solo com resíduos plásticos.

Materiais

a) 2 garrafas PET de 2 L;

b) 1 tesoura;

c) 2 pedaços de pano;

d) 2 elásticos;

e) 4 copos de plástico descartáveis (200 mL);

f) Solo seco e moído;

g) Água;

h) Alguns pedaços de plástico. Pode ser embalagem de balas, de salgadinhos, pedaços de sacolas plásticas de supermercado, etc. Podem ser utilizados pedaços de diferentes tamanhos.

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS

Procedimento

1) Preparar as garrafas plásticas cortando-as com a tesoura no meio. Esta etapa deve ser feita sempre por um adulto, preferencialmente com luva grossa, pois envolve o uso de instrumento de corte;

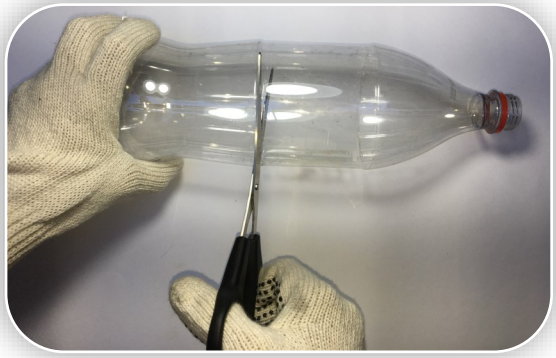


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Na parte de baixo do funil deve ser colocado o pano, de forma que tampe melhor a boca da garrafa, então com um elástico amarre-o e deixe-o bem preso;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) A parte da boca da garrafa será utilizada como um funil, e o fundo desta como o suporte;

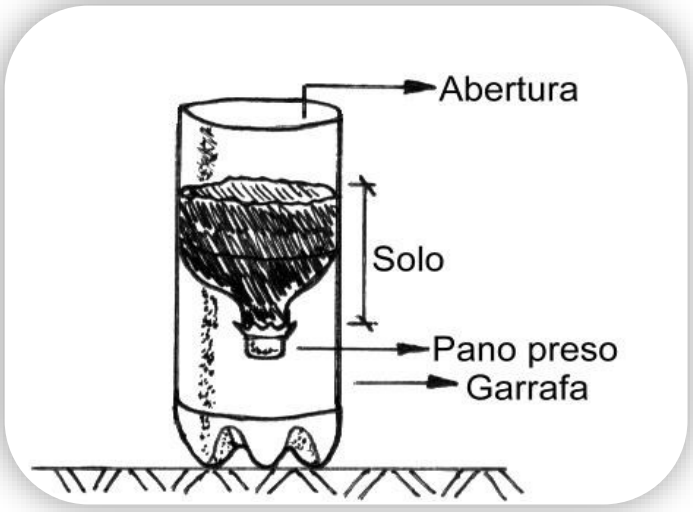
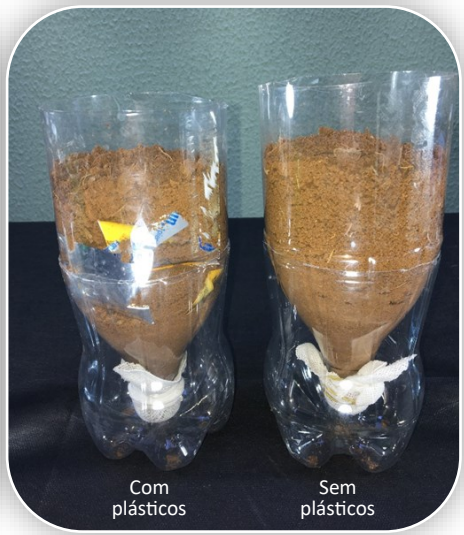


Ilustração: Maria Harumi Yoshioka

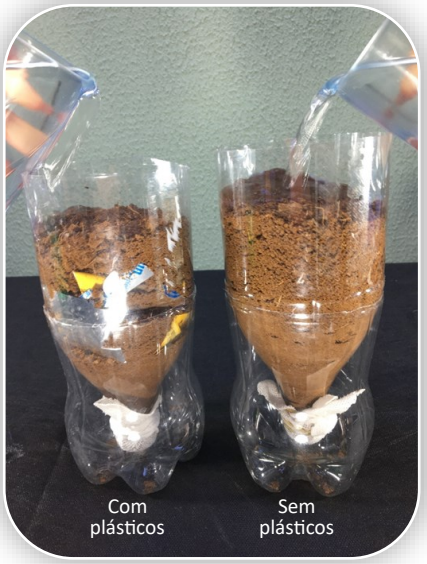
INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS

4) Com a etapa das garrafas prontas, coloque na primeira garrafa apenas o solo seco e triturado, para simular a situação de um solo natural. Na segunda garrafa intercale camadas sucessivas com um pouco de solo seco e pedaços de plástico, dispostos na horizontal, para simular um solo que recebeu este tipo de resíduo. Coloque os pedações de plástico na posição horizontal. Sempre deixar uma borda de 2 cm acima do solo, para a água não transbordar e para que o volume das duas garrafas seja igual.



Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

5) Encha os copos plásticos de 200 mL com água, em seguida derrame simultaneamente a água em cada solo para simular a chuva. São dois copos para cada garrafa. Assim, a mesma quantidade de água é despejada em ambos os solos. Despejar um copo de água após o outro, cuidando sempre para que não transborde;



Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS

6) Em qual solo a água infiltrou mais rápido? Em qual caso a água ficou mais tempo na superfície do solo? Observar o tempo que a água leva para começar a pingar em cada caso.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam ter ideia do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) A água que será colocada nas amostras de solo irá infiltrar ou ficará parada?

b) Em qual das amostras a água infiltrará mais rapidamente?

c) Em qual das amostras a água começará a pingar antes?

Após o experimento, faça novamente algumas perguntas para avaliar se os alunos compreenderam o experimento e as implicações de seus resultados. São sugeridas as questões abaixo:

a) Quais as diferenças entre o solo natural e o solo do ambiente urbano?

b) Em qual das amostras a água infiltra mais rapidamente? Por quê?

c) Qual é o outro caminho para a água da chuva que cai sobre o solo do ambiente urbano e não infiltra?

d) Qual o problema de a água do solo do ambiente urbano escoar?

e) O lixo é bom para o solo? Quais consequências o lixo pode causar no solo?

f) Os organismos do solo (caracóis, minhocas, formigas, etc.) vivem melhor em qual destes solos?

g) Qual solo é melhor para as plantas?

Busque sempre complementar as respostas dos alunos e relacionar as perguntas com situações que julgue interessante.

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS

Informações aos professores

O plástico e sua degradação no ambiente

O progresso acelerado da humanidade, com base na industrialização, tem gerado ofertas maciças de produtos em atendimento às diversas necessidades da população, o que, por consequência, gera uma crescente demanda por energia e o elevado descarte de resíduos, sejam urbanos ou industriais, poluindo o meio ambiente (CORRÊA, 2012, p. 49).

Os plásticos em forma de filme (sem limpeza) representam 20 % em volume e 8% em massa no lixo urbano. A reciclagem se apresenta não só como uma ferramenta para a economia de recursos naturais não renováveis, mas também como forma de redução da quantidade de plásticos presentes nos locais de deposição de lixo (REMÉDIO; ZANIN; TEIXEIRA, 1999).

Ainda há o agravante do plástico ser um material de degradação lenta, presente no meio ambiente por longo período. Os plásticos (polímeros sintéticos), em sua maioria, são oriundos do petróleo, matéria prima de recursos natural não renovável, com custo elevado tendo sua cotação com tendências sempre crescentes representando, inclusive, um fator gerador de influências na economia mundial (CORRÊA, 2012, p. 51).

Denomina-se de lixo tudo aquilo que jogamos fora e que se julga não ter mais utilidade, porém este não é simplesmente um amontoado de materiais. Ele é composto por diferentes tipos de resíduos, que necessitam de um manejo diferenciado, entre esses resíduos destaca-se o resíduo plástico que é potencialmente reciclável. Porém, segundo o Ministério do Meio Ambiente (s.d.), um terço do lixo doméstico é composto de embalagens plásticas e cerca 80% das embalagens são descartadas após usadas apenas uma vez. É fácil observar isso quando a maioria dos produtos dos supermercados vem em embalagem plástica. O problema maior está no descarte desses resíduos, uma vez que nem todas as pessoas separam o seu lixo em casa, também por isso que os resíduos plásticos acabam indo parar no meio ambiente.

O plástico chama a atenção pela persistência da poluição que gera, já que o material, feito principalmente a partir do petróleo, com aditivos químicos, demora aproximadamente 400 anos para se decompor (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005).

A infiltração da água no solo e o efeito dos plásticos neste processo

Entre os diversos parâmetros componentes do ciclo hidrológico, pode-se afirmar que a infiltração é dos mais importantes pois, junto com a precipitação, determina a quantidade de água que fica disponível para as plantas, o escoamento superficial e o abastecimento dos lençóis freáticos (SILVA; KATO, 1998).

Diversos fatores afetam a capacidade de infiltração, tais como os aspectos pedológicos, a topografia do relevo, o manejo do solo e a cobertura de sua superfície. Dentre os atributos do solo, textura, estrutura, porosidade e umidade são determinantes na movimentação de água no perfil do solo (POTT et al., 2019).

Quando resíduos plásticos são acumulados na superfície do solo, ou até enterrados, acabam afetando a infiltração da água no solo, uma vez que, por possuírem alta impermeabilidade, os mesmos não reduzem a infiltração da água da chuva, favorecendo o escoamento superficial.

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS

Normalmente a água que não infiltra, escoa e potencializa a erosão do solo e, consequentemente, o assoreamento de rios. No ambiente natural o solo normalmente possui uma inclinação, que faz com que a água da chuva escoe mais rapidamente, porém neste ambiente a vegetação funciona como uma barreira que diminui a velocidade da água que escoa em direção ao rio. Porém, na área urbana, normalmente sem a proteção da vegetação e com grande acúmulo de resíduos plásticos, a erosão é mais comum, pois a água que não infiltra escoa, causa erosão do solo e assoreamento dos rios. Quando o rio é assoreado, ele pode transbordar com as chuvas, favorecendo a ocorrência das enchentes. Também, como os bueiros, que seriam responsáveis por reter parte da água da chuva, ficam entupidos pelo resíduo plástico principalmente, as enchentes tornam-se ainda mais catastróficas.

O solo serve de abrigo e é o habitat de muitos organismos vivos, os quais desempenham funções importantes ao ecossistema. A decomposição de materiais orgânicos, atividades simbióticas com raízes de plantas e a melhoria na aeração do solo são alguns dos benefícios proporcionados pelos organismos do solo. Porém, sua utilização inadequada acaba interferindo diretamente na atividade biológica. Danos como a compactação, o selamento superficial, a erosão, a remoção da matéria orgânica, adição de substâncias tóxicas ao solo, entre outras, reduzem significativamente a vida no solo, descartando todos os benefícios proporcionados pelos organismos, tão importantes ao condicionamento do solo (PEDRON; DALMOLIN, 2002).

As consequências dos plásticos para a vida no solo

Atualmente muito se discute sobre o acúmulo de plásticos nos oceanos que afeta a vida marinha, porém é menos comum a discussão sobre o problema deste resíduo em relação à biota do solo.

Segundo Brown et al. (2015, p. 122) o solo além de ser um substrato para o crescimento de plantas e produção de alimentos, também deve ser considerado um “ente” vivo, pois contém milhares de animais e microrganismos. Essa biota forma uma complexa teia trófica, em cuja base normalmente estão as raízes, a serapilheira e a matéria orgânica do solo. Alguns destes organismos, passam o dia inteiro se movimentando, portanto, estes podem encontrar uma barreira que impede sua locomoção e busca por alimento. As plantas também podem encontrar um impedimento para o crescimento e desenvolvimento de suas raízes por conta dos resíduos plásticos no solo.

A biodiversidade da fauna edáfica pode ser compreendida como a variedade e variabilidade de espécies de organismos presentes no solo. Já é sabido que a biodiversidade de um ecossistema tem íntima e positiva correlação com a sustentabilidade e com o equilíbrio do ambiente, sendo uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável por manter o equilíbrio e a estabilidade dos ecossistemas. A sensibilidade da fauna do solo tem papel importante na avaliação das atividades promovidas pelo homem, sendo uma propriedade indicativa para monitorar a qualidade do solo (BARETTA et al., 2011).

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Alterar a quantidade de água adicionada (para mais e para menos);

b) Adicionar a mesma quantidade de água, porém mais lentamente (como uma garoa) e rapidamente (como uma tromba d'água);

c) Variar a quantidade de plástico adicionado entre as camadas de solo;

d) Adicionar pedaços de plástico maiores ou menores.

Reuso e reciclagem

	O solo utilizado neste experimento (após separação do plástico) pode ser descartado no jardim ou horta, pois não apresenta resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, as garrafas PET, os copos plásticos e pedaços de plástico podem ser separados para coleta seletiva visando a reciclagem. Elásticos podem ser reutilizados para outro fim.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de tesoura, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 7, p. 119-170, 2011.

CORRÊA, L. C. Alternativa para o plástico: reciclagem energética**. Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, São Gotardo, n. 6, p. 49-60, 2012.

BROWN, G. G. et al. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma mata atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 122-154.

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO AFETADA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Impacto das embalagens no meio ambiente. [s.l.], [s.d.]. Disponível em:<https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente.html>. Acesso em: 14 maio 2020.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Manual de educação para o consumo sustentável. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/IDEC, 2005. 160 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

PEDRON, F. de A.: DALMOLIN, R. S. D. Caracterização e manejo de solos urbanos. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 4 p. (Centro de Ciências Rurais. Informe Técnico, 5).

POTT, C. A.; BARBOSA, E. A. A.; SPLIETHOFF, J.; FOGAÇA, A. M. Métodos para determinação de infiltração de água no solo. In: BERTOL, O. J.; COLOZZI FILHO, A.; BARBOSA, G. M. C.; SANTOS, J. B.; GUIMARÃES, M. F. Manual de manejo e conservação do solo e da água para o estado do Paraná. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. p. 201-208.

REMÉDIO, M. V. P.; ZANIN, M.; TEIXEIRA, B. A. N. Caracterização do efluente de lavagem de filmes plásticos pós-consumo e determinação das propriedades reológicas do material reciclado. Polímeros, São Carlos, v. 9, n. 4, p. 177-183, 1999.

SILVA, C. L.; KATO, E. Avaliação de modelos para previsão da infiltração de água em solos sob cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 7, p. 1149-1158, 1998.

MAGNETISMO NO SOLO

Gabriela Nicolau Maia
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=rwLIfjYM6NI

Público sugerido

Alunos do nono ano do ensino fundamental e do ensino médio, devido aos conceitos envolvendo magnetismo e estrutura molecular. No entanto pode ser utilizado com alunos de anos anteriores, mas com restrições em relação à explicação do fenômeno envolvido .

Objetivos

a) Demonstrar a existência de propriedade magnética no solo;

b) Discutir a origem e a finalidade das propriedades magnéticas presentes no solo .

Materiais

a) Uma placa de vidro. Pode ser usado vidro de porta retrato 13 x 18 cm ou maior. Para evitar riscos de cortes, as bordas do vidro devem estar lixadas, e não cortantes;

b) Aproximadamente 50 g de solo sem presença de minerais ferrimagnéticos;

c) Aproximadamente 50 g de solo com presença de minerais ferrimagnéticos (principalmente magnetita ou maghemita). Se há ocorrência das rochas como basalto ou diabásio em sua região, é provável que existam solos com esta característica. Em muitas regiões do país este tipo de solo pode ser denominado popularmente de “terra roxa”, embora não seja uma característica exclusiva deste solo. Existe a possibilidade de não ser encontrado nenhum solo em sua região com este atributo. Neste caso você deverá esperar a oportunidade de viajar a algum lugar com este solo, ou talvez conheça alguém que possa lhe enviar uma amostra pelo Correio;

d) Papel cartão colorido, que contraste bem com a cor do solo;

e) Um ímã de ferrite (encontrado em lojas de produtos magnéticos ou papelarias);

f) Fita adesiva transparente larga;

g) Duas bandejas

h) Tesoura.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

MAGNETISMO NO SOLO

Procedimento

IMPORTANTE: É importante que o professor faça o experimento previamente, pois dependendo do tipo de solo os resultados podem ser distintos. Nem todos os solos apresentam os minerais anteriormente citados, o que alterará o resultado a ser observado.

1) Limpar o vidro cuidadosamente.

2) Colocar o papel cartão sob uma mesa e em seguida o vidro em cima para realizar o corte do molde com uma tesoura;

Foto: Gabriela Nicolau Maia

2) Depois de feito o corte, fixar o papel cartão na parte de traz do vidro com a fita adesiva larga;

Foto: Gabriela Nicolau Maia

3) Fixar o ímã de ferrite atrás do papel cartão com fita adesiva larga. Deixe o ímã bem grudado atrás do papel cartão, de modo que não fique solto;

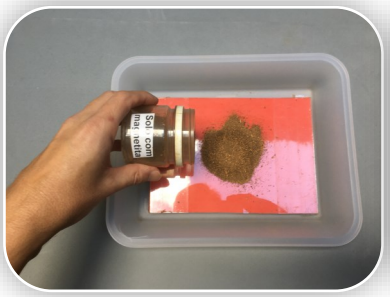
Fotos: Gabriela Nicolau Maia

MAGNETISMO NO SOLO

4) Despejar um pouco da amostra de solo **sem** presença de minerais ferrimagnéticos sobre a superfície do vidro. Inclinar a placa de vidro na vertical e observar o que acontece. Colocar uma bandeja embaixo para o excesso de solo que cair.

Fotos: Marcelo R. de Lima

4) Despejar um pouco da amostra de solo **com** presença de minerais ferrimagnéticos sobre a superfície do vidro. Inclinar a placa de vidro na vertical e observar o que acontece. Colocar uma bandeja embaixo para o excesso de solo que cair.



Fotos: Marcelo R. de Lima

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento.

a) O solo pode ser atraído por um ímã?

b) Todos os tipos de solo podem ser atraídos por um ímã?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) Por que nem todos os solos são atraídos por um ímã?

b) Quais tipos de solo podem ser atraídos por um ímã?

MAGNETISMO NO SOLO

Informações aos professores

Magnetismo é uma propriedade que certos corpos, ímãs, têm em atrair ou repulsar ímãs e outras substâncias magnéticas como ferro, níquel e cobre.

As substâncias ferromagnéticas são caracterizadas por possuírem uma magnetização (espontânea) que pode persistir mesmo na ausência de um campo magnético. Esse comportamento é bem diferente daquilo que ocorre numa substância paramagnética em que a magnetização só aparece quando se aplica um campo magnético (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Fabris et al. (1994), a magnetização dos solos se relaciona com a proporção de minerais ferrimagnéticos nos mesmos, representados, essencialmente, pelos óxidos de ferro (termo que aqui inclui óxidos, oxi-hidróxidos e hidróxidos) com estrutura de espinélio. Os solos magnéticos (cuja magnetização excede 1 JT^{-1} kg^{-1}) são de particular importância nas faixas tropical e subtropical do planeta.

Ferromagnetismo é um tipo de magnetismo que ocorre com substâncias puras (Fe, Co, Ni). Os minerais ferrimagnéticos também exibem forte caráter magnético (COSTA; BIGHAM, 2009).

Solos tropicais são sujeitos a intemperismo relativamente intenso e tendem a concentrar residualmente óxidos de Fe e de Al. Os óxidos de Fe respondem pela magnetização (σ) do solo, especificamente os ferrimagneticamente ordenados, como a magnetita (Fe_3O_4; σs = 92 a 100 J T^{-1} kg^{-1}) e a maghemita (ɣFe_2O_3; σs = 60 a 80 J T^{-1} kg^{-1}). A hematita (αFe_2O_3; σs = 0,3 J T^{-1} kg^{-1}) contribui relativamente pouco, em relação aos dois primeiros, enquanto a goethita (αFeOOH), a ilmenita ($FeTiO_3$) e os silicatos com Fe estrutural não são magneticamente ordenados, à temperatura do ambiente (COEY, 1988, citado por SILVA, 2005).

Portanto, serão os solos com maior concentração de magnetita (Fe_3O_4) e maghemita (γFe_2O_3) que terão maior atração pelo ímã.

A magnetita é um mineral primário acessório, comum em rochas magmáticas e metamórficas. No processo de intemperismo destas rochas, a magnetita tende a se acumular nas frações mais grosseiras (areia, cascalho) de solos e sedimentos (COSTA; BIGHAM, 2009).

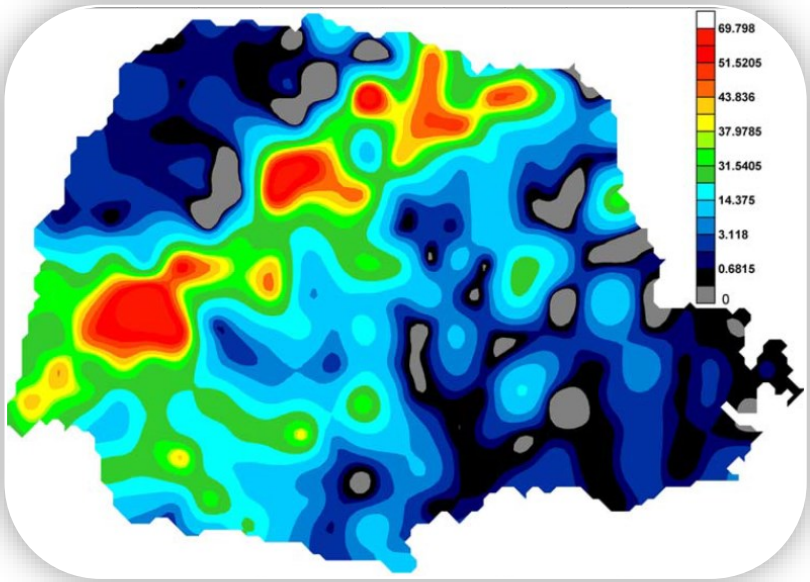
A maghemita é um óxido de ferro secundário, de estrutura cristalina muito parecida com a magnetita, mas é um polimorfo da hematita. Sua designação é, portanto, derivada da combinação dos nomes destes dois minerais. A maghemita é um mineral ferrimagnético comum em solos desenvolvidos de rochas vulcânicas básicas (como o basalto) e, de forma semelhante à magnetita, é identificada facilmente na fração argila dos solos, com um imã de mão (COSTA; BIGHAM, 2009).

A magnetita nos solos geralmente é herdada do material de origem, mas também pode formar no solo por meio de processos bióticos. A maghemita é comum em solos de clima tropical e subtropical, mas ocorre ocasionalmente também em solos de clima temperado que tenham sido expostos a incêndios. A maghemita também se forma pela oxidação de magnetita, ou por aquecimento (300 a 425 °C) de outros óxidos de Fe, na presença de compostos orgânicos (SCHEINOST, 2005, p. 432).

Os solos da região tropical são tipicamente mais sujeitos a altas taxas de intemperismo e lixiviação e tendem a concentrar residualmente os óxidos de ferro (FABRIS et al., 1994). No caso do Brasil, eles ocupam uma área significativa do território, estimada em cerca de 5% da superfície do País e, na maioria dos casos, são de grande importância econômica para a agricultura, em virtude de suas relativamente altas aptidões agrícolas. A alta aptidão agrícola dos solos magnéticos é creditada à capacidade que os óxidos de ferro magnéticos têm de acomodar micronutrientes (Cu, Mo, Co, Zn, Mn). Assim, as medidas de magnetização, que refletem a proporção desses óxidos no solo, seria também um indicador indireto de fertilidade natural (FABRIS et al., 1994).

MAGNETISMO NO SOLO

No estado do Paraná, por exemplo, ocorrem extensas áreas de solos com minerais ferrimagnéticos, especialmente nas áreas influenciadas pela ocorrência de rochas máficas, como o basalto, principalmente no terceiro planalto paranaense (SILVA et al., 2010). É comum encontrar solos com este atributo no Paraná, principalmente nas regiões de Londrina, Maringá, Campo Mourão, Cascavel, Foz do Iguaçu, Pato Branco e Francisco Beltrão. Na Figura a seguir as áreas com solos com susceptibilidade magnética (em 10^{-8} m^3 kg^{-1}) em estão representadas em vermelho no mapa.



Também podem ser facilmente encontrado este atributo em muitos solos do norte e noroeste do Rio Grande do Sul, oeste de Santa Catarina, partes de São Paulo, sul de Goiás, dentre outras regiões, onde se encontram os solos popularmente conhecidos como “terras roxas”, formados de rochas ígneas básicas, embora este atributo não seja exclusivo deste tipo de solos.

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Testar o solo com magnetita e areia;

b) Deixar o imã sobre a mesa, colocar uma folha de papel A4 sobre o mesmo, despejar o solo com magnetita sobre a folha de papel e começar a movimentar a folha;

c) Analisar o mapa geológico de seu estado e ver onde há rochas que possivelmente formam solos com magnetita, como basalto, diabásio, gabro, etc.

MAGNETISMO NO SOLO

Reuso e reciclagem

	O solo utilizado neste experimento pode ser descartado no jardim ou horta, pois não apresenta resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após separação do vidro, o papel cartão pode ser encaminhado para a coleta seletiva para reciclagem.
	Após separação do papel, o vidro pode ser encaminhado para coleta seletiva para reciclagem.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de tesoura e manuseio do vidro, que devem ser realizados por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo e grama em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

COSTA, A. S. C.; BIGHAM, J. M. Óxidos de ferro. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo**. Parte I. Conceitos básicos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 505-572.

FABRIS, J. D.; COEY, J. M. D.; CUGAT, O.; McCAULEY, J. Magnetômetro portátil para solos. In: EMBRAPA. Centro de Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. p. 321-323.

LEPSCH, I. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 440 p.

MINEROPAR. Minerais do Paraná S.A. **Geoquímica de solo - Horizonte B**: Relatório final de projeto. Curitiba, 2005. 2 v.

OLIVEIRA, M. J. **Termodinâmica**. São Paulo: Livraria de Física, 2005.

SCHEINOST, A. C. Metal oxides. In: HILLEL, D.; ROSENZWEIG, C.; POWLSON, D.; SCOW, K.; SINGER, M.; SPARKS, D. (Ed.). **Encyclopedia of soil in the environment**. New York: Academic Press, 2005. p. 428-438.

SILVA, F. D.; COUCEIRO, P. R. C.; FABRIS, J. D.; GOULART, A. T.; KER, J. C. Magnesioferrita e caminho pedogenético de transformação de óxidos de ferro magnéticos em dois perfis de solo derivados de tufito da região do Alto Paranaíba (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 763-775, 2005.

SILVA, A. R.; SOUZA JÚNIOR, I. G.; COSTA, A. C. S. Suscetibilidade magnética do horizonte B de solos do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 329-337, 2010.

POLUENTES NO SOLO

Thatiane Calixto Buba
Eloana Janice Bonfleur
Jéssica Karoline Fernandes Cordeiro
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=NHrttMP2Dgs

Público sugerido

Alunos a partir do nono ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar a capacidade do solo em agir como um filtro de poluentes e contaminantes do meio ambiente;

b) Discutir o resultado obtido, abordando os atributos do solo que contribuem para a maior retenção de poluentes.

Materiais

a) Duas amostras de solo: uma arenosa e outra argilosa (aproximadamente 300 g ou o necessário para completar o volume da garrafa). Caso não tenha amostra de solo arenoso, pode ser utilizada areia de construção, mas neste caso deve ser indicado aos alunos que a comparação é entre solo e areia. Não deve ser usada massa cerâmica (popularmente conhecida como “argila” de modelar) nesta experiência;

b) Folhas de jornal;

c) Rolo de macarrão velho ou garrafas de vidro;

d) Três garrafas PET de 2 L limpas e sem rótulo;

e) Tesoura;

f) Dois círculos pequenos de tecido, com aproximadamente 7 cm de diâmetro, ou o tamanho necessário para vedar o gargalo da garrafa PET;

g) Pedaço de barbante ou elástico;

h) Metade de uma beterraba média;

i) Liquidificador;

j) Peneira.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2015

POLUENTES NO SOLO

Procedimento

1) Colocar as amostras de solo para secar sobre as folhas de jornal por alguns dias ao ar livre em local seco. Após a secagem, passar uma garrafa de vidro ou rolo de macarrão velho, com objetivo de destorroar um pouco as amostras, para que isso não interfira no resultado final do experimento.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Com a tesoura corte as duas garrafas PET de 2 L aproximadamente na metade das mesmas. Esta etapa deve ser feita por um adulto, preferencial com luva grossa, para evitar acidentes;

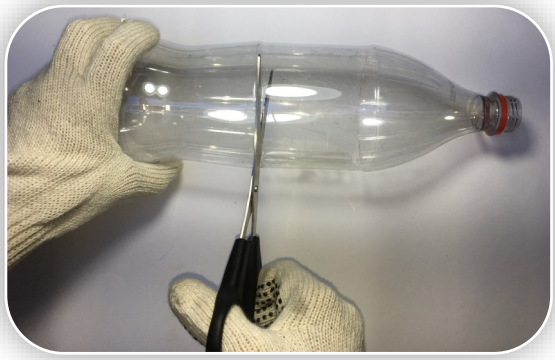


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) Prender o tecido no gargalo da garrafa PET com o barbante ou elástico de forma que o tecido fique firme ;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

POLUENTES NO SOLO

4) Montar o experimento de modo que a parte superior fique como um funil encaixado na parte inferior da garrafa.

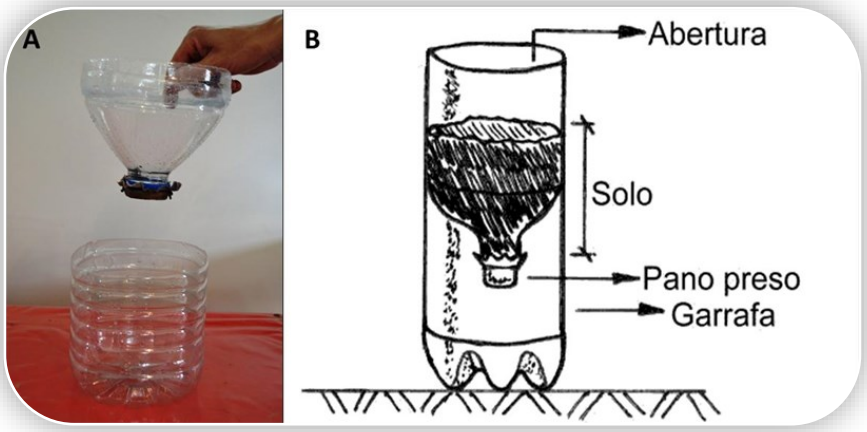


Foto: Eloana Janice Bonfleur

Ilustração: Maria Harumi Yoshioka

5) Preencher o funil com as amostras de solo secas, anteriormente preparadas. Em um funil será colocado o solo argiloso e em outro o solo arenoso. Deve ser colocada uma quantidade de solo que não complete totalmente o funil, deixando uma borda de no mínimo 2 cm;

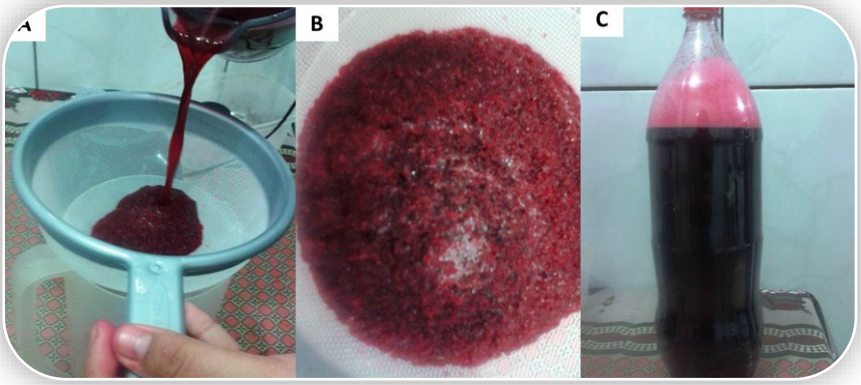
Foto: Eloana Janice Bonfleur

6) Para preparar o corante, cortar a beterraba em cubos (A) e transferi-la para um liquidificador contendo 1 L de água (B). Fechar a tampa do liquidificador e bater por aproximadamente 2 minutos. Esta etapa deve ser realizada por adulto, pois pode causar acidente em caso de uso inadequado do liquidificador;

Fotos: Jéssica K. F. Cordeiro

POLUENTES NO SOLO

7) Coar a mistura utilizando uma peneira (A), reservar o bagaço (fibras retidas) (B) e, transferir o volume coado para uma garrafa PET de 2 L completando o seu volume (C). Por se tratar de um corante natural que pode sofrer degradação dos compostos que expressam a cor vermelha. Assim, recomenda-se o armazenamento em geladeira por no máximo três dias.



Fotos: Jéssica K. F. Cordeiro

8) Colocar lado a lado os funis contendo o solo arenoso e argiloso e adicionar a mesma quantidade do corante de beterraba. O volume a ser utilizado depende do tamanho da garrafa PET utilizada. Se for uma garrafa de 2 litros é aproximadamente 200 ml. Observar a velocidade que vai ser filtrada a solução, e a coloração que vai sair;

Foto: Eloana Janice Bonfleur

9) O resultado provável deste experimento é que a solução deve sair mais rápida e mais vermelha na amostra de solo arenoso. Na amostra de solo argiloso, a solução será filtrada mais lentamente e sua coloração será um vermelho mais claro;

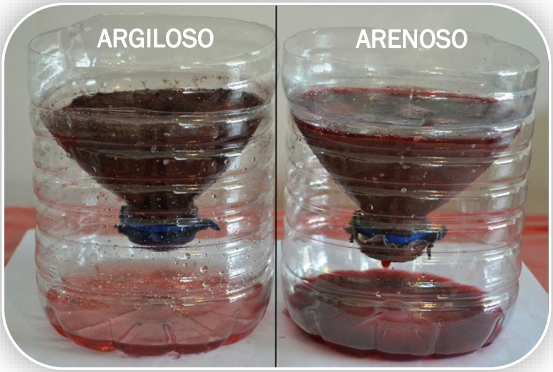


Foto: Eloana Janice Bonfleur

POLUENTES NO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam ter ideia do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) Por que a água se infiltrou (penetrou) nas duas amostras de solo e não ficou parada na superfície?

b) Em qual das amostras a água começou a pingar antes? Por quê?

c) Em qual das amostras a água pingou mais (quanto foi liberado)? Tente explicar o que houve;

d) Qual a aparência da água que está saindo de cada uma das amostras?

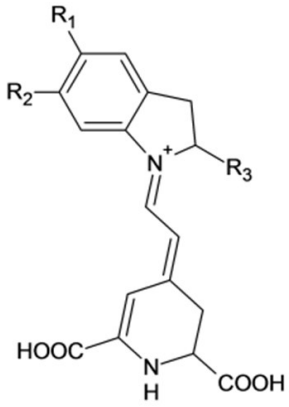
e) Qual tipo de solo foi mais eficiente para filtrar o "poluente" e evitar que ele chegue ao lençol freático?

Informações aos professores

Demonstração da retenção de poluentes

O objetivo principal deste experimento é mostrar que o solo funciona como um filtro natural, capaz de filtrar poluentes e contaminantes, e a forma de retenção realizada pelos diferentes tipos de solo.

A coloração vermelha da beterraba se deve a um composto químico denominado **betacianina**. Este composto possui um excesso de carga positiva na sua estrutura e, portanto, ao atravessar a amostra de solo, esse composto fica retido nas cargas negativas existentes nas superfícies das partículas de argila do solo.



Fórmula molecular da betacianina

Os solos argilosos possuem maior quantidade de cargas negativas na superfície de seus minerais em relação aos solos arenosos. Portanto, é esperado que o filtrado do solo argiloso tenha uma coloração mais límpida (descolorido) em relação ao solo arenoso, o que demonstra a eficácia do filtro.

POLUENTES NO SOLO

No caso do solo arenoso, que possui número de cargas negativas em sua superfície muito menor que no solo argiloso, o filtrado sairá com uma coloração vermelha mais intensa, pois menor quantidade do corante (betacianina) foi retida. Isso demonstra a baixa capacidade de retenção de poluentes neste tipo de solo. Consequentemente, a contaminação das águas subterrâneas será favorecida se o solo arenoso receber indevidamente certos poluentes.

Obviamente, todo solo tem um limite na sua capacidade de reter poluentes, e estes apresentam comportamento distinto nos solos. Para entender melhor a questão das cargas no solo pode-se também ver o roteiro “Cargas do Solo”, neste mesmo livro.

Porosidade do solo

O solo é mais parecido com uma esponja do que uma pedra. Ao contrário do que os alunos podem eventualmente imaginar, o solo não é um meio maciço, sendo muito poroso. Por este motivo a solução conseguiu infiltrar no solo. Se o solo não tivesse poros não haveria possibilidade de a solução poder entrar no solo.

O espaço poroso do solo é ocupado pelo ar do solo e água do solo. O ar do solo fornece o oxigênio (O_2) necessário à respiração das raízes e microrganismos, e necessita ser constantemente renovado para que não ocorra excesso de dióxido de carbono (CO_2). O ar do solo ocupa usualmente os macroporos (poros de maior tamanho). Por outro lado, a água, juntamente com os íons inorgânicos e orgânicos em solução, forma a solução do solo, ocupando os microporos (poros de menor tamanho) (BRADY, 1989). Para entender melhor a questão dos poros no solo pode-se também ver o roteiro “Porosidade do Solo”, neste mesmo livro.

A água do solo provém das chuvas ou irrigação e é absorvida pelas plantas, principalmente através das raízes. A água da chuva que atinge a superfície do solo pode infiltrar-se ou escorrer pela superfície do solo. Da água que penetra no solo, parte retorna à atmosfera pela evaporação do solo, ou por transpiração das plantas (evapotranspiração). A água restante ficará armazenada nos horizontes do solo ou se acumulará nas camadas mais profundas na forma de lençol freático, dando origem às nascentes dos córregos (KIEHL, 1979).

A água armazenada no solo é importante, pois é a principal fonte deste componente às plantas, bem como é o meio no qual estão solúveis os nutrientes essenciais à planta (solução do solo). A água funciona como um solvente dos nutrientes do solo e como meio de transporte destes até e na planta, e através da transpiração do vegetal, atua evitando o dessecamento das folhas, além de ter outras funções, como participar ativamente do metabolismo do vegetal e da composição e atividades dos microrganismos presentes no solo (KLAR, 1984).

A composição do solo pode influir na capacidade de infiltração e retenção da água. Em um solo arenoso, ocorre infiltração mais rápida e pouca retenção da água devido ao espaço poroso (predomínio de macroporos), que permite a drenagem livre da água do solo. Já nos solos argilosos, existe maior retenção de água no solo devido à presença dos microporos (poros menores que 0,05 mm) que retém a água contra a força da gravidade. Os solos argilosos possuem mais microporos e, por este motivo, no experimento deve sair menos água do solo argiloso do que do solo arenoso.

Porém, se houver compactação do solo o espaço poroso é reduzido. Nesta situação, pode haver limitação no movimento do ar e da água através do solo, causando maior escorrimento superficial das águas da chuva (LOPES, 1989) e, por consequência, a erosão.

POLUENTES NO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Continuar adicionando o suco de beterraba no solo argiloso para verificar o limite da capacidade de retenção do mesmo;

b) Utilizar outros tipos de solos existente na região;

c) Adicionar proporções de areia no solo argiloso e verificar se diminui a capacidade de reter o poluente.

Reuso e reciclagem

	O solo, o bagaço e o extrato da beterraba utilizados neste experimento, podem ser descartados na horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, as garrafas PET podem ser reutilizadas em outro experimento, ou serem separadas para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de tesoura e faca, que devem ser realizados por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos. O liquidificador também deve manuseado por um adulto.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: relações solo - planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo - planta - atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984.

LOPES, A. S. (trad. e adapt.). **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/ POTAFOS, 1989.

POROSIDADE DO SOLO

Maria Harumi Yoshioka
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=awj8Z3dZQKU

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental.

Objetivos

a) Demonstrar a existência de poros no solo;

b) Demonstrar a infiltração da água no solo ocupando seu espaço poroso.

Materiais

a) Esponja bem seca;

b) Torrão de solo bem seco;

c) Amostra de pedra;

d) Água;

e) Folhas de jornal;

f) Bandeja plástica.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2005

POROSIDADE DO SOLO

Procedimento

1) Colocar a esponja seca, a pedra, e o torrão de solo seco sobre um bandeja plástica ou mesa forrada com jornal;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Pingar um pouco de água sobre a pedra e observar que a água escorre sobre a mesma;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) Repita o procedimento com a esponja bem seca. Observe que a água infiltra na esponja, mas pode demorar um pouco;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

POROSIDADE DO SOLO

4) Repita o procedimento com o torrão de solo seco.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

5) Quebre o torrão de solo ao meio para observar se a umidade penetrou dentro do torrão.

6) Anotar os resultados;

7) Discutir os resultados em sala junto com os alunos.

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) O que acontecerá quando vocês jogarem a água sobre a esponja? Explique.

b) O que acontecerá quando vocês jogarem a água sobre a pedra? Explique.

c) O que acontecerá quando vocês jogarem a água sobre o torrão de solo? Explique.

d) O torrão de solo vai absorver água como a pedra ou como a esponja?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) O que aconteceu quando a água foi despejada sobre a esponja? Por quê?

b) O que aconteceu quando a água foi despejada sobre a pedra? Por quê?

c) O que aconteceu quando a água foi despejada sobre o torrão de solo seco? Por quê?

d) O comportamento do torrão, em relação à absorção da água, se assemelhou mais com a esponja ou com a pedra? Explique.

POROSIDADE DO SOLO

Informações aos professores

A porosidade do solo corresponde ao volume do solo não ocupado por partículas sólidas, incluindo todo o espaço poroso ocupado pelo ar e água (CURI et al., 1993).

Entre as partículas maiores, como de areia ou entre agregados, predominam poros grandes que são chamados macroporos; e entre partículas pequenas, como a de argila, predominam poros pequenos que são denominados microporos (VIEIRA et al., 1988).

Os microporos (menores que 0,05 mm) são importantes para a retenção e armazenamento de água no solo, enquanto os macroporos (maiores que 0,05 mm) são responsáveis pela infiltração, rápida redistribuição e aeração do solo (FERREIRA, 2010). Usualmente os microporos são ocupados pela fase líquida do solo (solução do solo) e os macroporos são usualmente preenchidos pelo ar do solo. Porém, segundo Lepsch (1976), em um solo encharcado, todos os poros estarão preenchidos com água e, se um solo estiver seco, esta estará praticamente ausente.

A solução do solo é formada pela água, juntamente com os íons orgânicos e inorgânicos em solução. A solução do solo é importante não somente como fonte de água às plantas e demais organismos, mas também como veículo para a absorção dos nutrientes pelos mesmos. As raízes das plantas absorvem da solução do solo os íons inorgânicos que fornecerão os nutrientes essenciais (BRADY, 1989).

O resultado desta experiência é que o solo funciona como uma esponja que usamos para tomar banho: tem água e ar dentro dele. Quando a esponja está seca, seus poros estão ocupados pelo ar, mas quando molhamos a esponja, existe a infiltração da água e a saída do ar. É mais ou menos isto que ocorre com o solo. Naturalmente, a água chega ao solo através das chuvas e seu espaço poroso é preenchido por esta.

Se o solo não apresentasse porosidade, ela seria semelhante como uma pedra, algo maciço. As raízes não conseguiriam penetrar e a água da chuva ficaria acumulada na superfície. Quando é retirada a cobertura original do solo e o mesmo é ocupado por atividades antrópicas (agricultura, ocupação urbana, etc.), muitas vezes ocorre a diminuição da porosidade devido à compactação.

Quando os alunos compararem a esponja com o solo, perceberão que ambos conseguem absorver a água, ao contrário da pedra que geralmente não possui porosidade. Contudo os alunos também deverão notar que o solo (exceto se for muito arenoso) deverá reter mais água que a esponja. Isto ocorre pois a esponja normalmente apresenta poros maiores (que permitem a infiltração da água), mas apresenta poucos poros pequenos (que retém a água). O solo usualmente apresenta maior quantidade de poros pequenos (microporos) comparado a esponja.

Para os alunos dos anos iniciais do ensino fundamental deve-se investigar, com o auxílio do professor, a existência da porosidade do solo, demonstrado neste experimento através das comparações entre a pedra, a esponja seca e o torrão de solo seco mediante a absorção de água ou não. Por eliminação, os alunos devem concluir que o solo tem maior semelhança com a esponja do que com a pedra.

Para os anos finais do ensino fundamental, além do que foi descrito acima, poderia se relacionar a disponibilidade do ar do solo e a água do solo e as práticas agrícolas e florestais com maior profundidade do que foi abordado nos outros ciclos. Por exemplo, pode-se discutir a redução da porosidade e consequentemente a redução da aeração, que pode levar à diminuição da produção devido à necessidade de O_2 pelas raízes e microrganismos importantes na decomposição. Também se pode discutir que a impermeabilização dos solos pela cobertura do mesmo com calçadas, concreto, asfalto pode transformar um meio poroso (solo) em um ambiente impermeável (como a rocha), facilitando o escorrimento superficial da água e, consequentemente, as enchentes.

POROSIDADE DO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar a espoja úmida e o torrão de solo úmido ao invés de secos e verificar se há diferença na infiltração da água;

b) Utilizar torrões secos de solos diferentes;

c) Utilizar torrões de camadas diferentes do solo.

Reuso e reciclagem

	O solo utilizado neste experimento pode ser descartado no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	A esponja pode ser guardada para utilização novamente neste experimento com outra turma.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1989. 878 p.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KAMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: SBCS, 1993.

FERREIRA, M. M. **Caracterização física do solo**. In: LIER, Q. J. van. (Ed). Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-27.

LEPSCH, I. F. **Solos**: formação e conservação. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1976.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C.; VIEIRA, N. F. **Solos**: propriedades, classificação e manejo. Brasília: MEC/ABEAS, 1988.

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO

Maria Harumi Yoshioka
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=QaAbR4xqa9M

Público sugerido

Alunos a partir do oitavo ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Determinar o pH do solo em diferentes amostras;

b) Observar pH ácidos, básicos e neutro;

c) Discutir a importância do conhecimento do pH do solo para as práticas agrosilvipastoris, bem como a sua correção.

Materiais

a) No mínimo duas amostras de solo seco e moído. Se tiver mais amostras, e conhecer o histórico de uso dos respectivos solos, a discussão será mais interessante;

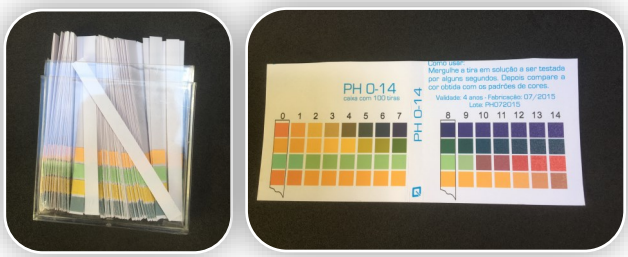
b) Colher;

c) Copos de plástico descartável de 50 mL;

d) Palitos de sorvete ou colheres de chá;

e) Água. Melhor seria água destilada. Se não tiver, evite usar água mineral;

e) Papeis indicadores de pH. Existem marcas bem baratas, que podem encontradas na Internet, normalmente vendidas em caixas de 50 ou 100 unidades. Na caixa vem a escala de interpretação do pH. Contudo para adquirir marcas mais baratas é necessário fazer o pedido com bastante antecedência devido ao tempo de remessa.



Fotos: Marcelo R. de Lima

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO

Procedimento

1) Em cada copo descartável de 50 mL adicionar aproximadamente a metade do volume com solo seco e moído;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Completar o copo descartável de 50 mL com água;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) Agitar a mistura com os palitos de sorvete ou a colher de chá;

4) Deixar a mistura descansando por pelo menos meia hora;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO

5) Após o tempo de descanso, agitar novamente com o palito de sorvete e inserir o papel indicador de pH na mistura, de modo que toda a parte colorida fique imersa. Manter nesta posição por cerca de um minuto;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

6) Após passado este período, retirar o papel indicado da mistura, jogar um pouco de água para tirar o excesso de solo. Comparar as cores obtidas com a escala disponível na caixa do papel indicador para determinar o pH desta amostra de solo;

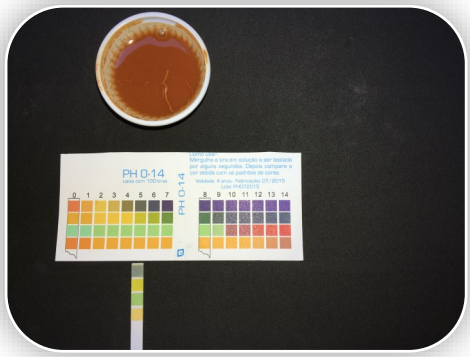


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

7) Repetir o procedimento com todas as amostras de solos disponíveis;

8) Anotar e discutir os resultados.

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento.

a) Os pHs dos solos a serem analisados serão iguais ou diferentes? Por quê?

b) As amostras de solo com maior teor de matéria orgânica terão o pH mais ácido, neutro ou básico? Tente explicar.

c) A amostra de solo adubados ou com calcário será mais ácida, básica ou neutra? Tente explicar.

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO

Sugere-se ao professor (a) a incentivar os alunos para realizarem uma pesquisa de acordo com as perguntas abaixo e discutir em sala de aula:

a) Por que a maior parte do território brasileiro possui os solos ácidos? (ensino médio)

b) Quais são os fatores que causam os problemas de acidez e alcalinidade no solo?

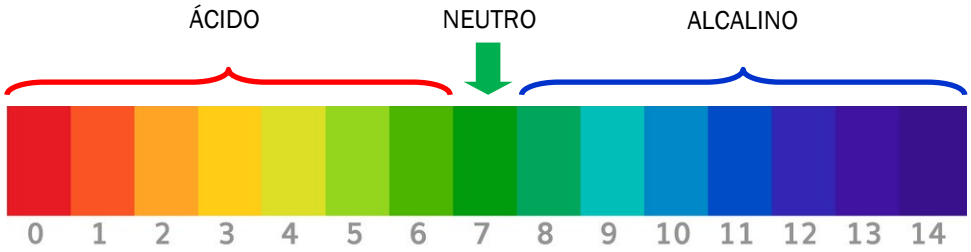
c) Quais as consequências dos solos ácidos e alcalinos para as práticas agrícolas / florestais?

d) Como corrigir a acidez do solo?

Informações aos professores

Assim como o suco de limão é ácido, a água pura é neutra e a soda cáustica ou bicarbonato de sódio são alcalinos (básicos), também os solos podem apresentar-se com uma dessas características.

O termo pH define a acidez ou a alcalinidade relativa de uma solução. A escala de pH cobre uma amplitude de 0 a 14. Um valor de pH igual a 7,0 é neutro, ou seja, as atividades dos íons H^+ e OH^- na solução são iguais. Valores abaixo de 7,0 são ácidos (predomina o H^+) e acima de 7,0 são básicos (predomina o OH^- na solução do solo). Na maioria dos solos o pH da solução do solo (fase líquida do solo) varia entre os valores de pH 4,0 e 9,0 (LOPES, 1989).



Lopes (1989) afirma que quando saturado com H, um solo comporta-se como um ácido fraco. Quanto mais H^+ for retido no complexo de troca, maior será a acidez do solo. O alumínio também age como um elemento acidificante, pois sua hidrólise gera íons H^+.

Lopes (1989) também explica que o pH do solo simplesmente mede a atividade do íon hidrogênio e é expresso em termos logarítmicos. O significado prático da relação logarítmica é que cada unidade de mudança no pH do solo significa uma mudança de dez vezes no grau de acidez ou de alcalinidade. Isto quer dizer que um solo com pH 6,0, tem um grau de acidez 10 vezes maior do que um solo com pH 7,0, ou seja, 10 vezes mais H^+ ativo.

Segundo o mesmo autor citado acima, o grau de acidez ou de alcalinidade do solo é influenciado pelos tipos de materiais de origem. Os solos desenvolvidos de rochas de origem básica (basalto, diabásio, gabro) geralmente possuem valores de pH mais altos do que aqueles formados de rochas ácidas (granito, riolito).

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO

Acidez no solo

Segundo Brady (1989), os microrganismos e os vegetais são sensíveis aos seus ambientes químicos. Há muito tempo se concede grande atenção à reação do solo e aos fatores a ela associados. A acidez é comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar quantidades apreciáveis de bases permutáveis (como o cálcio e o magnésio) na água de drenagem.

Eles são substituídos por elementos acidificantes como o hidrogênio, o manganês e o alumínio. Assim sendo, os solos formados sob condições de alta pluviosidade são mais ácidos do que aqueles formados sob condições áridas (LOPES, 1989).

Raij (1991), afirma que o alumínio é, assim, causa da acidez excessiva de solos, sendo um dos responsáveis pelos efeitos desfavoráveis desta sobre os vegetais, por ser um elemento fitotóxico (tóxico aos vegetais). Em condições elevadas de acidez dos solos, podem ocorrer também teores solúveis de outros metais, como manganês e até ferro, também tóxicos para as plantas, se absorvidos em quantidades excessivas.

Outras causas da acidez, segundo Coelho (1973), são o cultivo intensivo, pois as plantas retiram do solo os nutrientes essenciais de que necessitam para seu desenvolvimento e produção, e como as adubações são geralmente deficientes em cálcio e magnésio, o solo vai-se empobrecendo nessas bases trocáveis, ficando em seu lugar íons de hidrogênio. A erosão também pode ser uma das causas, pois ocorre a remoção da camada superficial do solo, que possui maiores teores de bases e favorece a acidificação do solo, expondo as camadas mais ácidas do subsolo.

As consequências da acidez do solo para as práticas agrosilvipastoris são, segundo Silva (1997):

A disponibilidade dos nutrientes minerais cai sensivelmente, principalmente, cálcio e fósforo;

O meio ácido torna o ambiente desfavorável para a vida microbiana do solo, que é responsável pela decomposição da matéria orgânica e fixação de nitrogênio atmosférico;

Os níveis tóxicos às plantas são atingidos em razões dos teores de alumínio e manganês existentes em solos ácidos.

Calagem

Segundo Amaral et al. (2002), 84% dos solos do Brasil apresentam problemas de acidez. A acidez dos solos é reconhecidamente um dos principais fatores de baixa produtividade dos solos brasileiros, portanto é necessário a sua correção através da calagem ou aplicação de calcário.

Segundo Lopes (1989), a calagem corrige as condições indesejáveis de um solo ácido.

São utilizados corretivos. Os materiais mais comuns são o óxido de cálcio ou cal virgem, hidróxido de cálcio ou cal extinta, escórias de siderurgia (silicatos de cálcio e magnésio) e calcário (COELHO, 1973).

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO

O óxido de cálcio tem outras aplicações comerciais, sendo pouco usado na agricultura como corretivo. Geralmente, é vendido no comércio sob a forma de pó fino, sendo muito cáustico. Sua obtenção é a partir da calcinação do calcário. O hidróxido de cálcio é produzido pela adição de água ao óxido de cálcio. As escórias de siderurgia são resíduos da fabricação do aço, nos quais os elementos ativos de correção de acidez se encontram em forma de silicato de cálcio e de magnésio. Os calcários são os de uso mais difundido e obtidos através da moagem de rochas calcárias constituídas principalmente de carbonatos de cálcio e magnésio (COELHO, 1973).

Os processos e as reações pelos quais o calcário reduz a acidez do solo são muito complexos, mas uma simplificação mostrará como o calcário age. Como foi mencionado anteriormente, o pH de um solo é uma expressão da atividade do íon hidrogênio. O calcário ($CaCO_3$) reduz a acidez do solo elevando o pH pela conversão de alguns desses íons hidrogênio em água (LOPES, 1989). A reação acontece assim:

$$Solo\text{-}H_2 + CaCO_3 \leftrightarrow Solo\text{-}Ca + H_2O + CO_2$$

Segundo Raij (1991), a calagem neutraliza o alumínio e o manganês. O fornecimento de cálcio e magnésio como nutrientes é também relevante. A calagem aumenta a disponibilidade do fósforo, favorece a nitrificação da matéria orgânica, e tem efeito positivo na fixação simbiótica do nitrogênio. Ela aumenta a disponibilidade de molibdênio, mas diminui a dos outros micronutrientes. As propriedades físicas são favorecidas pela adição dos cátions floculantes aos colóides do solo, cálcio e magnésio. Por estimular sistemas radiculares mais extensos, a calagem favorece um melhor aproveitamento de água e nutrientes existentes no solo.

Alcalinidade no solo

Segundo Kiehl (1979), a alcalinidade ocorre quando, ao contrário, a pluviosidade é baixa e acumulam-se sais de cálcio, magnésio, potássio e carbonato de sódio, saturando o complexo coloidal. Para BRADY (1989), o solo é alcalino, algumas vezes de maneira pronunciada, especialmente quando existe carbonato de sódio, não é raro o pH atingir 9 ou mesmo 10. Solos alcalinos são, naturalmente, característicos da maioria das regiões áridas e semiáridas. Ainda, segundo Kiehl (1979), a alcalinidade ocorre quando a maior parte das cargas negativas dependentes do pH estão saturadas por bases, as quais desalojam o hidrogênio, que passará para a solução do solo. As bases predominarão na solução do solo.

Para Kiehl (1979), a reação do solo é um importante fator na produção agrícola – florestal (como já discutido anteriormente), influindo na disponibilidade de nutrientes às raízes das plantas, propiciando condições favoráveis ou de toxidez; concorre, igualmente, para favorecer o desenvolvimento de microrganismos que operam transformações úteis para melhorar as condições do solo, como também podem concorrer para dar meio propício a microrganismos causadores de doenças às plantas. Os solos que têm o pH entre 5,8 e 7,5 tendem ser livres de problemas do ponto de vista do crescimento de plantas. Abaixo do pH 5, poderá haver deficiência de elementos Ca (cálcio), Mg (magnésio), P (fósforo), Mo (molibdênio), B (boro), ou toxidez de Al (alumínio), Mn (manganês), Zn (zinco) e outros metais pesados. A presença de pH entre 8,0 e 8,5 indica a ocorrência de carbonato de cálcio e/ou magnésio livres e baixas disponibilidades dos elementos P, Mn, Zn e Cu (cobre).

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Utilizar amostras de diferentes solos, inclusive de ambiente urbano;

b) Adicionar vinagre ou suco de limão ao solo antes do experimento para similar uma condição de acidificação;

c) Adicionar calcário em pó no solo e deixar alguns dias úmido, antes de realizar o experimento para simular uma condição de alcalinização do solo.

Reuso e reciclagem

	O solo e água utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Os copos plásticos de 50mL devem ser separados para coleta seletiva para reciclagem.
	Os palitos de sorvete são orgânicos e devem ser encaminhados para reciclagem de resíduos orgânicos.

Riscos

	RISCO MECÂNICO: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de tesoura, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com luva grossa, para evitar ferimentos.
	RISCO QUÍMICO: Deve-se cuidar para que ninguém toque com a boca ou olhos o papel indicador de pH, pois o mesmo contém reagentes químicos.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DO SOLO

Bibliografia citada

AMARAL, F. C. S.; PEREIRA, N. R., CARVALHO JÚNIOR, W. **Principais limitações dos solos do Brasil**. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/tema3/tema3.html> Acesso em 18. set. 2002.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.

COELHO, F. S. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: relações solo – planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

LOPES, A. S. (trad. e adap.). **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres, POTAFOS, 1991. 343 p.

SILVA, O. **Fertilizantes, corretivos e solos**: o tripé das plantas. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1997.

SALINIDADE NO SOLO

Maria Harumi Yoshioka
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

Este experimento ainda não dispõe de vídeo ilustrativo

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio.

Objetivos

a) Demonstrar os efeitos tóxicos em plantas na presença de salinidade;

b) Demonstrar o efeito do potencial osmótico da água na absorção desta pelas plantas (ensino médio);

c) Discutir as regiões fitogeográficas do Brasil que apresentam salinidade no solo (quarto ciclo do ensino fundamental e ensino médio);

d) Discutir a existência de plantas adaptadas às condições salinas do solo (quarto ciclo do ensino fundamental e ensino médio).

Materiais

a) 3 vasos para jardinagem pequenos ou 3 copos de plástico (chá mate, água mineral ou iogurte);

b) Pratos de plástico;

c) Terra para jardinagem;

d) Nove sementes de feijão;

e) Fita crepe;

f) Um copo de 200 mL (massa de tomate ou requeijão);

g) Uma colher de sopa;

h) Água de torneira;

i) Sal de cozinha;

j) Tesoura com ponta ou prego grande.

Este roteiro foi originalmente publicado no site do Programa Solo na Escola/UFPR em 2004

SALINIDADE NO SOLO

Procedimento

1) Fazer alguns furos no fundo dos copos de plástico com auxílio da tesoura ou de um prego quente para o escoamento da água (que irá ser regada). Esta etapa deverá ser feita somente pelo professor;

2) Preencher mais da metade dos copos ou vasos com o solo (o mesmo solo para todos os copos ou vasos);

3) Colocar os vasos ou copos já preenchidos com o solo sobre os pratos de plástico (para receber a água escoada - regada);

4) Colocar três sementes de feijão em cada vaso ou copo, e enterrar cerca de 1 cm;

5) Umedecer a terra de cada vaso ou copo com água de torneira. Cuidar para deixar os vasos úmidos, e não encharcados;

6) Aguardar alguns dias (varia em torno de uma semana) o crescimento das plântulas em cada vaso até que se abram as duas primeiras folhas. Os vasos devem ser mantidos sempre úmidos (não encharcados) e sob insolação direta (por exemplo, em uma janela);

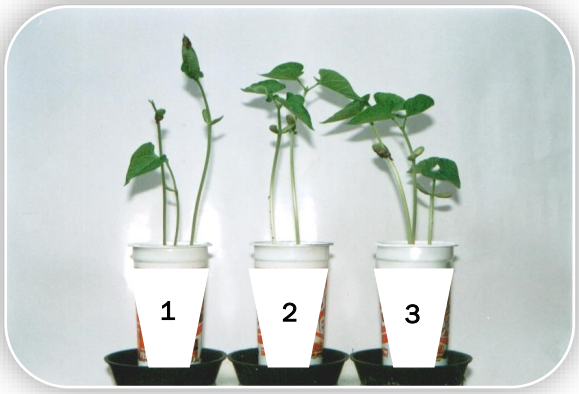


Foto: Maria Harumi Yoshioka

7) Após as plantas abrirem as primeiras folhas, identificar e numerar cada vaso fixando pedaços de fita crepe, sendo no vaso nº 1 – Água com sal; no vaso nº 2 – Água sem sal (água de torneira); e no vaso nº 3 - Sem rega;

8) Preparar a solução salina com um copo com água de 200 mL (massa de tomate ou requeijão) e uma colher de sopa cheia de sal de cozinha;

9) Agitar bem esta mistura com a colher até que o sal se dissolva na água;

10) Regar o vaso nº 1 com esta solução salina (não encharcar, apenas umedecer) e observar o que acontecerá em uma ou duas horas;

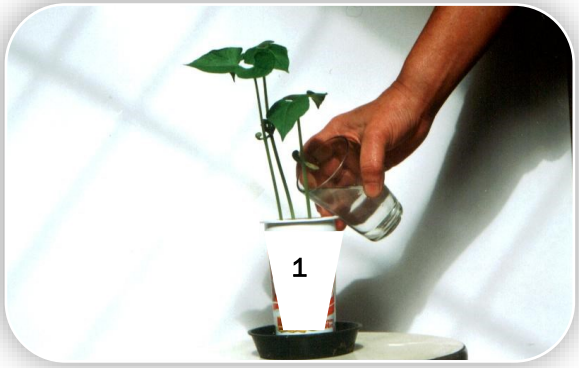


Foto: Maria Harumi Yoshioka

SALINIDADE NO SOLO

11) No vaso ou copo regado com a solução salina observar a morte gradual das plantas, demonstrado pelo murchamento destas em algumas horas. Os alunos poderão observar que estas plantas, mesmo recebendo água, murcharão devido ao potencial osmótico desfavorável à absorção de água.

Foto: Maria Harumi Yoshioka

12) Manter o vaso nº 2 regado apenas com água de torneira. Não encharcar e sempre manter úmido. Observar a diferença no crescimento entre a planta irrigada com água salina (vaso 1) com a planta irrigada apenas com água de torneira (vaso 2) .

Fotos: Maria Harumi Yoshioka

13) Manter o vaso nº 3 sem regar até que as plantas comecem a murchar, perder folhas e morrer, o que pode levar alguns dias.

Foto: Maria Harumi Yoshioka

14) Comparar e discutir os resultados com os alunos.

SALINIDADE NO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento.

a) O que irá acontecer com o vaso ou copo regado apenas com a água de torneira? Explique.

b) O que irá acontecer com o vaso ou copo regado com a solução salina? Explique.

c) O que irá acontecer com o vaso ou copo que não receberá água? Explique.

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) O que aconteceu com o vaso ou copo regado apenas com a água de torneira? Tente explicar o que houve.

b) O que aconteceu com o vaso ou copo regado com a solução salina? Tente explicar o que houve.

c) O que aconteceu com o vaso ou copo que não recebeu água? Tente explicar o que houve.

d) Tente explicar qual foi o processo fisiológico envolvido com as plantas do copo ou vaso regado com a solução salina após a obtenção dos resultados (para o Ensino Médio).

Para os alunos a partir do oitavo ano do Ensino Fundamental e Ensino Médio, o professor poderia sugerir uma pesquisa em livros e internet sobre os problemas de salinidade causados pela irrigação no semiárido nordestino, suas razões e como reverter estes problemas ou dessalinização. Ainda sugere-se, para estes alunos, a leitura do texto em anexo sobre as regiões fitogeográficas do Brasil com presença de salinidade, tipos de solos e plantas adaptadas a estas condições adversas. Algumas questões poderiam ser discutidas antes da leitura do texto:

a) Muitas regiões do Brasil são acometidas pela salinidade?

b) No Brasil, onde deverão existir essas condições de salinidade do solo? Tente explicar a resposta.

c) Existem plantas que sobrevivam à essas condições salinas? Se sim, tente exemplificar.

Informações aos professores

No Brasil, a salinidade do solo está presente em regiões costeiras de influência marinha e/ou flúvio-marinha tais como restingas, manguezais, entre outras, e também em algumas regiões semiáridas (caatinga).

Resende et al. (1988, p. 72) afirmam que solos salinos são solos com alto teor de sais solúveis (cloretos, sulfatos, bicarbonatos de sódio, cálcio ou magnésio), apresentam estrutura granular e lençol freático elevado, com horizonte sálico ou salino abaixo do horizonte A. Constituem ambientes que, a não ser excepcionalmente, devem ser mantidos como reservas ecológicas. A aquicultura (camarões, por exemplo) tende a ocupar estas áreas nas regiões costeiras. Neste caso, são sistemas com adições e retiradas esporádicas de água controladas pelo nível da maré. São áreas de temperatura e evapotranspiração altas.

SALINIDADE NO SOLO

Fassbender e Bornemisza (1987, p. 187) afirmam que os solos salinos, comuns de regiões áridas e semiáridas, são o resultado do processo da salinização, ou seja, da acumulação de sais nos solos. Em condições continentais, os solos salinos se formam pela ascensão capilar da água do lençol freático rica em sais solúveis e sua deposição pela evaporação, pela acumulação de sais na água de irrigação, quando a lixiviação do solo é deficiente, seja por má drenagem ou pela falta de água. Também se deve considerar como fonte de sais, o intemperismo de minerais, os sais depositados por longos períodos e em pequeno grau, as chuvas; estas últimas contribuem com sais, especialmente em regiões próximas ao oceano.

Mello et al. (1983 p. 95) afirmam que em áreas com má drenagem de regiões áridas e semiáridas, a evaporação pode se tornar maior que a precipitação pluviométrica. Em tal situação, sais solúveis e Na+ trocável podem se acumular em quantidades tais de modo a prejudicar severamente e, às vezes, tornar impossível o crescimento de plantas, além de afetar prejudicialmente as propriedades físicas do solo. Às vezes, os sais contidos nas águas de irrigação contribuem bastante para agravar o problema.

Para Fassbender e Bornemisza(1987, p. 187), a influência da salinidade é comumente maior sobre as plantas jovens e sobre o crescimento vegetativo. Para Brady (1989, p. 247), os solos salinos exercem influência prejudicial sobre os vegetais, principalmente por causa de suas elevadas concentrações de sais solúveis. Quando uma solução de água, contendo quantidades razoavelmente grandes de sais dissolvidos, é posta em contato com uma célula vegetal, haverá contração do revestimento protoplasmático. Esta ação denominada plasmólise, aumenta com a concentração da solução salina. O fenômeno é devido ao movimento osmótico da água, que passa das células (menos concentrada em sais) para a solução solo (mais concentrada). A célula entra então em colapso. A natureza dos sais, a espécie e as próprias características do vegetal, como também outros fatores, determinam o grau de concentração que faz sucumbir o vegetal.

Segundo Miller e Donahue (1990, p. 319) altas concentração de sais aumentam a retenção desta água no solo e esta se torna cada vez menos acessível para as raízes das plantas. Sais na solução do solo força a planta a “gastar” mais energia para absorver água e excluir os excessos de sal dos locais metabolicamente ativos.

Segundo Larcher (1986) as plantas podem retirar água de um substrato salino, desde que desenvolvam um potencial osmótico mais baixo que o da solução do solo. As plantas adaptadas aos habitats salinos (halófitas) realizam isto pela acumulação de sal no suco celular. Por este meio, elas compensam o baixo potencial osmótico existente no solo salino.

A salinidade do solo é expressa por condutividade elétrica da fase líquida do solo (solução do solo). Quanto mais sais, maior a condutividade elétrica. Segundo EMBRAPA (1999, p. 12), o caráter salino corresponde a condutividade elétrica maior ou igual a 4 e menor que 7 dS/m (a 25 ºC). O caráter sálico corresponde a condutividade elétrica maior ou igual a 7 dS/m (a 25 ºC). O Siemen (S) é a unidade de condutância elétrica do Sistema Internacional de Unidades.

Os prováveis resultados do experimento proposto são: no vaso ou copo regado apenas com a água de torneira, a planta terá um desenvolvimento saudável (a não ser em casos extremos, como o uso de sementes defeituosas, doenças, pragas, solo com poucos nutrientes, muito frio ou baixa insolação, ou outros motivos), o que indicará ser um substrato aparentemente adequado e com ausência de salinidade. Os alunos devem observar o crescimento saudável dessas plantas.

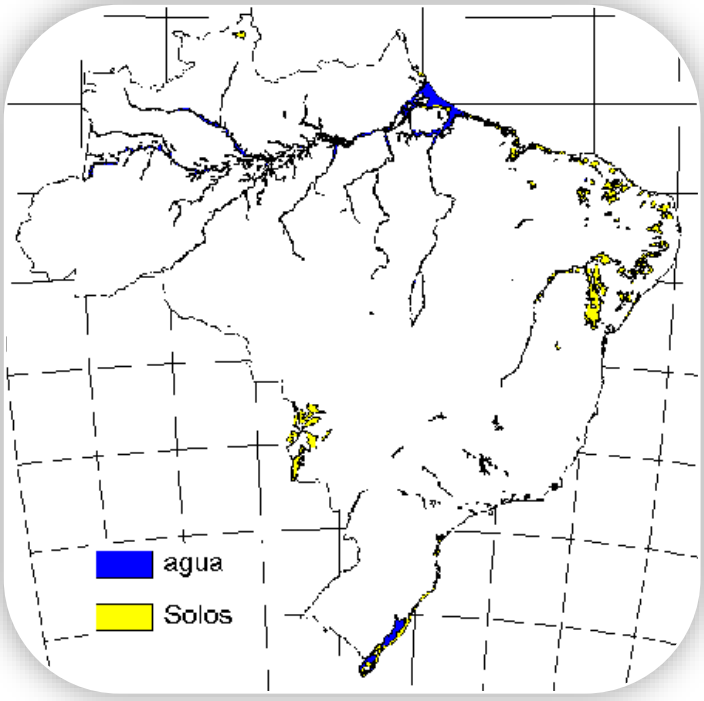
SALINIDADE NO SOLO

No copo ou vaso regado com a solução salina, as plantas morrerão devido ao efeito tóxico do sódio presente na água, já descrito anteriormente. Conforme discutido no texto complementar para os alunos, a salinidade está presente em algumas regiões do Brasil, e esta é uma condição indesejável em cultivos devido aos danos que causam, trazendo prejuízos econômicos ao produtor. O professor deve incentivar os alunos a observar o murchamento gradual destas plantas regadas com água e sal. Em duas ou três horas, a planta estará totalmente murcha.

No copo ou vaso que não foi regado, a planta irá morrer por falta de água (secará) devido ao stress hídrico. As plantas absorvem os nutrientes minerais e a água, vital ao seu metabolismo, presentes na solução do solo.

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES AOS ALUNOS À PARTIR DO OITAVO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL E ENSINO MÉDIO

Segundo Amaral et al. (1999) cerca de 2% do território brasileiro apresenta problemas de salinidade (indicados em amarelo na Figura abaixo).



Fonte: Amaral et al. (1999)

São solos que apresentam elevada concentração de sais, principalmente sódio. Existe dificuldade para o crescimento radicular, absorção de água devido ao potencial osmótico (seca fisiológica) e desbalanceamento geral entre os nutrientes.

No Brasil, algumas regiões apresentam esta característica de salinidade tais como em regiões costeiras de influência marinha e/ou de influência flúvio-marinha (manguezais), bem como algumas regiões do semiárido (caatinga) no nordeste do país e no Pantanal.

SALINIDADE NO SOLO

Manguezais (Formação Pioneira de Influência Flúvio-Marinha)

Os mangues estendem-se pelo litoral brasileiro nos pontos favoráveis, desde Santa Catarina até o limite com a Guiana Francesa; depois prosseguem por toda a América tropical, chegando até a Flórida nos Estados Unidos. São comuns nos trópicos do Velho Mundo, na Ásia Central e Austral, chegando à Austrália e ao Pacífico (RODERJAN; KUNIYOSHI, 1987).

Os manguezais são ecossistemas que portam comunidades vegetais típicas de ambientes alagados, resistentes à alta salinidade da água e do solo. No passado, a extensão dos manguezais brasileiros era muito maior: muitos portos, indústrias, loteamentos e rodovias costeiras foram desenvolvidos em áreas de manguezal. Os manguezais não são muito ricos em espécies, porém, destacam-se pela grande abundância das populações que neles vivem. Por isso podem ser considerados um dos mais produtivos ambientes naturais do Brasil. O Brasil possui uma das maiores áreas de manguezal do mundo, estimada em 25.000 quilômetros quadrados de extensão e ocupa quase todos os 7.367 quilômetros da faixa litorânea (BASTOS FILHO, 2002).

Nestes locais compreendem solos minerais predominantemente halomórficos (com presença de sais), alagados, de profundidade limitada pela altura do lençol freático. Sua ocorrência é nas partes baixas do litoral sujeitas à influência direta do fluxo e refluxo das marés, localizando-se nas desembocaduras dos rios, reentrâncias da costa e margens das lagoas, onde as águas são mais calmas e o litoral é de aspecto lodoso (EMBRAPA, 1984).

Os mangues normalmente estão presentes em situações específicas, de baixa energia, normalmente na foz de rios sob influência de marés, ou na borda de estuários marinhos (no Paraná são encontrados nas Baías de Paranaguá e Guaratuba). O estuário é a faixa de transição entre os ambientes terrestre e marinho. É onde a água salgada do mar se encontra com a água doce do rio. Dessa mistura surge um solo alagado, salino, rico em nutrientes e em matéria orgânica. Poucas plantas estão aptas a sobreviver num local inundado pelo mar e com pouco oxigênio, mas isso não impede que florestas cresçam na água salobra. Os solos que compõem esses ambientes não adquirem estabilidade estrutural devido o incessante fluxo e refluxo das marés, permanecendo com consistência semifluida, o que lhes confere extrema fragilidade ambiental (BASTOS, 2002).

Vegetação adaptada às condições salinas de manguezais

Somente três gêneros de árvores constituem as florestas de mangue de todo o litoral brasileiro: o mangue vermelho ou bravo, *Rhizophora mangle*, o mangue bravo ou branco, *Laguncularia racemosa*, e o mangue seriba ou negro, *Avicennia* sp. (com duas espécies *A. nítida* e *A. schaeriana*) (POR, 1994).

Para a fixação em substrato inconsolidado (frouxo) o mangue vermelho (*Rhizophora*) apresenta raízes-escora que são raízes aéreas que partem do caule principal arqueadas até o solo. As raízes das espécies de mangue possuem lenticelas localizadas nas raízes escora e em raízes aéreas denominadas pneumatóforos que ocorrem nos mangues branco (*Laguncularia*) e negro (*Avicennia*). Estas estruturas têm a função de realizar as trocas gasosas, uma vez que o sedimento do manguezal é anóxico (sem oxigênio). Para superar os problemas da salinidade as plantas de mangue desenvolveram mecanismos que impedem a absorção dos sais pelas raízes da planta (*Rhizophora* e *Laguncularia*) ou excluem o sal através de glândulas localizadas nas folhas (*Avicennia*) (POR, 1994).

SALINIDADE NO SOLO

Caatinga (Semiárido)

A caatinga é uma classe de formação exclusiva dos climas quentes, semiáridos, com chuvas fracas seguidas de longo período seco, caracterizado pela vegetação lenhosa, a maioria de folhas pequenas, decidual (perdem as folhas nos períodos de maior seca) e por formas biológicas com adaptações xeromórficas (aturam as secas) (BRASIL, 1973).

A palavra “caatinga”, de origem tupi, significa “mata branca”. As caatingas do Nordeste estendem-se pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pará, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Bahia, e certos trechos de Minas Gerais. A área ocupada é de cerca de um milhão de km², isto é, aproximadamente 11% da superfície do país (RODERJAN; KUNIYOSHI, 1987). Segundo os mesmos autores, as temperaturas em geral, são muito elevadas, as umidades relativas médias são baixas e as precipitações pluviométricas médias situam-se entre 250 e 500 mm. A duração da estação seca é muito variável, em geral superior a sete meses. As chuvas ocorrem no “inverno”, que não é a estação fria, mas a estação menos quente que o verão. Para o nordestino o inverno indica o período de chuvas. É característica da caatinga não só a escassez, como a irregularidade das precipitações pluviais.

Porém, ressalta-se que, na caatinga, não ocorrem apenas solos salinos, mas também outras classes.

A vegetação mais comum nestes solos salinos são a carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore), cactáceas, entre outros.

Principais tipos de solos salinos

Os principais solos que ocorrem nestas regiões com características de salinidade, no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, são os PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos (SANTOS et al., 2018). Estes solos, segundo Brasil (1973), na época chuvosa, frequentemente apresentam-se encharcados, sendo que no período de estiagem tornam-se muito secos, extremamente duros, quando aparecem fendas entre os elementos estruturais no horizonte B. A vegetação que recobre estes solos é uma caatinga arbustiva, sendo também encontrados campos secundários, onde aparece com frequência a carnaúba.

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos os solos salinos também são englobados em outras classes, tais como (SANTOS et al., 2018): CAMBISSOLOS HÁPLICOS Sálicos, GLEISSOLOS SÁLICOS, NEOSSOLOS FLÚVICOS Sálicos, VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS Sálicos ou VERTISSOLOS CROMADOS Sálicos, dentre outros.

Segundo Brasil (1973) os solos salinos aparecem em diferentes regiões climáticas. A sua formação pode-se dar sob condições hidromórficas e podem ocorrer tanto em faixas litorâneas como continentais, sendo que nas primeiras, os sais solúveis existentes têm relação com a água do mar que os impregnam e, no segundo, são considerados como resultantes das condições climáticas, pela não lixiviação dos sais solúveis liberados ou formados pela intemperização das rochas. Estes solos são caracterizados pela presença de sais de natureza diversa, cujos conteúdos, bastantes elevados, variam com as estações do ano, podendo, no período mais seco, nas regiões áridas e semiáridas ou mesmo úmidas, apresentar eflorescência salina (cristalização de sais na superfície do solo), que aparece como resultante do acúmulo de sais transportados em ascensão capilar durante o processo de evaporação.

SALINIDADE NO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Aumentar a quantidade de sal adicionado à água e verificar se o murchamento das planta ocorre com maior rapidez;

b) Semear diferentes plantas para verificar se elas respondem de modo diferenciado à salinidade;

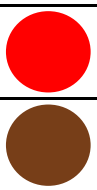
c) Se possível, trazer um solo de área de manguezal (que tem alta salidade natural) para realizar o experimento

d) Retomar a irrigação no vaso que não recebeu água, para verificar se as plantas conseguem se recuperar ou não.

Reuso e reciclagem

	O solo e as plantas utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Misturar o solo que foi salinizado com o bastante solo não salinizado para diluir o sal e não prejudicar o desenvolvimento vegetal. As chuvas e irrigações devem remover posteriormente o excesso de sal. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	As embalagem plásticas podem ser reutilizados em outro experimento, ou serem encaminhados, após lavagem, para a coleta seletiva para reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

AMARAL, F. C. S. et al. **Principais limitações dos solos do Brasil**. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/tema3/tema3.html> Acesso em 18. set. 2002.

BASTOS FILHO, I. **Geografia**. Disponível em: <http://www.earthlink.hpg.ig.com.br/2002/07/index1.htm> Acesso em 18 set. 2002.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. DNPM. **Projeto Radam: levantamento de recursos naturais. Folha SA. 23 São Luís e parte da folha SA. 24 Fortaleza**. Rio de Janeiro, 1973.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA, IAPAR, 1984. (EMBRAPA- SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27).

SALINIDADE NO SOLO

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos**: con énfasis en suelos de América latina. San José, Costa Rica: Servicio Editorial IICA, 1987.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986.

MELLO, F. A. F. et al. **Fertilidade do solo**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p.

MILLER, R.; DONAHUE, R. L. **Soils**: an introduction to soils and plant growth. New Jersey, EUA: Prentice Hall – Englewood Cliffs, 1990.

POR, F. D. **Guia ilustrado do manguezal brasileiro**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 1994.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo**: interações e aplicações. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 81 p.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; **Vegetação**: formações florestais do Brasil. Curitiba: UFPR, 1987.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

TEXTURA DO SOLO

Leiken Lauria Weber
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=w_PHm7vpU4U

Público sugerido

Alunos a partir do terceiro ano do ensino fundamental e do ensino médio. Dependendo do nível educacional a discussão deverá ser adequada.

Objetivos

a) Demostrar a sensação tátil dos solos com diferentes texturas;

b) Discutir o que é a textura do solo e os principais grupamentos texturais;

c) Discutir a importância da textura do solo.

Materiais

a) Três potes pequenos de vidro ou plástico com tampa;

b) Etiquetas;

c) Fita adesiva larga;

d) Palito de sorvete;

e) Um pote de sorvete de 2 L vazio;

f) Amostra de solo argiloso;

g) Amostra de solo arenoso;

h) Amostra de solo siltoso;

i) Uma lixa de madeira ou de unha;

j) Um pouco de talco bem comum;

i) Água.

TEXTURA DO SOLO

Procedimento

1) Amostra de solo **argiloso** normalmente é mais fácil de ser encontrado, pois é muito comum a ocorrência deste em quase todo o Brasil. Solos argilosos tem várias cores (vermelho, amarelo, marrom, cinza, etc.) e geralmente são mais duros e mais difíceis de escavar (mas não sempre). No entanto não confundir solo argiloso como a chamada "argila de modelar", a qual é denominada pelos professores da área de artes como "massa cerâmica", a qual pode ser até mesmo siltosa;

2) Amostra de solo **siltosos** é menos comum de encontrar no Brasil. Muitas vezes podem ser encontrado no horizonte mais profundo (horizonte C) de solos mais jovens, especialmente aqueles formados de rochas como filito (metamórfica) e siltito (sedimentar). Ao pegar neste solo é facilmente perceptível a sensação de estar manuseando talco. Algumas "massas cerâmicas", erroneamente denominadas de "argila de modelar" tem esta sensação tátil;

3) Solos **arenosos** ocorrem com muita frequência em algumas regiões do país como, por exemplo, na planície litorânea, mas são muito raras em outras áreas do Brasil. No entanto, deve-se ressaltar que dunas e areia de praia não são solos arenosos, mas sim sedimentos arenosos. O solo existente sob área de restingas no litoral, este sim geralmente é um solo arenoso. Em caso de inexistência de solo arenoso em sua região, pode-se utilizar alternativamente "areia de construção", embora sabendo-se que esta não é um solo;

4) Caso tenha dificuldade em encontrar amostra de algum tipo de solo, entre em contato com alguma iniciativa de Educação em Solos em seu estado, cuja lista está disponível no link: https://bit.ly/3ctdca8

5) Caso as amostras de solo estejam com muitos torrões, é melhor secar as mesmas sobre jornal, e posteriormente moer com um rolo de macarrão velho ou uma garrafa de vidro vazia.

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

6) Identifique cada frasco com cada tipo de solo (argiloso, arenoso e siltoso), usando as etiquetas e colando com fita adesiva larga para não sujarem. Pode-se utilizar mais de um frasco para cada tipo de solo, a fim de otimizar o tempo da atividade com os alunos;

Foto: Leiken Lauria Weber

TEXTURA DO SOLO

7) Coloque o solo respectivo em cada pote, adicione água e mexa com o palito de sorvete até ficar com consistência pastosa, sem excesso de água sobre a amostra;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

8) Organize os estudantes em fila, de forma que todos possam sentir a sensação tátil de cada amostra, uma amostra de cada vez. Oriente também para que esfreguem a amostra com os dedos indicador e polegar em forma de "pinça", para que possam sentir a diferença na textura de cada amostra de solo. Caso não haja pia para os alunos lavarem os dedos entre uma amostra e outra, pode-se providenciar um pote de sorvete de 2 L cheio de água;

9) Peça para começarem pelo solo arenoso. Primeiro passem os dedos na lixa e depois esfreguem com força o solo arenoso entre os dedos polegar e indicador, para sentir a sensação áspera, semelhante à lixa. Também peça para os alunos esfregarem o solo arenoso próximo ao ouvido para sentirem que é o que faz mais barulho;

10) Em seguida peça para lavarem os dedos e sentirem a sensação do talco. Em seguida peça para esfregarem com força o solo siltoso entre os dedos polegar e indicador, para sentir uma sensação mais fina e macia, como um talco ou pó de base molhados. O solo siltoso faz muito menos barulho que o arenoso ao ser esfregado.

11) Por último, peça para lavarem novamente os dedos, e esfregarem com força o solo argiloso entre os dedos polegar e indicador. Eles poderão observar que a sensação tátil é fina, mas não é macio e sedoso como o solo siltoso. O solo siltoso faz muito menos barulho que o arenoso ao ser esfregado.

12) Reforçar que as expressões "solo arenoso", "solo siltoso" e "solo argiloso" se referem ao tamanho das partículas predominantes em cada um destes solos. Ressalte que nos solos argilosos, por exemplo, predominam partículas ("grãos") menores que são as argilas, mas que também pode haver, em menor quantidade partículas de silte e areia.

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

TEXTURA DO SOLO

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) Será que todos os tipos de solos tem a mesma sensação ao tato?

b) É possível sentir o tamanho dos grãos do solo com o tato?

Após a realização do experimento sugere-se formular algumas perguntas como aquelas abaixo descritas:

a) Pelo tato foi possível deduzir qual amostra tem as partículas maiores e qual tem as menores?

b) A areia da praia é um solo arenoso?

c) Comentar sobre a “argila de modelar”, que na verdade não é um solo.

d) Quais as principais características de cada amostra?

Informações aos professores

As partículas minerais do solo

A parte mineral é constituída por fragmentos de rochas e minerais, com formas e tamanho variados. No solo a matéria mineral ou simplesmente minerais do solo sofrem uma divisão por tamanho de partícula. Partículas maiores que 2 mm são chamadas de esqueleto do solo e são constituídas por cascalhos (2 mm a 2 cm), calhaus (2 a 20 cm) e matacão (> 20 cm) (SILVA, 2014, p. 39).

A fração mais importante do solo é chamada de terra fina e é composta por partículas menores que 2 mm. É dividida da seguinte maneira: areia (2 a 0,05 mm), silte (0,05 a 0,002 mm) e argila (< 0,002 mm). Reparem que esta divisão está relacionada exclusivamente ao tamanho da partícula e não com o tipo de mineral que compõe a partícula. Então, um solo argiloso estamos é um solo no qual existe predomínio de minerais do tamanho de argila (SILVA, 2014, p. 39).

Não devem ser confundidas as frações granulométricas do solo com as estruturas do solo. Quando se analisa um “torrão” de solo, não está sendo observada uma partícula individual de solo, mas uma estrutura composta por uma enorme quantidade de partículas de solo com diferentes diâmetros.

Normalmente não há dificuldade em se compreender o que é uma partícula de areia, pois é um conceito do senso comum. No entanto, um erro comum é achar que a areia é sempre formada por quartzo, ou que a areia seja sempre clara. Qualquer partícula individual sólida do solo com diâmetro entre 0,05 e 2 mm é considerada areia. Em regiões do planeta com atividade vulcânica recente, por exemplo, a areia encontrada nos solos é frequentemente escura.

Usualmente é mais difícil compreender o que é a argila, pois é uma partícula de tamanho muito pequeno (menor que 0,002 mm), e que não é visível a olho nu. Uma única partícula individual de argila não pode ser observada com lupa ou microscópio ótico. Somente pode se obter uma imagem de uma partícula de argila com microscópio eletrônico. Apesar de serem tão pequenas, as partículas de argila são as mais importantes do ponto de vista químico e físico no solo, pois possuem elevada área superficial específica (ASE).

TEXTURA DO SOLO

Textura do solo

A textura do solo refere-se à proporção relativa das frações granulométricas que compõe o solo. Especificamente, diz respeito à proporções de argila, silte e areia (RIBEIRO et al., 2012).

A textura no campo e avaliada em amostra de solo molhada (sem encharcar), através de sensação de tato, esfregando-se a amostra entre os dedos depois de amassada e homogeneizada (IBGE, 2015, p. 73).

GRUPAMENTO TEXTURAL	SENSAÇÃO AO TATO(1)	DEFINIÇÃO
Muito argiloso	Sensação de partículas finas (sem areia) e pegajosa	Solos com mais de 60% de argila total
Argiloso	Sensação de partículas finas (com muito pouca areia) e pegajosa	Solos com 35 a 60% de argila total
Siltoso	Sensação semelhante ao talco (sedosa)	Solos com argila total <35% e areia<15%
Arenoso	Sensação áspera, com partículas maiores, além de fazer mais barulho	Solos com areia≥ 70% e sem argila; **ou** areia≥ 75% e argila<5%; **ou** areia≥ 80% e argila<10%; **ou** areia≥ 85%
Médio	Sensação intermediária entre o argiloso (pegajoso) e o arenoso (áspero)	Solos com menos de 35% de argila total, mais de 15% de areia, e que não sejam de textura arenosa
(1) Sensação ao tato ao esfregar a amostra de solo úmida entre o polegar e o indicador		

Importância da textura do solo

De acordo com Ribeiro et al. (2012) a textura tem grande importância no comportamento e utilização dos solos. A textura influencia muitas propriedades do solo (capacidade de reter cátions, retenção, disponibilidade movimento da água, etc.) e o seu comportamento (expansão e contração, susceptibilidade à erosão e à compactação, etc.).

Os solos arenosos apresentam elevada velocidade de infiltração de água, mas são mais susceptíveis à erosão em sulcos (Gonçalves, 2002, citado por RIBEIRO et al., 2012). Os solos arenosos também apresentam menor capacidade de reter água.

Os solos arenosos tendem a apresentar menor quantidade de poros maiores (macroporos), a velocidade de infiltração da água tende também a ser menor, o que resulta em maiores enxurradas com potencial erosivo. Contudo, devido à maior agregação entre as partículas de argila, os solos argilosos oferecem maior resistência ao fluxo da enxurruda, de modo que há maior tendência à erosão laminar (Gonçalver, 2002, citado por RIBEIRO et al., 2012). Os solos argilosos geralmente apresentam maior capacidade de reter água e nutrientes que os solos arenosos.

Os solos siltosos são mais facilmente erodíveis pela água, pois as partículas de silte são muito grandes para permanecerem unidas, e suficientemente pequenas para serem facilmente transportadas (Baruqui e Fernandes, 1985, citados por RIBEIRO et al., 2012). A textura siltosa é mais comum em solos mais jovens ou horizontes mais jovens do solo (mais profundos).

TEXTURA DO SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

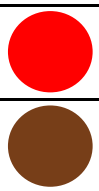
a) Utilizar amostras de diferentes camadas de um mesmo solo, para verificar se há ou não variação na textura (em alguns solos há e outros não);

b) Pedir para os alunos trazerem mais amostras de solo para tentar classificar a textura dos mesmos.

Reuso e reciclagem

	Os solos utilizados neste experimento podem ser descartados no jardim ou horta, pois não apresentam resíduos tóxicos. Não descarte o solo no lixo comum, nem despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, os recipientes plásticos podem ser utilizados em outro experimento ou separados para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015. 430 p. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 4).

RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Caracterização morfológica do solo. In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia**: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 47-80.

SILVA, E. A. Composição e contaminação do solo. In: LIMA, M. R. (Org.). **Conhecendo os solos**: abordagem para educadores do ensino fundamental na educação à distância. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2014. p. 33-47.

TINTAS COM SOLO

Luane Aparecida Staben
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=nFdnyXmMH8E

Público sugerido

Alunos do ensino fundamental.

Objetivos

a) Efetuar o aprendizado do preparo da tinta com solo;

b) Percepção das diferentes cores dos solos;

c) Discussão sobre a origem das diferentes cores dos solos.

Materiais

a) Amostras de solos com diferentes cores;

b) Folhas de jornal;

c) Rolo de macarrão velho ou garrafas de vidro;

d) Peneira;

e) 1 colher;

f) Pincéis de pintura;

g) Potes com tampa;

h) Cola branca;

i) Água.

TINTAS COM SOLO

Procedimento

1) Escolha as amostras de solo de seu interesse para começar o preparo de secagem e moagem. O processo de secagem pode também ser feito ao ar livre deixando a amostra no sol sobre uma folha de jornal;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

2) Após a secagem, pegue um jornal e coloque-o sobre a mesa, despejando a amostra em cima do jornal, depois disso utilizando o rolo de macarrão comece a passá-lo na amostra para deixá-la bem fina;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) Depois de moído o solo, peneire o material com o auxílio de uma peneira, para aproveitar o material mais fino, isso poderá evitar que algumas pedras pequenas e cascalhos sejam utilizados no material selecionado. Quanto mais fina estiver a amostra melhor será o preparo da tinta. O material que restar, que não passou pela peneira, pode ser descartado. Como a moagem e peneiramento produzem muita poeira sugere-se o uso de óculos de segurança e máscara para poeiras;

Foto: Reprodução UFPR TV

TINTAS COM SOLO

4) Para fazer a tinta, pode-se utilizar um pote com tampa, para que também seja possível guardar a tinta, se não for totalmente utilizada. Normalmente é utilizado para um pote pequeno para cada cor de solo. Misturar o solo, água e cola branca na seguinte proporção:

Foto: Reprodução UFPR TV

6) Depois de misturado o solo, a água e a cola, pode ocorrer que o solo utilizado pode absorver mais ou menos água podendo variar a quantidade necessária, se preciso adicionar mais solo e cola se ficar muito “aguado”, ou mais água se ficar muito grosso. O importante é que a consistência seja adequada para pintar.

7) Com o preparo finalizado, e o aspecto estiver parecido com uma tinta, o uso pode ser imediato sobre papel ou outras superfícies.

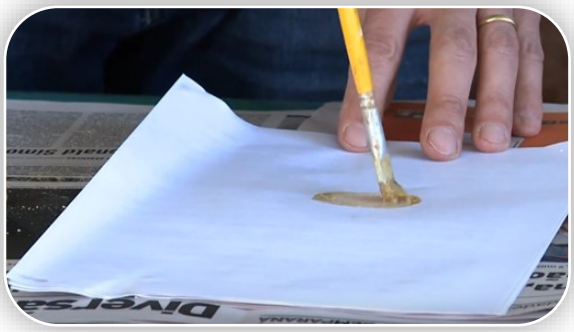


Foto: Reprodução UFPR TV

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam ter ideia do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento. Seria interessante escrever no quadro negro as respostas dos alunos.

a) Como podemos utilizar o solo para fins artísticos?

b) Para qual finalidade podemos usar as tintas com solo?

c) Por que as cores do solo são diferentes?

d) As tintas artesanais com solo podem ser mais sustentáveis do que as tintas industriais?

e) Quais as vantagens e desvantagens em se usar as tintas do solo?

TINTAS COM SOLO

Informações aos professores

Obtenção do solo para confecção da tinta

A escolha dos solos deve levar em consideração a obtenção de uma grande variabilidade de cores para proporcionar uma boa diversidade de padrões e suas tonalidades a serem exploradas nas atividades com os estudantes. Por exemplo, pode-se coletar solos de coloração avermelhada, amarelada, branca, acinzentada, preta, marrom e outras, sendo que as mesmas podem ser misturadas por ocasião do preparo da tinta, obtendo-se colorações e tonalidades intermediárias (CAPECHE, 2010).

Para se obter uma tinta de qualidade é necessário um material de solo com maior teor de argila e silte, e menos areia para que a tinta apresente melhor consistência e maior aderência (CARMO; TEIXEIRA, 2014).

Os solos podem ser coletados em barrancos ou cavando-se buracos na superfície do terreno, mas é importante atentar para não provocar danos ao ambiente como, por exemplo, causar desbarrancamento, erosão ou acidentes com pessoas e animais (quedas do barranco ou em buracos deixados abertos no terreno). É importante tampar os buracos feitos para a coleta (CARMO; TEIXEIRA, 2014).

A atividade de pintura com tinta de solos constitui uma estratégia eficaz de aprendizagem, que se apoia na construção do conhecimento sobre o solo, a partir do resgate dos conhecimentos prévios adquiridos do convívio em sociedade e com a natureza de cada participante. Nessa perspectiva resgata-se um processo de fabricação de tinta utilizado por nossos antepassados, uma forma interessante, divertida e prazerosa de sensibilizar diferentes atores sociais como estudantes, professores e agricultores acerca da importância de conhecer e conservar os solos (LOPES et al., 2012).

As cores do solo

A cor é provavelmente a mais óbvia e facilmente determinada característica do solo. Embora tendo pequena influência direta no funcionamento do solo, diversos processos e propriedades de um solo podem ser deduzidos de sua cor, relacionando-a com outras características observáveis. (LIMA, 1999, p. 3).

Para a origem das cores segundo CAPECHE (2010, p.7) as rochas sob ação do clima (chuva, vento e temperatura), com influência do relevo e dos macro e microrganismos (animais e vegetais) e, ainda, [...] a transformação, também chamada de intemperismo, continua até as partículas do solo alcançarem tamanhos que correspondem às frações areia, silte e argila. Dessa forma são originados diversos solos com muitas características diferentes. Por exemplo, os solos podem ser vermelhos, amarelos, marrons, pretos, cinzas, brancos; arenosos, argilosos, ou de textura média; rasos ou profundos; com ou sem pedras/rochas no interior ou na superfície; secos ou alagados; férteis ou pobres em nutrientes; com diferentes teores de matéria orgânica.

Também, segundo LIMA (1999, p. 3) o conteúdo de matéria orgânica, as condições de drenagem e aeração de solo, lixiviação, material original e a intensidade dos processos de alteração podem influenciar na determinação da cor do solo. Os agentes de coloração mais comuns do solo são os óxidos de ferro e a matéria orgânica. Compostos de ferro possuem normalmente tonalidades que variam do vermelho ao marrom, sob condições de boa drenagem. A matéria orgânica dá colorações escuras (preto e marrom) ao solo; e isto depende da natureza química, da quantidade e da forma da matéria orgânica.

Para mais informações sugere-se ler o roteiro “Coleção de Cores de Solos”, neste mesmo livro.

TINTAS COM SOLO

Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Misturar diferentes tipos de solo para obter tonalidades de tinta diferentes;

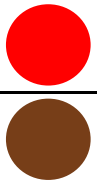
b) Procurar obter tintas que tenham não somente cores, mas também textura diferente após a pintura;

c) Experimentar as tintas em diferentes tipos de materiais (papel, madeira, cimento, etc.).

Reuso e reciclagem

	O solo que foi misturado com cola não poderá ser destinado ao jardim ou horta. Sugere-se produzir apenas a quantidade de tinta necessária, para que não ocorra sobra. Não despeje o mesmo na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, os recipientes plásticos podem ser reutilizados em outro experimento ou separados para coleta seletiva visando a reciclagem.

Riscos

	RISCO QUÍMICO: O principal risco deste experimento refere-se à produção de poeiras, em função da moagem e peneiramento do solo, que deve ser realizado por adulto, preferencialmente com óculos de segurança e máscara de poeiras.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc.

Bibliografia citada

CAPECHE, C. L. **Educação ambiental tendo o solo como matéria didática**: pintura com tinta de solo e colagem de solo sobre superfícies. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2010. 60 p.

CARMO, A. A. A., TEIXEIRA, C. Solo: um aliado na educação ambiental sustentável em uma escola pública do interior de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., Belo Horizonte, 2014. **Anais**... Belo Horizonte: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento, 2014. 14 p.

LIMA, S. C. Aprendendo pedologia com arte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 8., Belo Horizonte, 1999. **Uso múltiplo dos recursos naturais**. Belo Horizonte, 199. p. 104-106.

LOPES, A. S.; MUGGLER, C. C; FRANCISCO, T. C; OLIVEIRA, E. G.; ALEIXO, T. M. Fazendo tinta com solos: diversão, educação e tecnologia social. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM SOLOS, 6., Sobral, 2012. **Anais...** Sobral: Universidade Estadual do Vale do Acaraú, 2012. CD-Rom.

VERMICOMPOSTAGEM

Bruna Perissute da Silva
Jessica Scheleder
Letice Guedes
Thailine Scucato
Marcelo Ricardo de Lima

Vídeo deste experimento

https://www.youtube.com/watch?v=pRNs3tfyihg

Público sugerido

Alunos a partir do quarto ano do ensino fundamental e ensino médio.

Objetivos

a) Apresentar a montagem de um minhocário;

b) Demonstrar a ação decompositora promovida pelas minhocas

c) Discutir a importância na reciclagem dos resíduos orgânicos

d) Discutir as formas de utilização dos produtos da vermicompostagem como fertilizantes no solo.

Materiais

a) Três caixas plásticas grandes retangulares de 15 L, resistentes, pretas e encaixáveis. As caixas podem ser compradas já furadas, mas custam mais caro.

b) Uma tampa plástica do tamanho exato das caixas, de cor preta.

c) Uma torneira de plástico, igual às usadas em bebedouros e filtros de água.

d) Furadeira;

e) Broca de aço rápido de aproximadamente 6 mm. Não tente usar brocas de madeira ou alvenaria, pois não são adequadas para este trabalho;

f) Uma camada de terra preta ou húmus suficiente para cobrir o fundo de uma caixa plástica, que pode ser comprado em lojas agropecuárias ou de jardinagem;

g) Uma quantidade de minhocas para iniciar o minhocário. Quanto mais minhocas tiver mais rápido será o processo;

h) Restos de alimentos, cascas de frutas ou legumes (não cozidos);

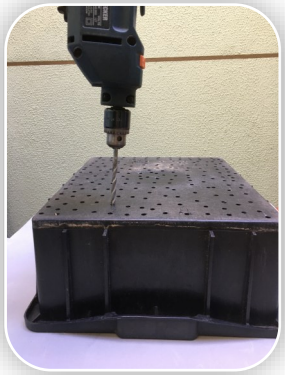
i) Ancinho para jardinagem com três dentes.

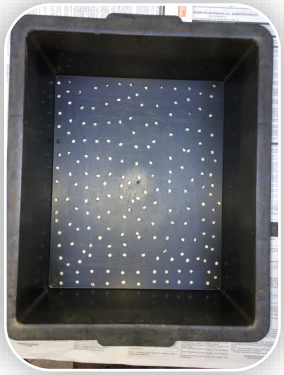
Foto: Marcelo R. de Lima

VERMICOMPOSTAGEM

Procedimento

1) Fazer furos espaçados de aproximadamente 3 cm em todo o fundo de duas das três caixas plásticas, utilizando a furadeira e a broca de aço de rápido de 7 mm. Estas caixas ficarão na parte superior do minhocário;





Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

2) Com a furadeira e a broca de aço rápido faça um buraco na base da terceira caixa para adaptar a torneira. Se tiver outra broca mais larga o serviço será mais rápido, mas pode ser feito com cuidado utilizado a broca de menor diâmetro. Em seguida rosqueie a torneira na terceira caixa. Esta caixa será a base do minhocário, onde será acumulado o chorume;

Foto: Marcelo Ricardo de Lima

3) Na caixa de cima (Caixa 1), será adicionada uma fina camada de terra preta ou húmus, para servir de “cama” para as minhocas;

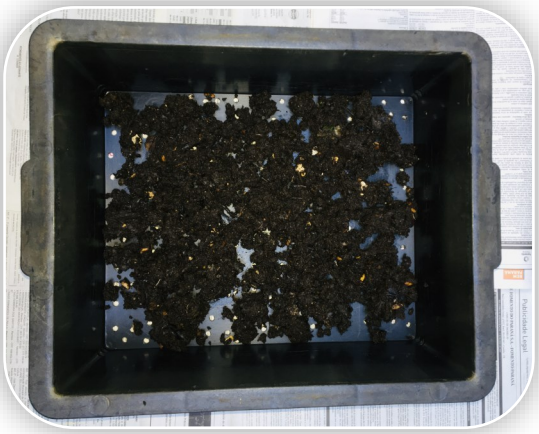


Foto: Marcelo Ricardo de Lima

VERMICOMPOSTAGEM

4) Colocar então as minhocas. Lembre que quanto mais minhocas forem adicionadas mais rápida será a decomposição do resíduo orgânico;

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

5) Adicionar uma camada de resíduos vegetais. **Pode usar**: grãos, sementes, borra e filtro de café, saquinhos de chá, erva de chimarrão, folhas secas, casca de ovo, folhas, cascas e restos de frutas, verduras e legumes. **Não utilizar**: laticínios, óleos e gorduras, alimentos cozidos, cebola, alho, carnes, fezes de animais domésticos, jornais e papéis, papel higiênico; restos de frutas ácidas (laranja, abacaxi, limão, etc.). ;

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

6) Colocar mais uma camada de terra preta ou húmus, para diminuir a atração de insetos e tampar a caixa;

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

VERMICOMPOSTAGEM

7) Deixar o minhocário em local fresco e arejado, sem insolação direta, pois o calor excessivo não é favorável às minhocas. Abrir a composteira apenas para mostrar aos alunos o andamento do processo de decomposição. Deixar sempre o minhocário fechado para evitar a entrada de insetos indesejáveis e a predação das minhocas por pássaros.

8) Após cerca de 30 dias (dependendo das condições meteorológicas, da quantidade de minhocas e de resíduos orgânicos) o vermicomposto já estará pronto na primeira caixa;

Fotos: Marcelo Ricardo de Lima

9) Prepare a caixa do meio (Caixa 2) para receber as minhocas, da mesma maneira que foi indicado nos itens 3 a 6;

10) À medida em que as minhocas passarem à caixa do meio, é possível retirar o vermicomposto produzido na caixa superior (Caixa 1) e aplicá-lo na horta ou jardim;

11) Quando terminar de retirar o vermicomposto a caixa vazia passa para o meio e será preparada para receber as minhocas, conforme indicado nos itens 3 a 6;

12) O chorume produzido pode ser retirado pela torneira, diluído em água em aplicado em floreiras e na horta, não molhando as folhas, mas somente o solo.

Questões e sugestões de atividades

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento.

a) O que é um minhocário?

b) Qual a importância das minhocas neste sistema?

c) Porque colocamos resíduos orgânicos no minhocário?

d) O que deverá acontecer com os resíduos orgânicos colocados no minhocário?

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

a) O que é o Vermicomposto? Como é produzido?

b) O que é o Chorume? Como é produzido?

c) Para que podemos utilizar o Vermicomposto? E o chorume?

d) É possível reciclar os resíduos orgânicos de nossa casa?

VERMICOMPOSTAGEM

Informações aos professores

No processo de formação do solo existe a ação de organismos decompositores. Os organismos decompositores atuam decompondo e/ou digerindo matéria orgânica ou inorgânica.

No caso de material inorgânico podemos citar os fungos liquenizados (líquens), que vivem aderidos à rocha, degradando aos poucos a sua estrutura em partículas menores.

Os organismos decompositores de material orgânico em geral estão presentes no solo, visto que este é o local natural de deposição de matéria orgânica, como por exemplo, as folhas que caem sobre o solo, animais mortos que ficam ou enterrados ou sob o solo, frutos, madeira e demais materiais orgânicos. Estes organismos possuem variadas formas morfológicas e fisiológicas adaptadas para a digestão do material orgânico. E atuam de forma importante sobre a ciclagem de nutrientes que ocorre no ambiente.

Considerando que desenvolvimento normal de uma planta ocorra, esta necessita de nutrientes essenciais que são retirados do ambiente e fornecidos através do solo, e absorvidos pelas raízes. Quando a planta morre, desfolha ou produz frutos todos esses materiais orgânicos são compostos de nutrientes, mas o solo não consegue reincorporar esses nutrientes sozinho, sendo necessário a ação dos organismos decompositores. Os organismos decompositores se alimentam desses materiais, os transformando em partículas menores e moléculas mais simples e, então, esses nutrientes então podem ser utilizados no solo, sendo reincorporados ao ciclo.

Neste experimento é abordada a importância da minhoca, organismo decompositor de matéria orgânica, enfatizando as ações e a importância da minhoca na reciclagem de nutrientes através de seu comportamento biológico.

Importância das minhocas no solo

As minhocas pertencem à classe Oligochaeta do reino Animalia. São animais cilíndricos, com o corpo divido em vários segmentos, visualmente observados como anéis por toda a extensão do corpo. O habitat natural das minhocas é o solo, onde vivem enterradas, ocupando as camadas superficiais do solo (até cerca de 30 à 50 cm de profundidade). Possuem o sistema digestivo completo, ou seja, com início na boca e término no ânus.

As minhocas alimentam-se de matéria orgânica depositada no solo e, ao ser processada por seu trato intestinal a matéria orgânica é transformada em húmus, que nada mais é do que as fezes da minhoca. É somente após a digestão, que os nutrientes presentes na matéria orgânica podem ser incorporados no solo.

O vermicomposto, que nada mais é do que as excreções da minhoca, quando aplicado ao solo, atua de forma benéfica sobre suas características físicas, químicas e biológicas, favorecendo a sua conservação e auxiliando o desenvolvimento das plantas (SCHLEDECK et al., 2006).

No solo a presença da minhoca confere alguns benefícios, o mais visível é a sua participação direta na ciclagem de nutrientes, o vermicomposto é gerado pela minhoca a partir do material orgânico, fornecendo mais nutrientes ao solo e melhorando a condição de desenvolvimento das plantas. Também auxilia na estruturação física do solo, promovendo melhor agregação de partículas que compõe o solo. Um solo agregado possui boa infiltração e aeração, fatores que confere ao solo maior qualidade para desenvolvimento de plantas, pois além de nutrientes disponíveis a planta também precisa de água e ar, de modo que esses fatores devem estar em conjunto no solo. É preciso lembrar que somente os nutrientes, a água ou o ar fornecido isoladamente, não são suficientes para um ótimo desenvolvimento das plantas.

VERMICOMPOSTAGEM

As minhocas são muito úteis para o funcionamento do solo e a manutenção da sustentabilidade dos ecossistemas. Estes organismos são responsáveis pela melhoria da estrutura do solo e de sua qualidade física, através da movimentação de partículas dentro e entre os horizontes, pela formação de agregados e consequente aumento da resistência do solo à erosão, além de promover melhorias na porosidade, aeração, infiltração e retenção de água no solo (STEFFEN et al., 2013).

O minhocário

É uma alternativa simples, utilizada para acelerar o processo de decomposição dos compostos orgânicos. Pode ser usado em qualquer ambiente como alternativa de destinação dos resíduos orgânicos gerados.

No minhocário, as minhocas são mantidas num espaço limitado. Apesar de se reproduzirem com facilidade, quando ocorre superpopulação, as minhocas param de reproduzir, controlando assim a população neste ambiente. Este sistema torna visível a produção de húmus e chorume através da alimentação das minhocas.

O vermicomposto possui coloração escura, essa coloração é característica de matéria orgânica, pela mistura de compostos químicos que a compõe. O vermicomposto geralmente é bem úmido, devido à água presente nos alimentos e também pela eliminação do chorume. Ambos são considerados dejetos da vermicompostagem, que possuem partículas de matéria orgânica e podem ser utilizados como forma de adubação do solo.

O vermicomposto após ser retirado do minhocário pode secar e perder umidade, ficando com aspecto de solo mais seco, mas apesar de apresentar menor umidade ainda conserva as propriedades.

Caso as caixas plásticas pretas sejam muito caras, uma alternativa é utilizar caixas vazias e limpas de margarina grandes, que são comuns de utilização na cantina das escolas. Porém estas deverão ser pintadas de preto pela parte externa das mesmas. Veja o passo a passo neste vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=8xjViuCM1Ds

Fotos: Letice Guedes

VERMICOMPOSTAGEM

Local para instalar o minhocário

O local adequado deve ser protegido da chuva e do sol. Evitando assim que a umidade nas caixas seja alta e que a luminosidade direta não aqueça o minhocário, prejudicando o desenvolvimento das minhocas.

Em geral, as minhocas evitam a luz direta do sol, preferindo os ambientes sombreados e mais úmidos. Mesmo preferindo locais com maior umidade, as minhocas não toleram ambientes encharcados, pois sua respiração é feita pela pele (SCHLEDECK et al., 2006).

Quanto mais perto da cozinha/cantina melhor, assim não teremos trabalho para levar todo o substrato até o minhocário, facilitando o manuseio. Também pode ser instalado próximo da sala de aula, para os alunos terem um contato mais frequente. Ou mesmo em alguma horta que a escola possua, desde que em um lugar sombreado.

Qual é a melhor espécie de minhoca para o minhocário?

Para iniciar um minhocário, pode-se utilizar qualquer minhoca, inclusive as encontradas no próprio jardim, pois qualquer minhoca é um organismo decompositor, se alimentará de material orgânico e produzirá húmus, a diferença será na quantidade e rapidez de produção.

As minhocas podem ser classificadas de acordo com seu comportamento alimentar: detritívoras e geófagas. As minhocas detritívoras são as mais indicadas para o minhocário, pois alimentam-se preferencialmente de matéria orgânica depositada na superfície do solo onde habitam. Já as minhocas geófagas preferem alimentar-se de materiais encontrados mais profundamente no solo. As principais espécies utilizadas nos minhocários são:

Pheretyma hawayana: conhecida como rosa, brava ou louca no Brasil. De origem asiática, mas que já se adaptou perfeitamente no Brasil, sendo considerada a minhoca nativa brasileira.

Lumbricus rubellus: conhecida popularmente como Vermelha da Califórnia. É adaptada para climas temperado e tropical, sendo capaz de produzir húmus o ano inteiro.

Eudrilus eugeniae: popularmente conhecida como Gigante da Califórnia. É mais adaptada para climas quentes, produzindo mais húmus em estações com temperaturas mais elevadas.

Essas duas últimas espécies são as mais indicadas e utilizadas em minhocários por se alimentarem de resíduos fresco, aceleram o processo de decomposição, mas podemos observar diferenças fisiológicas entre elas. E isso se aplica a outras minhocas.

A minhoca Vermelha-da-Califórnia é a preferida para a produção de húmus pois, além de se adaptar facilmente às condições de cativeiro, apresenta uma grande capacidade de produção de húmus e uma alta velocidade de reprodução. Esta espécie consegue consumir diariamente o equivalente a sua massa em matéria orgânica e produz um casulo a cada 3 a 7 dias, contendo em seu interior entre 2 e 5 novas minhocas (SCHELEDECK, 2006).

Caso queira iniciar o minhocário com uma das espécies citadas anteriormente, as mesmas podem ser encontradas em casas agropecuárias e lojas de jardinagem.

Resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos que podem ser utilizados para alimentar as minhocas são: cascas de frutas; cascas de legumes; matéria vegetal (folhas); saquinhos de chá; borra de café; guardanapo sem impressão; grãos; sementes; erva de chimarrão; casca de ovo. Se possível os resíduos maiores devem ser cortados para facilitar o processo de decomposição pelas minhocas.

VERMICOMPOSTAGEM

Os resíduos orgânicos que **não** podem ser utilizados para alimentar as minhocas são: laticínios; óleos e gorduras; alimentos cozidos; cebola e alho; carnes; fezes de cães e gatos; papel higiênico; jornais e papeis impressos; restos de frutas ácidas (laranja, limão, abacaxi, etc.).

Restos de comida cozidos, como arroz, feijão, e macarrão devem ser evitados devido à alta fermentação desses alimentos, ao mau cheiro produzido e consequentemente atraem outros insetos indesejáveis.

Está disponível no site do Programa Solo na Escola/UFPR um banner para ser impresso em formato 1,1 x 0,9 m, que apresenta o que pode e não pode ser utilizado no minhocário. Disponível no link: http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/minhoca.pdf

Qual a quantidade de resíduo a ser colocada no minhocário?

A quantidade de resíduos deve ser sempre proporcional à quantidade de minhocas. O mais recomendado é colocar pequenas quantidades de resíduo uma ou duas vezes na semana, para que este esteja sempre fresco.

Deve haver um cuidado especial quanto a quantidade de minhocas em relação a quantidade de resíduo disponível, pois não é recomendado colocar resíduo excedente, para evitar que as minhocas demorem um longo tempo para digerir todo o alimento e assim atraiam outros insetos indesejáveis, nem alimento de menos, pois assim o número de minhocas será reduzido por falta de alimento.

É importante monitorar como ocorre a digestão do alimento durante a semana para que possa se estimar a quantidade necessária.

Produção e uso do vermicomposto

A produção de vermicomposto é diferenciada de acordo com a espécie da minhoca que está em seu minhocário e varia de acordo com a quantidade de minhocas e de alimento disponível. De maneira geral considera-se no mínimo 30 dias para que o vermicomposto seja produzido e possa ser utilizado.

No momento em que o minhocário for iniciado é importante aguardar os trinta dias, necessários para a produção de vermicomposto e, neste período, somente a primeira caixa deve receber resíduos.

Após os trinta dias, quando a primeira caixa estiver totalmente cheia de húmus deve-se então realizar o uso da segunda caixa. A partir deste momento, os resíduos devem ser colocados na segunda caixa e não mais na primeira, para que as minhocas passem pelos furos do fundo da primeira caixa e agora comecem a se alimentar e produzir vermicomposto em outra caixa. Procede-se assim por aproximadamente uma semana, tempo necessário para que as minhocas passem para a outra caixa, e esta poderá ser invertida de lugar, passando agora a ser a primeira caixa que deve ser sempre reabastecida.

E finalmente o vermicomposto produzido pode ser utilizado e deve permanecer como a segunda caixa. Esta inversão de caixas deverá ocorrer sempre que a caixa que está recebendo resíduos já estiver com o vermicomposto pronto.

O vermicomposto pode ser utilizado como adubo (fertilizante) natural, podendo ser colocado nos potes de flores e nas hortas de casas e escolas.

VERMICOMPOSTAGEM

Chorume do minhocário

O chorume produzido pelo nosso lixo urbano, depositado em lixões e aterros, é tóxico, sendo muito prejudicial para o solo local, para o lençol freático e para todo o meio ambiente em geral.

Porém, se essa matéria orgânica que produzimos em casa/escolas for colocado em um minhocário, teremos vermicomposto e chorume, que serão fertilizantes orgânicos de qualidade, que auxiliando a melhorar a fertilidade dos solos e a nutrição das plantas.

O chorume pode ser também utilizado como um adubo orgânico, devemos apenas diluí-lo em agua, e aplicar no solo (não nas folhas), tanto de flores como nas hortas.

Manutenção do minhocário

Para a manutenção do minhocário alguns cuidados e observações devem ser realizados:

a) Verificar umidade na caixa onde estão as minhocas: a umidade deve sempre permanecer controlada para evitar o aparecimento de bolor e atrair outros insetos. Caso o resíduo vegetal tenha pouca umidade pode ser utilizado um borrifador de água, para facilitar a decomposição.

b) Cuidados com os alimentos: para que o experimento tenha sucesso sem que haja mau cheiro e outros problemas, deve se ter cuidado com a quantidade de alimentos que deve ser proporcional ao tamanho da estrutura do minhocário e à velocidade de decomposição das minhocas.

c) Aconselha-se também cortar os resíduos em tamanho menor. Porém não utilize liquidificador ou processador, para que o resíduo não fique muito compacto.

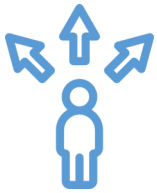
d) Não utilizar no minhocário alimentos ácidos como restos de abacaxi, frutas cítricas e cebola, por exemplo.

e) Verificar o odor: o minhocário não deve possuir mau cheiro. Se o mesmo ocorrer significa que as minhocas estão morrendo, caso isso esteja acontecendo deve- se olhar novamente os passos de manutenção para verificar se existe algum procedimento errado.

f) Remover periodicamente o húmus produzido para aplicação no jardim ou horta.

e) Remover periodicamente o chorume produzido, para diluição e aplicação no solo.

f) Manter sempre folhas secas na superfície: para manter o equilíbrio entre nitrogênio e carbono e evitar a atração de insetos.



Variações neste experimento

É importante o docente discutir variações na montagem do experimento com os alunos, inclusive no sentido de adequar à realidade local. Algumas sugestões de variação neste experimento, sendo que podem haver outras:

a) Com o auxílio do ancinho para jardinagem, observar com cuidado onde as minhocas preferem ficar: no fundo da caixa, no meio ou na superfície?

b) Tentar avaliar se algum tipo de resíduo orgânico é decomposto mais rápido que outros após alguns dias com o auxílio do ancinho para jardinagem;

c) Com uma lupa e uma pinça tentar encontrar os casulos com os ovos das minhocas e as minhocas recém nascidas, indicando que está havendo reprodução dentro do minhocário. Procure por imagens na Internet para comparação.

VERMICOMPOSTAGEM

Reuso e reciclagem

	O vermicomposto e chorume que foram produzidos deverão ser destinados ao uso para adubar o jardim ou horta. Não descarte os mesmos na rede de esgoto ou água pluvial.
	Após lavagem, as caixas plásticos podem ser reutilizados várias vezes para montagem de novos minhocários.

Riscos

	RISCO mecânico: O principal risco deste experimento refere-se ao uso de furadeira, para furação das caixas, que deve ser realizado exclusivamente por adulto, preferencialmente com luvas grossas.
	RISCO QUÍMICO E BIOLÓGICO: Não coletar as amostras de solo ou minhocas em locais que aparentem qualquer risco de contaminação química ou biológica. Assim, não realizar a coleta em locais próximos a depósitos de lixo, áreas de uso contínuo por animais domésticos, esgoto a céu aberto, rios ou córregos contaminados, etc. Manusear o minhocário preferencialmente com luva e ancinho para jardinagem.

Bibliografia citada

SCHLEDECK, G.; GONÇALVES, M. M.; SCHWENGBER, J. E. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 12 p. (Circular Técnica, 57).

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; JACQUES, R. J. S. Importância ecológica e ambiental das minhocas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 2, p. 137-147, 2013.

Programa
SOLO
NA ESCOLA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

978-65-86233-13-1