

Hortas Escolares Manejo da Água



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

Versão:29/7/2023

Autores:

Janaina Melo

Ivone Riquelme

Skye

NOTA:Este documento é uma versão estática e não editável das aulas da unidade curricular eletiva "Manejo da Água", cópia da plataforma Unigaia, sessão de [Planos de Aulas](#) que está disponível para os professores que querem trabalhar com disciplinas ligadas à Permacultura.

Aulas para outras Unidades Curricular Eletiva :

-  [Hortas Escolares](#)
-  [Permacultura Urbana](#)
-  [Intro Permacultura](#)
-  [Biofilia](#)
-  [Mudanças Ambientais Globais](#)

Introducao	3
Ciclo Hidrico	6
Agua Azul	9
Agua Verde	13
Agua Cinza	18
Circulo Bananheiras	22
Agua Preta	27
Banheiro Seco	30
Agua Amarela	35
Enverdecendo o Deserto	39
Práticas Antigas	43
Desenho Integrado na Escola	48
Escassez Agua	50
Referencias da UCE	55

Nota: As últimas páginas podem ser utilizadas diretamente como uma apresentação!



Introducao

BNCC

Objeto de Aprendizagem

Estudar sobre manejo de água identificando a importância desse recurso, bem como suas propriedades e formas de utilização, de armazenamento e de conservação.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre manejo de água, incluindo também a apresentação de vídeo sobre o assunto, com enfoque na importância da preservação desse recurso. 2. Debate e discussão sobre a mensagem transmitida no documentário: “De onde vem a água?”

Contexto

A água é sempre preciosa, é um elemento essencial à vida e precisa ser cuidada. Entre os lugares especiais de beleza natural destacamos as praias oceânicas, os lagos e as margens de rios. A água tem impacto calmante e tranquilizante em quase todas as pessoas e é um elemento da natureza, raro e inteligente, tem memória e não obedece a regras físicas e químicas. Sua manutenção e seu uso adequado exigem um padrão especial. Além disso, esse recurso tem uma conexão forte com a vegetação da qual ela precisa para completar seu ciclo. Portanto, “se queremos ter água precisamos de plantas e se queremos ter plantas precisamos ter água”.

Embora a água seja um elemento vital para suprir as necessidades básicas dos seres



Escola construída em área rural semiárida no Quênia, na África. Começa com a construção de uma grande cisterna subterrânea. A escola incluiu hortas para garantir educação para as crianças.



Fonte: pixabay



vivos, principalmente humanos e animais, ainda é preciso maior conscientização para sua conservação principalmente das fontes naturais, pois de toda a água existente no planeta, somente 0,03% está disponível para uso humano (ver aula sobre Ciclo Hídrico) e mesmo assim, ainda é grande o desperdício, a contaminação e poluição de lagos, poços, rios, mares e aquíferos que já se encontram contaminados por agrotóxicos e outros produtos químicos.

Além disso, a questão da água se torna especialmente significativa em lugares de clima semiárido como o Ceará, sobretudo em regiões rurais. Em áreas urbanas as pessoas acabam não se preocupando tanto com a questão da água, sendo que elas são abastecidas por reservatórios de áreas rurais. Ademais, além do clima semiárido, a previsão para o Ceará por conta das mudanças climáticas é sofrer ainda mais com secas mais severas e extremas.

Assim, uma disciplina sobre manejo de água é bastante importante, principalmente focando em formas de armazenamento, reutilização, conservação e preservação desse recurso que é tão precioso e necessário para a sobrevivência de todas as formas de vida na Terra.

Atividades

Em sala de aula: Introduzir o tema de manejo de água, explicando brevemente sobre o que será visto no decorrer da referida eletiva. Em seguida, apresentar o vídeo sugerido: “De onde vem a água?”.

Após a apresentação do vídeo (que tem cerca de 20 minutos) pedir para os alunos escreverem em um parágrafo qual a mensagem principal que o documentário transmitiu para eles. O professor pode solicitar que alguns alunos compartilhem o que escreveram.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos,



imagens e vídeos. Caderno, caneta ou lápis.

Texto Complementar Relato de experiência sobre manejo de água em escolas do Ceará: Em 2017 permacultores vinculados à Secretaria de Educação do Ceará, foram convidados pela direção de uma CREDE para visitar uma escola em construção no Ceará no intuito de oferecer algum suporte a respeito do manejo de água na escola. Quando a visita ocorreu, a construção da escola estava terminando, bem como sua pintura. O problema que preocupava o diretor naquele momento era a questão da água, pois embora tivesse sido informado a quem perfurou o poço que existia água doce por volta de 8 m de profundidade, o poço foi perfurado em até 40m, onde se encontrou uma água muito salgada e totalmente inapropriada para uso.

Dessa forma, a escola seria inaugurada sem fonte da água. Os permacultores deram algumas ideias para o diretor, mas este explicou que só poderia dar mais detalhes quando tivesse acesso à planta hídrica da escola, para saber onde estavam as tubulações e conexões. O diretor pediu então uma cópia da planta hídrica para o DAE (departamento de Arquitetura e Engenharia do Ceará) e algumas semanas depois, recebeu a resposta que, como diretor do CREDE, ele não teria direito a essa informação.

Mais recentemente, os permacultores visitaram várias escolas no interior do Ceará que foram fechadas por falta de água ou que só estavam funcionando em tempo parcial por conta disso, ou que estavam gastando muito dinheiro comprando água na tentativa mantê-las abertas. Ou seja, o nosso manejo coletivo de água está impactando de forma negativa a educação de nossas crianças. Daí a importância em se estudar formas corretas e inteligentes de se manejar as águas.



Ciclo Hidrico

BNCC

Objeto de Aprendizagem

Introduzir o conceito de ciclo hidrológico a fim de descrever os diversos caminhos através dos quais a água circula e se transforma na natureza, constituindo um sistema complexo.

Percurso de Aprendizagem Duração: 4h/aula 1. Esse plano de aula guiará duas aulas sobre ciclo hidrológico: uma aula expositiva do tema, incluindo também a apresentação de vídeos sobre o assunto, seguido de um debate entre os estudantes sobre a temática em questão. 2. Os alunos deverão ser divididos em cinco grupos e cada grupo ficará responsável por fazer uma pesquisa minuciosa sobre os 5 principais processos envolvidos no ciclo hídrico: precipitação, transpiração, armazenamento (infiltração), evaporação e condensação para apresentar na aula seguinte.

Contexto

Sabe-se que cerca de 70% da superfície da Terra é formada por água, onde 97% desse total corresponde a água salgada presente nos oceanos e nos mares, cerca de 2% corresponde às geleiras e apenas 1% de toda a água do planeta é doce, mas grande parte está armazenada em aquíferos e apenas 0,3 % está armazenada na superfície em forma de rios e lagos. Veja a tabela de distribuição das águas produzida pelo Brasil Escola.



O ciclo da água na natureza é um dos ciclos mais importantes do nosso planeta. Cientificamente ele é conhecido como ciclo hidrológico e é responsável pela vida dos seres vivos nos mais diversos lugares da Terra (Educa mais Brasil). O ciclo hidrológico é um fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à força de gravidade. Ele é normalmente estudado com maior interesse na fase terrestre e a unidade fundamental de análise é a Bacia Hidrográfica.

O ciclo hidrológico passa por alguns processos (que não acontecem de forma igual em todos os lugares):

A energia do sol é responsável pela evaporação e pela evapotranspiração; O vapor de água é transportado pelo ar e pode condensar, formando nuvens; O vapor de água condensado nas nuvens pode retornar a superfície terrestre em forma de precipitação; A evaporação dos oceanos é a maior fonte de vapor para atmosfera; A precipitação que atinge o solo pode infiltrar ou escoar até atingir um curso d'água; A água que infiltra umedece o solo e alimenta aquíferos e cria fluxos subterrâneos.

As etapas do ciclo hidrológico recebem a influência de outros elementos climático-atmosféricos e também próprios da geomorfologia local, como distribuição e incidência de luz solar, ocorrência de ventos, tipo de solo, forma de relevo etc. (Brasil Escola). Veja mais sobre "Ciclo hidrológico" em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/ciclo-agua.htm>

Sendo a água doce um recurso essencial para a sobrevivência humana é necessário que tenhamos o conhecimento sobre sua distribuição e sobre os caminhos através dos quais a água circula e se transforma na natureza a fim de que possamos conhecer para preservar esse recurso tão raro.



Atividades

Em sala de aula: Após introduzir o tema de ciclo hidrológico com aula expositiva, apresentar o vídeo sobre ciclo hidrológico e o documentário: “Descubra a importância da água para a vida na Terra”, indicado na aula. Após a exibição do vídeo, promover um debate entre os alunos sobre a importância da água para a vida na Terra. Ao final da aula os alunos devem ser divididos em cinco grupos e cada grupo ficará responsável por fazer uma pesquisa minuciosa sobre os 5 principais processos envolvidos no ciclo hídrico: precipitação, transpiração, armazenamento (infiltração), evaporação e condensação para apresentar na aula seguinte. A apresentação se dará na próxima aula, em forma de seminário, onde os alunos podem preparar materiais como cartazes, maquetes ou painéis para enriquecer os seus discursos. É importante que os alunos ativem sua criatividade nesse momento. Exemplo de painel que pode ser elaborado:

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos. Para a confecção de cartazes, painéis ou maquetes: folhas de cartolina, caixa de papelão, isopor, algodão, materiais ou resíduos reutilizados, folhas de jornais e revistas, tesoura, cola, entre outros.

Curiosidades

86% da evaporação global ocorre sobre a superfície dos oceanos; 78% da precipitação ocorre sobre a superfície dos oceanos; Em média, uma gota de água permanece aproximadamente 16 dias em um rio e cerca de 8 dias na atmosfera; A água pode demorar milhares de anos para atravessar um aquífero profundo.

Referências <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/ciclo-agua.htm>

<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>

<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/ciclo-da-agua>



Água Azul

BNCC

Objeto de Aprendizagem

Estudar sobre a água azul, especialmente em sua forma limpa e potável e as possíveis formas de armazenamento e utilização.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre o tema água azul, incluindo também a apresentação de vídeos sobre o assunto, seguido de um debate entre os estudantes sobre a temática em questão. 2. Num segundo momento, pode-se realizar uma tarefa prática para a medição do tamanho dos tetos da escola e cálculo do volume de chuva durante um ano para comparar com o volume de água que a escola usa durante o mesmo período.

Contexto

Sabe-se que a água é um recurso extremamente precioso para a vida na Terra. E devido à dimensão do desafio que a disponibilidade da água coloca para a humanidade, alguns cientistas como os da Sociedade das Ciências do Solo dos Estados Unidos (SSSA) estão propondo a adoção de uma nomenclatura que explicita os diversos "tipos de água" com que os pesquisadores lidam, uma vez que o modo de lidar com cada um é bastante diferente. Ver mais em:  [água azul, verde e cinza](#)



Iniciaremos nossos estudos a respeito das cores da água com a água azul. Essa é a água na forma como a conhecemos: líquida, limpa e potável para humanos e animais beberem, para preparar alimentos, para lavar utensílios de cozinha, etc. Precisamos pensar na água azul, considerando três aspectos principais: como coletar, como armazenar e como usá-la com eficiência, cuidado e respeito. Coletando e armazenando a água. Em escala doméstica, é comum se coletar água da chuva a partir da estrutura de tetos/coberturas e armazená-la em cisternas, dos mais diversos tipos e formatos, podendo ser estas constituídas de plástico, ferro-cimento ou placas de concreto. Além disso, a água da chuva também pode ser coletada diretamente de ruas, estacionamentos e outras superfícies impermeabilizadas.

No caso de cisternas, para manter a água bem limpa é importante que a primeira parte da água coletada da chuva seja dispensada para então coletar a água mais límpida. A cisterna precisa ser fechada para evitar a entrada de insetos e animais e, principalmente, a entrada de luz e deve ser completamente esvaziada e limpa a cada 5 ou 8 anos.

Para calcular o tamanho ideal de sua cisterna, multiplica-se a área do teto que coletará a chuva (em metros quadrados) pela pluviosidade anual (em milímetros) por 0.80 (para incluir perdas). O resultado será o volume de água que é possível captar em um ano. Contudo, pode-se continuar usando a cisterna e captar ainda mais água. Em climas com boa distribuição de chuvas durante o ano, calcula-se o volume captado nos quatro meses menos chuvosos. Para climas secos, com distribuição irregular, deve-se calcular a quantidade de meses de período seco por sua taxa de uso.

Em escala maior, também podem ser construídos açudes e represas, principalmente em regiões mais semiáridas, como parte do Nordeste e do Ceará, e/ou com escassez de chuvas.

Bebendo água da chuva. Aqui no Brasil, não é recomendado pelos órgãos públicos beber água da chuva, o que causa estranheza uma vez que existem programas para instalar cisternas para as pessoas que vivem nas áreas rurais da região Nordeste. Então quando não tiver uma outra fonte da água, o que as pessoas irão fazer? É uma questão



a se pensar.

Em muitos países a água da chuva é a melhor água disponível para beber. Na Austrália por exemplo, quase todas as áreas rurais somente consomem água da chuva. E mesmo em áreas urbanas, as pessoas instalam cisternas para captar a água da chuva e consumir essa água ao invés da água disponibilizada pelos municípios.

Questiona-se o porquê de não ser recomendado beber água da chuva no Brasil. Isso pode ter vários motivos como empresas fazendo pressão para comercializar água engarrafada, a princípio, mineral. Outra explicação seria que, em cidades mais industrializadas como São Paulo, ou Belo Horizonte, ou cidades inseridas no contexto da agroindústria, podem ter chuvas contaminadas por produtos químicos ou agrotóxicos. Mas, em Fortaleza e na maioria do estado do Ceará a chuva vem dos ventos alísios vindos de nordeste do Hemisfério Norte e os de sudeste vindos do Hemisfério Sul, então poderíamos pensar sim em utilizar essa água para beber.

Manejo em grande escala Aqui, nossa ênfase seria nas condições locais e especialmente nas escolas para se manejar as águas da chuva. É claro que existem ações locais como cisternas e pequenos açudes que as escolas podem construir, mas o manejo de água é uma atividade em escala regional e um exemplo de manejo que precisa ser aplicado em escala comunitária. Em países mais secos como Índia, China e vários países árabes e africanos, existem projetos bem sucedidos em escala regional. Em outra aula trataremos com mais detalhes sobre esses projetos de manejo em grande escala.

Atividades

Em sala de aula:

Fazer uma breve introdução sobre as cores da água e discutir a sua importância, através do conteúdo e dos vídeos indicados na aula, instigando os alunos que residem ou que possuam parentes no interior a compartilharem suas experiências e vivências com



relação à escassez de água.

Dentro da escola:

Uma tarefa prática, que poderia ser realizada na escola, seria medir o tamanho dos tetos da escola e calcular o volume de chuva que cai durante o ano. (áreas do teto em metros x pluviosidade (mm) da sua região X 0.80 = litros por ano). Em seguida, deve-se comparar isso com o volume de água que a escola usa durante um ano (a secretaria deve possuir essa informação).

Nota: Se por ventura for possível futuramente a construção de uma cisterna (ou duas) de cerca de 100.000 litros (ou outro tamanho mais adequado) na escola (caso ainda não tenha), pode-se tentar juntamente com os alunos, encontrar o melhor lugar para localizá-la. Neste momento, por mais que essa construção pareça hipotética, com a previsão de que com as mudanças climáticas o Ceará ficará ainda mais seco, no futuro, sem a instalação de cisternas nas escolas, não teremos como garantir a educação das futuras gerações.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos. Para a tarefa prática: trena para fazer a medição do teto e papel e caneta para ir anotando as especificações e fazendo os cálculos.



Água Verde

BNCC

Competência: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. Habilidade: EM13CNT105 - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida

Objeto de Aprendizagem

Estudar a água verde e sua importância para nossa alimentação, bem como as tecnologias ligadas ao manejo dessa água.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre o tema águas verdes, incluindo também a apresentação de vídeos sobre o assunto. 2. Debate e discussão sobre formas de armazenar a água verde e os benefícios da implementação desses sistemas.



Contexto

A água verde, “green water” ou água evapotranspirada pode representar 60% ou até 80% (em região tropical) da água das chuvas que nunca atinge um aquífero ou rio, mas é armazenada no solo e na vegetação por pouco tempo e atende à vegetação nativa, às lavouras, às pastagens e à demanda atmosférica, evaporando do solo ou sendo transpirada pelas plantas.

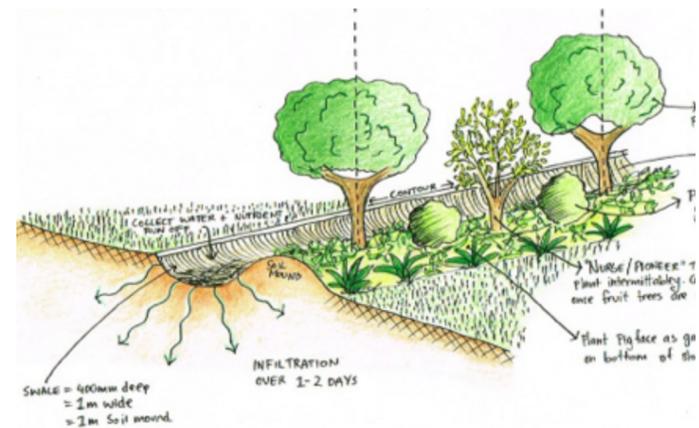
Quase toda a agricultura do mundo é dependente das chuvas e, por isso, as mudanças climáticas são uma ameaça tão séria para a nossa segurança alimentar. O primeiro lugar onde podemos guardar e captar água é no solo, que em boas condições tem capacidade de captar e armazenar grandes volumes de água.

Mesmo em áreas secas com chuva de somente 600mm ao ano, cada hectare pode receber cerca de 60 milhões de litros de água por ano. Como e onde podemos armazenar tanta água? Cisternas de até 6 milhões de litros foram construídas para o povo indiano há cerca de 700 anos. Já os Maias do México também construíram cisternas de grandes dimensões. Mas hoje, as construções de cisternas com estas proporções são bastante onerosas.

Por outro lado, o solo tem capacidade para armazenar grandes volumes de água e com baixo custo. O critério é somente ter solos com condições favoráveis, ou seja, com estrutura grumosa e presença de matéria orgânica. Alguns sistemas simples como “swales”, “jardins-de-chuva” ou qualquer outro sistema que permita barrar, diminuir a velocidade da água e que dê tempo para a água da chuva infiltrar no solo, podem ajudar.

Mesmo que a água da chuva seja tão importante para nossa alimentação, ainda existe pouco interesse ou tecnologias ligadas ao manejo dessa água.

Existem várias técnicas para auxiliar a otimizar a infiltração da água da chuva e deveria ser nossa responsabilidade infiltrar toda a água pluvial que recebemos. As técnicas incluem:



Swales

São diques ou valetas construídas em curvas de níveis ou contornos (exatamente na horizontal) para que a água da chuva seja coletada e infiltrada. Swales podem ser construídos em diferentes escalas que podem ser pequenas curvas de níveis em quintais locais ou estruturas que seguem por quilômetros em paisagens maiores. Podem ser curtos ou longos, profundos ou rasos, isso depende do tipo de solo, sua porosidade e tipo de clima. A medição e marcação das curvas de níveis podem ser feitas usando um nível simples, por teodolito, linha de água ou até com o famoso “pé-de-galinha”. Os swales, sendo horizontais, não permitem que a água se espalhe e escorra, ele permite que a água permaneça, diminua a velocidade e penetre no solo. O swale deve ser do tamanho que, mesmo na chuva mais forte que ocorrer, ele não vai transbordar. O objetivo é coletar toda a chuva que cai nessa área.

Idealmente, devem ser feitos plantios nas bordas dos swales a fim de protegê-los e também para aproveitar a água que está sendo coletada. Na parte acima do swale deve-se plantar espécies que suportam menos quantidade de água, e na parte mais abaixo, plantar as plantas que suportam mais água.

Jardim de Chuva

Enquanto os swales são longos e seguem curvas de níveis, o jardim-de-chuva é menor, construído em terrenos mais abaixo, e consta de um dique preenchido com brita, areia grossa e matéria orgânica. Na parte de cima, podem ser colocadas plantas (ornamentais, medicinais ou cactáceas em áreas áridas). Mas em períodos de chuva, o dique ficará cheio com água que aos poucos se infiltrará no solo.

[Bill Mollison visita os swales feitos no Arizona nos anos 1930.](#)



Atividades

Em sala de aula: Apresentar o tema de “Água verde”, exibindo os vídeos indicados para complementar o assunto. Em seguida, deve-se discutir com a turma a questão da importância das águas verdes, fazendo alguns questionamentos aos alunos como: Em nossos quintais, escolas ou comunidades, existem lugares onde é possível aplicar estas ideias? E quais seriam os benéficos da implementação desses sistemas?

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos.

Texto complementar

Experiências Internacionais

Internacionalmente existem muitos projetos que aproveitam o conceito e as técnicas da Água Verde para aumentar a produtividade local, especialmente em áreas bem áridas. Alguns desses projetos são de grande porte e os resultados são impressionantes. Mas, o conceito e suas técnicas são poucos conhecidos e menos ainda aproveitados no Brasil, por enquanto. Quando as mudanças climáticas ficarem severas no nosso país, nossa opção será mudar as nossas práticas. Aqui no Ceará temos quase 20% do estado em processo de desertificação e quase todo o estado, “em risco” de desertificação. Assim, temos a opção de começar a praticar essas estratégias, ou correr o risco de não deixar



um planeta saudável para as futuras gerações. Vídeos complementares sobre o assunto (em inglês): Haware Bazar, India Haware Bazar-2, India Snr Phiri Maseko, Zimbabwe, Africa Snr Phiri Maseko -2, Zimbabwe, Africa Greening the Dessert



Água Cinza

BNCC

Competência: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. Habilidade: EM13CNT105 - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

Objeto de Aprendizagem

Fazer considerações a respeito do aproveitamento das águas que usamos nas máquinas de lavar, em pias ou no chuveiro, conhecidas como águas cinzas.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre o tema águas cinzas, incluindo também a apresentação de vídeos sobre o assunto. 2. Debate e discussão sobre formas de tratar e de reutilizar as águas cinzas.



Fonte:arvoreagua



Contexto

Aqui estamos estudando a terceira das cores da água que é a água cinza: a água residual do chuveiro, da pia da cozinha e da máquina de lavar roupas. Embora seja um tipo de água levemente suja, podemos reutilizá-la. Porém, não temos como usar esta água sem passar por uma forma de tratamento, embora não seja perigosa para mexer, ela pode ter certa quantidade de matéria orgânica, o que causa cheiro ruim, se tentarmos armazená-la.

A contaminação principal desta água é pela gordura, procedente da cozinha (alimentos) e a gordura que é oriunda da decomposição de sabonetes e outros sabões (que são feitos com gordura). Deixando esta água livre no ambiente e escorrendo pelo chão pode-se causar problemas de saúde, além do contato de animais, insetos e crianças. Por outro lado, lançando esta água em uma superfície escavada as gorduras com o tempo podem entupir os poros do solo, impermeabilizando-o.

Por isso, precisamos estudar formas de tratar e lidar com esse tipo de água, uma vez que a sua reutilização é uma atitude sustentável, principalmente num contexto de um possível cenário de escassez de água (ou cenário já atual). Cabe lembrar que todas as casas, escolas, fábricas, edifícios e comércios produzem grandes volumes de águas cinzas.

De acordo com a Ecycle o reuso das águas cinzas é mais simples do que o de águas negras – existe a possibilidade de implantação de um sistema de tratamento na própria residência. Existem empresas especializadas que projetam a Estação de Tratamento de Água Cinza (Etac) compactas com o processo mais adequado de acordo com o volume de efluente gerado e finalidade de reuso.

Uma forma interessante e inteligente de se reutilizar a água do chuveiro e da pia do banheiro é colocando-a na caixa de descarga, veja o vídeo: “Greywater recycling” (embora esteja em inglês dá para entender sua mensagem). Outras formas mais simples de reutilizar as águas cinzas é para a produção de alimentos. Veja também a aula sobre Círculo de bananeiras.



Existem também formas mais simples e caseiras de tratar as águas cinzas como apresenta o esquema de “jardim filtrante” que mostra como as plantas podem ajudar na purificação dessa água, funcionando como um “filtro natural” para tratar efluentes biodegradáveis. A técnica é de fitorremediação, com espécies vegetais atuando na depuração. Depois de passar pela caixa de gordura, a água deve ser encaminhada para o “jardim filtrante”: um tanque com o fundo impermeabilizado, preenchido com brita e areia na parte inferior e, acima, populado com plantas macrófitas aquáticas nativas da região. As plantas depuradoras devem ser escolhidas de acordo com o agente poluente, sendo uma tecnologia social que evita o descarte de esgoto cinza não tratado e também permite a reutilização da água para fins não potáveis, como irrigação de árvores frutíferas, limpeza de pisos e janelas, enxague do vaso sanitário etc. (Fonte: *Árvore Água*).

Atividades

Apresentar o tema de águas cinzas, exibindo vídeos para complementar o assunto (pode ser o indicado: “Reuso de águas cinzas para a produção de alimentos e forragens” ou outro a sua escolha). Em seguida, deve-se discutir com a turma a questão das águas cinzas, como eles utilizam (ou reutilizam) as águas cinzas em casa (especialmente relevante em áreas rurais). Levantar questões a cerca de reutilização da água num contexto de um estado semiárido e no contexto da sustentabilidade ambiental.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos.

Texto complementar Jardim filtrante é um pequeno lago impermeabilizado, que contém pedras, areia e plantas aquáticas, com manutenção muito simples, para tratamento do esgoto proveniente de pias, tanques e chuveiros, ricos em sabões, detergentes,



restos de alimentos e gorduras – a chamada “água cinza”. Foi adaptado pela Embrapa para complementar o uso da Fossa Séptica Biodigestora e do Clorador Embrapa, tecnologias desenvolvidas para o saneamento básico rural.

Contribui com a sustentabilidade do meio ambiente ao evitar o descarte de esgoto não tratado, bem como permitir a reutilização da água para irrigação de lavouras, lavagem de pisos e janelas, uso no vaso sanitário, entre outras, ou mesmo o descarte de maneira adequada. O sistema possibilita ainda harmonia paisagística, pelo uso de plantas ornamentais.

Fonte: Embrapa. Veja mais sobre jardim filtrante e saneamento básico rural em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>

Videos

-  [Reúso de águas cinzas para a produção de alimentos e forragens](#)
-  [Greywater recycling](#)



Círculo Bananeiras

BNCC

Objeto de Aprendizagem

Entender como funciona o círculo de bananeiras como alternativa ao tratamento de águas cinzas.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula ou 4h/aula 1. Esse plano poderá guiar até duas aulas sobre círculo de bananeiras: uma aula expositiva do tema, incluindo também a apresentação de vídeos sobre o assunto, seguido de um debate entre os estudantes sobre a temática em questão. 2. Num segundo momento, caso seja viável para a escola, será implementada a técnica do círculo de bananeiras na prática.

Contexto

O círculo de bananeiras é um sistema natural de tratamento de águas cinzas onde ao mesmo tempo em que se trata a água se produz banana (ou outro vegetal) de forma orgânica e sustentável.

Segundo o Centro ambiental da Terra o círculo de bananeiras é uma tecnologia apropriada para destinação das águas cinzas provenientes da cozinha, lavagem de roupas e banho. Se constitui em uma bacia escavada no entorno da qual se cultiva bananas e outras plantas com altas taxas de evapotranspiração. Este é um sistema ideal para o reuso das águas servidas no local da geração deste esgoto.



Círculo de bananeiras, em uma casa de Minas Gerais, abastecida só com a água da máquina de lavar roupas, após 6 meses.



Além de bananas é possível cultivar plantas como mamão e taioba que também servem de alimento ou ornamentais como copo de leite e papiros. Os microrganismos não contaminam o interior dos tecidos e frutos das plantas, e os componentes poluentes da água cinza são em sua maioria nutrientes para as plantas. As folhas velhas podem ser podadas e utilizadas na compostagem, gerando um ótimo adubo.

No contexto das escolas, poderiam ser reutilizadas as águas das pias do banheiro e da cozinha, bem como águas de chuveiro, que ao invés de serem descartadas serviriam então para a produção de bananas ou outras formas vegetais que os próprios alunos poderiam vir a consumir. Essa é uma excelente alternativa de uso às águas cinzas que diariamente são rejeitadas em grandes quantidades em nossas casas ou mesmo nas escolas.

Veja mais sobre como construir o círculo de bananeiras em: <http://www.ambientaldataerra.com.br/circulo-de-bananeiras/>

Atividades

Em sala de aula: Apresentar o tema de círculo de bananeiras, exibindo vídeos para complementar o assunto (pode ser os indicados na aula ou outro a sua escolha). Em seguida, deve-se discutir com a turma a questão da importância do tratamento e da reutilização das águas cinzas.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos.

Em um segundo dia, caso seja viável (tenha espaço na escola, tenha alguém para se responsabilizar pela manutenção e seja de interesse da comunidade escolar) pode-se implementar um círculo de bananeiras.

Obs.: mesmo que na escola não seja possível fazer a implementação do círculo de bananeiras, ainda assim é importante que os estudantes tenham conhecimento desse



método, pois podem influenciar seus pais e responsáveis a construir um sistema desse em suas casas.

Instruções para a implementação do sistema:

Círculo de Bananeiras

Primeiramente deve-se fazer um buraco redondo de 1m de diâmetro e meio metro de profundidade, por meio de um tubo de PVC (10cm) para levar a água para o buraco. A terra da escavação será usada para formar uma parede estreita em volta de todo o buraco, de 40-50cm, a partir do mesmo (no perfil, tem o buraco, uma prateleira de 40-50cm e depois a parede de terra).

Em seguida, encher o buraco com muita matéria orgânica, de preferência, material mais duro e grosso (troncos e galhos), e acima desse, colocar um material mais leve (folhas e capim). Na prateleira, na parede e em volta de todo o sistema, deve-se cobrir com material orgânico (ideal iniciar com uma camada de papelão). Na prateleira, plantar quatro (ou cinco) mudas de bananeira. Em seguida, continuar cortando os pseudocaulos das plantas mães (quando retirar o cacho) e deixar as filhas para que todos os pés andem no mesmo sentido. O ideal é deixar três pés de bananeiras, “a mãe, a filha e a neta”.

Entre as bananeiras, na parede e um pouco na parte de fora, deve-se plantar com densidade e diversidade. Na prateleira, colocar plantas que também gostam de mais umidade, como gengibre, taioba, e na parede de fora, colocar as plantas que tiver interesse, principalmente integrar hortaliças, com condimentares, medicinais e flores.

Deve-se lembrar que a matéria orgânica do centro é que dará suporte às bactérias, e que com o tempo elas vão decompor os materiais do buraco. É importante continuar a jogar mais matéria orgânica no buraco, mesmo que fique bem alto.



Caixas de Gordura

No círculo de bananeiras vamos criar um ambiente biológico para processar as gorduras. Caso não seja possível usar bactérias, pode-se separar as gorduras fisicamente. Para isso, existem "Caixas de Gorduras" comerciais. Na prática, criamos um espaço onde a água-cinza entra e só sai por um tubo localizado no meio da coluna de água. As gorduras flutuam, e não saem. As partículas minerais, afundam e também não saem. O ideal é criar uma série desses espaços, cada um limpando mais ainda a água que passa por eles.

Nota: A gordura flutua, e com o tempo, acumula uma camada bem grossa, tão grossa que chega até o nível de saída e começa a sair. Para funcionar, as "Caixas de Gordura" devem ser limpas com frequência. A frequência depende do tamanho dos espaços e do volume de gordura usada na casa. Normalmente isso precisa ser feito mensalmente. Não é um trabalho interessante de fazer, por isso, é frequentemente esquecido, o que significa que a caixa de gordura deixa de funcionar.

Distribuição Direito no Solo

Depois que as gorduras são eliminadas, é possível simplesmente distribuir a água diretamente no solo. Claro que o solo morto não tem atividade biológica e processa a matéria orgânica ainda na água. Por isso é importante que esta distribuição seja feita por canteiros cheios com plantas e matéria orgânica. A forma mais fácil é despejar a água dentro de um vaso enterrado de forma invertida.



Pântanos Artificias

Em situações com grandes volumes desta água, como em hospitais, sistemas municipais, universidades, é possível construir uma espécie de pântano artificial. Normalmente, a água entra em um lado e é forçada a passar por um filtro constituído por várias camadas de areia, pedras, terra e cheia com plantas macrófitas. Esse é um tema bem técnico e que precisa de muita atenção para sua instalação e, nessa aula não nos aprofundaremos.

Aspersores

Uma outra forma simples de tratar essa água é armazená-la em um tanque durante a noite, e no meio da próxima manhã, passar a água por um filtro, e depois usar em uma bomba com aspersores para irrigar plantios de grama ou pomar (não recomendamos usar diretamente em hortas). Deve-se jogar a água no ar, na forma de gotículas e durante o dia, isso permite que a água seja esterilizada pelos raios ultravioletas do sol. E este tipo de água será muito bem aproveitada na irrigação de gramados ou pomares. Obs.: também é necessário tirar as gorduras da água antes de usar esta tecnologia.



Água Preta

BNCC

Objeto de Aprendizagem

Introduzir o conceito de água preta (ou negra) e estudar formas para seu tratamento e reutilização.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre o tema água preta, incluindo também a apresentação de vídeos sobre o assunto. 2. Divisão da turma em grupos para pesquisar e apresentar formas mais inteligentes e responsáveis de lidar com as águas pretas.

Contexto

A água preta ou água negra como também é conhecida é o efluente proveniente de vasos sanitários. Pelo fato de ser uma água contaminada com fezes humanas é perigosa em termos de saúde e, portanto, precisamos de muito cuidado para lidar com ela.

É muito comum que a população e mesmo algumas autoridades, não deem a devida importância para o cuidado que se precisa ter com esse tipo de água. Normalmente, ela não é tratada de maneira eficaz e o "tratamento" convencional é lançar essas águas em fossas ("fossa-preta" ou "sumidouros"), com a ideia de que a água vai sumir ou desaparecer e sem nenhum impacto ou resultado prejudicial.

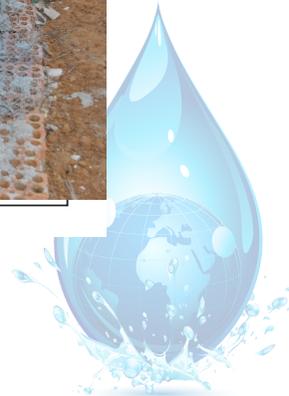
Além disso, é mais comum ainda, que essa água seja misturada com a água-cinza, o



Banheiro Seco



Bacia Evapotranspiração
Filtros Biológicos



que resulta em um grande volume de água contaminada. Também é comum que com o tempo, as gorduras das águas-cinzas e não-tratadas, entupam as fossas-pretas e os poros do solo que ficam impermeabilizados, sendo necessário cavar novas fossas-pretas ou sumidouros. É importante destacar que antes que a fossa seja impermeabilizada, a água contaminada se infiltra no solo, e dependendo da geologia local, ela pode chegar até os rios, lagos ou aquíferos, contaminando-os e isso acaba sendo perigoso para a saúde de comunidades que se localizam em área mais baixas em uma dada bacia hidrográfica.

Em áreas áridas, a referida forma de lidar com esse tipo de água não é eficiente, inteligente e nem responsável. Existem formas mais inteligentes e responsáveis de lidar com a água preta onde consideramos algumas opções:

Banheiros Secos Pensando em como lidar com água-preta, a melhor opção é não gerar este tipo de água. O uso dessa água para carregar fezes para locais que não vemos, é uma tecnologia de 4000 anos atrás (criada na época de Salomão, na Babilônia). Sanitários secos são as melhores opções, e especialmente, em climas secos como no Ceará (por ser um tema bem importante existe uma aula inteira dedicada a esse assunto- ver aula sobre Banheiros Secos)

Filtros Biológicos Em climas ou ambientes onde temos água suficiente para usar no transporte de fezes, podemos aproveitar a água e os nutrientes disponíveis. Esse sistema é constituído por quatro tanques por onde passa a água. Os dois primeiros são fechados, onde ocorre o processo anaeróbico, permitindo que os sólidos desçam e eliminem as bactérias aeróbicas. Os próximos tanques são preenchidos com brita e areia grossa, podendo ser plantada a planta typha. As raízes da typha forçam o oxigênio para dentro da água, criando condições aeróbicas, que eliminarão todas as bactérias anaeróbicas. O resultado é uma água rica em nutrientes, mas sem bactérias (por isso, o tempo para essa água passar, deve ser o mínimo de 40 dias). Veja o desenho de filtro biológico que foi aprovado para uso doméstico, em São Paulo.

Bacia de Evapotranspiração (BET) Essa é uma forma mais simples de tratamento de água oriunda de sanitários, onde a água com os dejetos é processada por bactérias e o resultado é a produção de banana ou outras plantas que exigem muita água e nutrientes,



sem risco de contaminação. A construção é simples, deve-se fazer um buraco de 1m de profundidade, com 2m² de superfície (para cada pessoa da casa). O buraco deve ser impermeabilizado (com lona preta resistente ou com tijolos). Na parte de baixo, deve-se criar um espaço para receber o esgoto, pode ser feito com pneus reciclados ou tijolos. O buraco deve ser preenchido com entulho grosso (até o nível do vão/espaço). Depois deve-se colocar uma camada de entulho mais fina, brita, areia grossa e ao final, areia fina. Nessa área podem ser plantadas bananeiras que caibam no espaço. Esse sistema não precisa de saída (mas uma saída emergencial é recomendada) porque a água está saindo por evapotranspiração das bananeiras - as quais crescem bem com a quantidade de água e nutrientes disponíveis.

Atividades

Em sala de aula: Apresentar o tema de “Água preta”, exibindo os vídeos indicados para complementar o assunto. Em seguida, deve-se discutir com a turma a questão da importância da reutilização das águas negras. Deve-se dividir a turma em três ou quatro grupos onde cada grupo vai pesquisar (através de computadores ou celular com acesso à internet) sobre formas inteligentes e simples de se reutilizar as águas negras. Após a pesquisa, nos últimos 20 minutos da aula, cada grupo deve fazer suas colocações sobre as formas de reutilização dessas águas e se isso poderia ser viável no contexto de suas casas ou da sua escola.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos. Computadores ou celulares conectados à internet.



Banheiro Seco

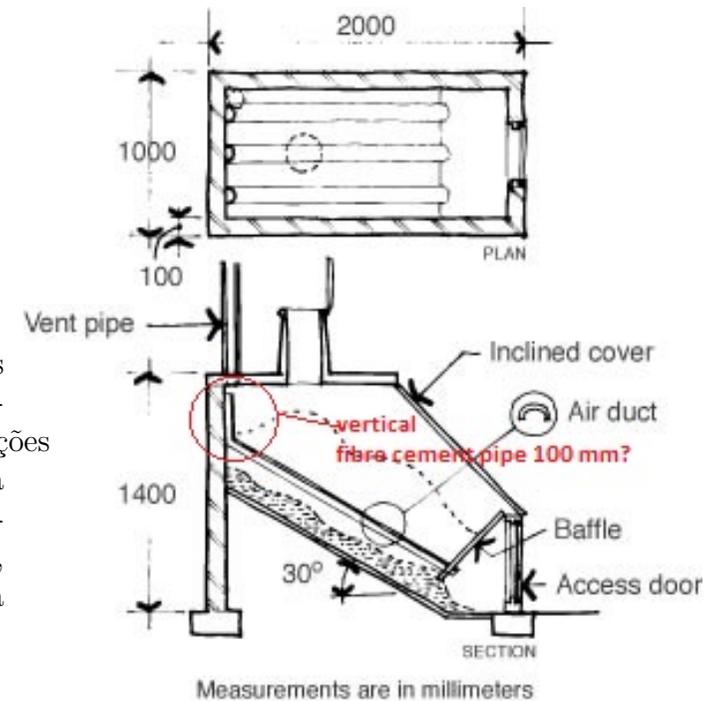
BNCC

Competencia: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. Habilidade: EM13CNT105 - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida

Objeto de Aprendizagem

Estudar a técnica do banheiro seco como forma de minimizar a contaminação das águas superficiais, bem como para diminuir o consumo de água em climas secos.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre banheiros secos, incluindo também a apresentação de vídeos sobre o assunto. 2. Debate e discussão sobre formas de minimizar a contaminação de águas pelos dejetos humanos, bem como as vantagens do aproveitamento e reutilização desse material.



Clivus Minimus



Contexto

Como visto na aula sobre águas pretas, estas são compostas por dejetos que por sua vez, são contaminados. Um adulto produz cerca de 50kg de fezes seca por ano, o que pode ser considerado pouco, mas quando misturamos esta pequena quantidade com um grande volume de água, o resultado será um grande volume de água contaminada.

Dessa forma, banheiros secos são as melhores opções, e especialmente, em climas mais secos como no Ceará. Recentemente tivemos escolas que foram fechadas por falta de água para os banheiros. Assim, as crianças estão perdendo parte de sua educação porque continuamos usando uma tecnologia antiga e baseada na água que já é escassa. Em contrapartida, existem banheiros secos, que não usam água, e por isso eles não contaminam os rios ou os aquíferos. Isso além de economizar nossa água também pode produzir um adubo útil. Dessa forma, compostaríamos nossos dejetos que contém altas taxas de nitrogênio (por isso o cheiro ruim quando em contato com a água). No banheiro seco, combinamos os dejetos com uma fonte de carbono como papel triturado, serragem e folhas secas para manter o sistema aeróbico e assim, não ter mau cheiro, em alguns meses teremos compostagem. Note que depois de compostado o material é tecnicamente seguro, mas não se recomenda usar esse material em hortas, por exemplo. Pode-se usar para adubar um pomar, ou recompostar com mais material verde por outros 6 meses. Ao invés de consumir água e contaminar os rios e aquíferos, podemos produzir adubo e plantar florestas.

Existem vários modelos de sanitários secos, desde aqueles bem simples e caseiros até os super caros, feitos com fibras-de-vidro. Independente disso, é importante cuidar do processo do material que em sua fase final pode ser transformado em compostagem, ou húmus, se adicionarmos minhocas para processar o material.



Clivus Multrum, versão comercial e muito cara



Atividades

Em sala de aula: Apresentar o tema de banheiros secos, exibindo os vídeos indicados para complementar o assunto. Em seguida, deve-se discutir com a turma sobre as formas de minimizar a contaminação de águas pelos dejetos humanos, bem como as vantagens do aproveitamento e reutilização desse material através principalmente da construção de banheiros secos.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos.

Textos Complementares

Clivus Minimus Essa é uma versão simples de construção de sanitários secos, com uso de materiais como tijolos ou blocos de cimento. Existem vários modelos com medidas específicas. Este modelo consta de dois compartimentos, ou seja, uma base dupla onde se deposita os dejetos humanos (6 meses em cada caixa) e o espaço superior, onde fica o vaso ou assento e outros elementos, é o espaço para uso do banheiro. O compartimento que recebe os dejetos, tem uma base com declividade de 30 graus. Suspensa e acima dessa caixa, coloca-se uma grade (feita por tubos de PVC comum), que em um primeiro momento recebe os dejetos (que são pegajosos). Esse compartimento precisa ter um sistema de aeração, no caso, uma chaminé (ventilação) que forçará o ar a circular, na frente, acima e abaixo (pelos tubos de PVC) gerando condições aeróbicas para todo o material depositado. Com o tempo, as bactérias transformam as fezes e elas se tornam mais grumosas e menos pegajosas. Os grumos caem entre os espaços e entre os tubos de PVC, e rolam para baixo. O acesso a este compartimento (que na realidade, consta de duas caixas de cimento ou concreto), é pela parte da frente, por onde é possível retirar o material grumoso sem ter nenhum contato com os dejetos em processamento.

Nota: É importante que a cada depósito de dejetos humanos, ele seja coberto com serragem ou outro material granular rico em carbono, não se usa água como descarga



e sim serragem ou qualquer outro material rico em carbono. Isso também para deixar o banheiro em condições de uso para o próximo usuário. Mesmo que o compartimento deva excluir a entrada de moscas, essa cobertura com serragem evita que as moscas se alojem nesse material. Sendo seco, a serragem também elimina excessos de umidade. E, mais importante ainda, a serragem é uma fonte de carbono, que equilibra o excesso do nitrogênio existente nos dejetos frescos. Se o ambiente ficar com odor de amônia, isso indica que a combinação de carbono para a atividade das bactérias não está em equilíbrio.

Nota: Outra consideração é com relação à umidade. As bactérias precisam de umidade, mas o sistema não pode ser encharcado. Especialmente, em casas com presença de muitos homens, principalmente, se eles bebem cerveja, é preciso muito cuidado para não encharcar o sistema. É comum que o vaso seja instalado com um sistema de barreira, na parte interna e na frente, para permitir a separação da urina que será processada de outra forma. Onde isso não for possível, no mínimo, é recomendado se disponibilizar um mictório para que a urina dos homens seja separada.

Nota: Como falado, a chaminé vai gerar um movimento de ar dentro dos compartimentos. Isso deve ser suficiente que quando uma pessoa sentar no vaso, ela sinta uma leve brisa por dentro do compartimento, isso também eliminará a possibilidade de mau cheiro. Também significa que o vaso/assento precisa de uma tampa bem feita, e que os usuários, adotem a prática de manter a tampa do vaso fechada quando não estiverem usando.

Nota: Com este tipo de sanitário, estamos construindo e mantendo um sistema vivo. A limpeza do vaso não pode ser feita com químicas fortes, especialmente produtos de cloro. É preciso também um trabalho de conscientização para que os responsáveis comecem a usar materiais de limpeza mais ecológicos, à base de vinagre e sabão simples.

Nota: Um adulto, produz por volta de 50 kg de fezes seca por ano. O sistema aqui, significa que para uma família de 4 ou 5 pessoas, será necessário tirar os dejetos das caixas em torno de uma vez por ano. E a cada ano, o sistema produzirá por volta de três carrinhos de mão-de- adubo. Por isso, precisamos fazer uma reflexão bem importante,



sobre os milhares/dezenas de milhares de litros de água contaminamos para transportar alguns quilos de material contaminado (fezes).

Outros Modelos Tem muitos modelos e versões comerciais de banheiros secos disponíveis, especialmente, na Europa e nos Estados Unidos. O Instituto de tecnologia intuitiva-Tibá, tem outra versão simples e caseira, o "Bason", como explicado no livro de Johan Van Legan, Manual do Arquiteto Descalço

Reciclagem do Fósforo Na Componente Curricular Eletiva de Mudanças Ambientais Globais, falamos do Declínio do Fósforo o fósforo é uma consideração importante para o futuro. No momento, o agronegócio está usando tanto fósforo que estamos contaminando rios, lagos e mares e criando florações de algas tóxicas. Por outro lado, as fontes de fósforo estão acabando, o que é uma preocupação para o agronegócio porque sem fosfato a produção vai cair em torno de 30% (a depender da safra). E a maior fonte do fósforo, depois as minas são os dejetos humanos (fezes). Por isso precisamos tratar o assunto com bastante cuidado, pois no futuro um banheiro seco pode fazer bastante diferença.



Água Amarela

BNCC

Objeto de Aprendizagem

Estudar o tema água amarela e a questão da contaminação das águas por medicamentos e drogas, como isso afeta a saúde humana, os solos e os animais.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre o tema água amarela, incluindo também a apresentação de vídeos e áudios sobre o assunto. 2. Debate e discussão sobre a questão da contaminação das águas por medicamentos e drogas.

Contexto

A água classificada pelas cores azul, verde, cinza e preta, que denominamos aqui como outras águas, são bem reconhecidas e usadas em discussões internacionais. No entanto, de uma maneira geral, a água amarela não é tão conhecida, mas refere-se à água contaminada por químicas farmacêuticas. No Brasil, ainda não são comuns pesquisas sobre esse assunto, mas na Europa e nos EUA já existem sérias e preocupantes pesquisas nessa linha.

Os três principais tipos de produtos químicos que as pesquisas estão encontrando na água são: antidepressivos, anticoncepcionais e antibióticos. O que acontece é que as pessoas estão tomando esses remédios (drogas) que passam pelo corpo e saem pela urina, e com o tempo, chegam até os rios e lagos. As granjas de confinamento para produção



de animais são outras fontes dessas químicas que embora não tenham concentrações tão altas, mas são detectáveis, representando subdosagens.

Os médicos, por exemplo, já demonstram preocupação porque não sabem ainda quais os impactos que as pequenas doses de hormônios femininos podem causar em meninos tomando esses hormônios por toda sua vida. Semelhante a essa questão, não se sabe também quais os impactos em crianças tomando subdosagens de antidepressivos desde pequenas.

Outro fator extremamente preocupante nesses tempos de pandemia de COVID-19, são os antibióticos. Mesmo Alexander Fleming (criador da penicilina), se preocupou, com o fato de que o uso de subdosagens, seja a forma mais rápida para criar bactérias e viroses resistentes aos antibióticos. Se a população estiver continuamente tomando essas doses de antibióticos em pequenas quantidades quando bebem água, estaremos gerando resistência às drogas, e em breve, não teremos antibióticos que funcionem eficazmente.

Estudos também mostram que águas de rios e mares estão tão contaminadas com drogas como a metanfetamina, por exemplo, e alguns peixes estão ficando viciados. Um estudo publicado na BBC indica que uma grande quantidade de esgoto também chega a rios e águas costeiras sem tratamento e uma vez no meio ambiente, as drogas e seus subprodutos podem afetar a vida selvagem. Veja mais sobre o estudo “Os peixes que estão se viciando em drogas” lendo o artigo e escutando o áudio sobre o assunto através do link: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-58011187>

Veja também o vídeo: “Contaminação dos rios por medicamentos ameaça saúde humana”.

Parte dessa preocupação é porque não existe ainda formas simples para tirar estas químicas da água que consumimos, por isso é tão importante discutir esse assunto no contexto do manejo de águas.



Atividades

Em sala de aula: Apresentar o tema de “Água amarela”, exibindo o vídeo indicado na aula: “Contaminação dos rios por medicamentos ameaça saúde humana”, bem como o áudio disponível na publicação da BBC. Em seguida, deve-se discutir com a turma a questão da contaminação das águas por medicamentos e drogas, como isso afeta a saúde humana, os solos e os animais e o que poderia ser feito para diminuir ou eliminar esses impactos.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos.

Texto complementar Microplásticos Outro contaminante da água também preocupante são os plásticos, especificamente, o microplástico: partículas de plástico tão minúsculas que não podem ser vistas a olho nú e que estão contaminando quase todos os corpos e tipos de água, incluindo a água engarrafada, e até mesmo o leite materno. Parte desse plástico é oriundo de sacolas e itens de plástico grandes, os quais se desagregam até não serem vistos mais, isso porque, os pedaços são muito pequenos, na realidade, o plástico não se degradou, ele se quebrou em pedaços menores até se tornarem partículas microscópicas e invisíveis a olho nu. Outra fonte de contaminação são os cosméticos, xampus, condicionadores, cremes dentais, sabonetes, detergentes, dentre outros produtos (microplásticos utilizados como fillers - para aumentar o volume nos produtos ou ter função abrasiva como ocorre com os cremes dentais).

ftalatos Uma outra preocupação, ligada a água é que alguns tipos de plásticos mexem com o sistema endócrino, e um dos resultados é que a fertilidade humana está diminuindo muito rápido. A Doutora Shanna Swan, é uma médica pesquisadora especializada no sistema endócrino que por mais de 30 anos vem estudando e pesquisando a questão da fertilidade humana, especialmente em homens, demonstrou preocupação com o fato de que se essa situação continuar, nossas crianças não conseguirão reproduzir sem o



auxílio de intervenção médica. A problemática maior é com os plásticos moles, como os tubos para infusões, soro, transferência de sangue, etc. Os plásticos de consistência mais rígida, como os usados para depósitos de mantimentos e alimentos, especialmente das mamadeiras, também estão mexendo com o sistema endócrino dos bebês, o que é notadamente perigoso.

Mas detalhes



Enverdecendo o Deserto

BNCC

Competencia: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. Habilidade: EM13CNT105 - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida

Objeto de Aprendizagem

Entender como podemos manejar a água em áreas desertificadas e fazer com que essas áreas sejam produtivas.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre estratégias de como tornar áreas desertificadas mais verdes, com a exibição de vídeos sobre o assunto. 2. Debate e discussão sobre a possibilidade de utilizar as estratégias vistas em quintais domésticos ou nas escolas.



Contexto

De acordo com o geógrafo Teixeira Guerra em seu livro *Gestão Ambiental de Áreas Degradadas*, a degradação ambiental da terra envolve a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra e essa redução ou abandono pode levar à desertificação que pode ocorrer tanto por fatores naturais quanto antrópicos.

O Capítulo 12 da Agenda 21 elaborada na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento define desertificação como a “degradação de terras em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas, resultante, principalmente, do impacto humano adverso”. É fato que no Brasil, sobretudo na região semiárida do Nordeste, as áreas consideradas desertificadas foram acentuadas pelos impactos das atividades humanas, uma vez que não temos as condições climáticas e ambientais, como as do deserto do Saara por exemplo, que se explica somente por fatores naturais.

No que se refere às principais causas da degradação ambiental do solo temos: desmatamento para agricultura ou pastagens, o superpastoreio que destrói a cobertura do solo, causa compactação e acelera a invasão de espécies arbustivas indesejáveis e as atividades agrícolas com seu manejo inadequado da terra, tempo de pousio reduzido, uso indiscriminado de fogo e práticas que resultam na eliminação de nutrientes do solo levando ao seu total empobrecimento, e ainda a contaminação do solo por agrotóxicos e outros produtos químicos.

Tudo isso, associado a condições naturais como altas temperaturas, altas taxas de evapotranspiração, em contraposição aos baixos índices pluviométricos, acentuando o déficit hídrico, como é o caso do semiárido nordestino, pode acarretar esse processo de desertificação que deixa o solo praticamente “infértil” e improdutivo levando não somente a problemas meramente ambientais, mas também sociais uma vez que compromete a questão da produção de alimentos.



No Ceará, foram identificados pelo menos três núcleos de desertificação: o Núcleo I – Irauçuba/ Centro Norte com cerca de 12.194,63 km²; o Núcleo II - Inhamuns com 8.303,20 km² e o Núcleo III – Médio Jaguaribe 8.421,72 km² totalizando 28.919,56 km² de áreas fortemente degradadas em processo de desertificação, o que corresponde a 19.06% do território do estado, de acordo com dados da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos).

Sendo a questão da escassez de água uma das principais causadoras do processo de desertificação, como podemos manejar a água em áreas desertificadas? Isso é possível? É possível fazer com que essas terras voltem a ser férteis e verdes? Aqui há sugestões de vídeos que demonstram que isso é possível.

Atividades

Aqui tem vários vídeos (com legendas em português) relatando experiências em áreas áridas, especialmente um vídeo que relata a respeito de um projeto permacultural em uma zona bem seca da Palestina. Seria interessante o professor estudar alguns deles previamente para informar a respeito das estratégias que podem ser mais apropriadas nos quintais de familiares dos alunos ou nos pátios das escolas.

Em sala de aula:

Selecionar um vídeo para assistir com a turma solicitando aos alunos para prestar bem atenção nas estratégias mencionadas. Em seguida, pedir para eles lembrarem e explicarem as estratégias mencionadas e avaliar se é possível utilizar as estratégias em áreas dos quintais onde moram, ou mesmo na escola.

Nota: utilizando vários vídeos, esse conteúdo pode ser a base de algumas aulas individuais.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos,



imagens e vídeos.

Videos

-  (1) [Shade as a Drylands Strategy](#)
-  (1) [Indigenous Knowledge, Agro-ecology and Permaculture: Growing over 200 Diverse Crops in Malawi](#)
-  (1) [Mulch as a Drylands Strategy](#)
-  (1) [In Senegal, a master of permaculture grows a lush oasis in the desert](#)



Práticas Antigas

BNCC

Competencia: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. Habilidade: EM13CNT105 - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida

[Lutando contra secas com conhecimento local](#)

Objeto de Aprendizagem

Estudar sobre algumas práticas antigas que eram utilizadas para comunidades sobreviverem em condições extremas de climas áridos e semiáridos.

Percurso de Aprendizagem Duração: 2h/aula 1. Aula expositiva sobre práticas antigas de sobrevivência em condições extremas de seca, com a exibição de vídeos sobre o assunto. 2. Debate e discussão sobre a possibilidade de utilizar as estratégias vistas em quintais domésticos ou nas escolas.



Contexto

Nesta aula vamos estudar algumas práticas antigas que comunidades em climas áridos e semiáridos usavam para sobreviver em condições extremas. Em muitos casos, as tecnologias empregadas são simples e realizadas em conjunto na comunidade. É importante averiguar e estudar as experiências do passado, para inspirar um futuro mais sustentável e resiliente.

Há indicações de diversos vídeos como o caso de uma área seca nos EUA e sua inspiração em técnicas antigas empregadas na Índia e na África. A seguir, veremos algumas técnicas.

Chinampas Em uma região alta e seca do México, existe uma civilização Azteca que vive em uma cidade de nome Tenotchtlan. A base da alimentação deles vem de um sistema que se chama chinampas. Quando Fernando Cortez viu a cidade de Tenotchtlan pela primeira vez, ele escreveu num jornal que essa foi a maior e mais linda cidade que ele já viu.

Em um lago ao lado da cidade de Tenotchtlan Cortez plantou árvores que cresceram na água. Quando elas cresceram, encheram a área de dentro e cercada de árvores com o lodo escavado do lago formando ilhas, onde cultivaram seus alimentos. A produtividade nesse ambiente foi bem alta, porque ao redor do lago estava rico em nutrientes. E somente um pouco acima do nível da água, onde o solo sempre está bem húmido, também foram produzidos peixes e plantas aquáticas.

Na Arábia Ler o artigo sobre a experiência na Arábia:

O projeto Al Baydha começou em 2009 com uma longa lista de grandes ambições. Entre eles, o objetivo de melhorar a economia local, agir como um modelo para o desenvolvimento sustentável na Península Arábica, reduzir a dependência de doações do governo para a comunidade e, de armazenamento e de colheita de águas pluviais na paisagem através da restauração do ecossistema de savana que tinha sido desertificadas, em apenas algumas décadas. Esta é a segunda entrevista que eu fiz com Neal em seu



trabalho na Arábia Saudita e desta vez em torno de nós temos que ir em ainda maior profundidade sobre os detalhes e contexto do projeto que informou o projeto e processo de tomada de decisão. Se você está interessado na terra seca e regeneração do deserto, eu recomendo tomar o tempo para ouvir o primeiro episódio, mesmo que este está bem por conta própria.

Desta vez, revisitamos a história da região e como as políticas governamentais tiveram grandes impactos na vida dos beduínos nômades e, por sua vez, sua relação com a ecologia de Al Baydha. Neal me caminha através do processo de planejamento e design que precedeu o trabalho e como o contexto cultural do projeto desempenhou um grande papel na definição dos objetivos para uma economia mais sustentável para a área. Também investigamos os maiores ganhos de 10 anos da maior tentativa de regeneração do deserto ainda feita na Arábia Saudita.

De lá Neal até entra em seus novos projetos e como seu retorno à academia informou uma nova abordagem para a restauração degradada de terras, bem como como a agricultura pode ser aproveitada como um ativo ecológico. Neal faz um monte de recomendações grandes para o final para os recursos, incluindo livros e vídeos que ajudaram a inspirar e informar estes projetos ambiciosos, por isso certifique-se de verificar a seção de recursos sob este episódio no site.

Notas 19/11/2012

Esta semana, o projeto começou a plantar os pântanos com 1000 árvores do deserto muito resistentes. A equipa está a trabalhar em turnos de colocar linha de gotejamento, escavar buracos, manejar e mulching swales, colocar composto, plantar, mulching de novo, e depois ajustar o emissor de gotejamento.

Eu sabia que tinha seleccionado boas espécies quando a equipa tinha o seu próprio nome para cada variedade que eu trouxe. Estas são as nossas árvores pioneiras que fixarão nitrogênio no nosso solo, estabelecerão quebras de vento e sombra, fortalecerão a rede de fungos do solo, e ajudarão a estabelecer uma maior biodiversidade do solo. Em suma, eles executam as funções que precisamos antes de podermos esperar que as árvores de fruto prosperem em Al Baydha. Estamos a plantar Acacia Senegal, Zizyphus



Spinachristi, Parkensonia Aculeata, Sesbania Sesban e Albizia Lebek. Além disso, estou colhendo sementes de prosopis locais que plantaremos mais tarde no inverno, e recebendo algumas sementes de Leucaena Leucocephala enviadas de árvores para o futuro.

Tem sido maravilhoso ver o entusiasmo da equipe ao ver como todas as obras da terra lançaram as bases para o início de uma floresta. Algo clicou com eles na compreensão do panorama geral desses sistemas e como eles interagem com o ambiente local. A maioria deles pediu para levar algumas árvores para plantar em seus pátios.

Estas árvores irão preparar o local para apoiar moringa, date palm, citrus, mulberry, romã e figueiras, que planejamos plantar em outubro de 2013. Planejamos irrigá-los por gotejamento até 2015, altura em que vamos retirar a irrigação com a expectativa de que a nossa floresta será capaz de viver da chuva que vem da montanha.

Oscilações são espaçadas a cerca de 20 metros de distância, que é a altura de uma palma madura. O espaçamento de swales de acordo com a altura excessiva maximiza a sombra entre os swales.

Na Índia Existe uma série de vídeos falando de um grande projeto para recuperar a água em áreas rurais e secas da Índia. Infelizmente, esses vídeos ainda não possuem legendas em português, mas é possível aprender muito somente pelas imagens incluídas.

Atividades

Em sala de aula:

Introduzir o tema de práticas antigas que eram utilizadas para comunidades sobreviverem em condições extremas de climas áridos e semiáridos exibindo o vídeo indicado: “Lutando contra secas com conhecimento Local”. Em seguida, discutir com os alunos sobre a importância em estudar as experiências do passado, para inspirar um futuro mais sustentável e resiliente, bem como averiguar junto a eles se algumas dessas técnicas poderiam ser empregadas no contexto das escolas e de suas comunidades.



Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos.

Referencias

-  [Chinampas, os produtivos campos de cultivo dos astecas](#)
-  [6 Ingenious Water Harvesting Techniques still practiced in India](#)
-  [Top 7 Water Harvesting Projects In India » Eco Guru](#)
-  [Water Harvesting in Ancient India Far Advanced than Present; Here is How](#)

Videos



veitada, etc. A escola também pode implantar alguns sistemas simples, como os swales ou jardins da chuva (ver aula sobre água verde), bem como pode implementar sistemas de coleta de água dos bebedores e dos ar condicionados.

Atividades

Em sala de aula:

Deve-se relembrar e reavaliar as outras aulas vistas nessa eletiva, dando ênfase nas estratégias de manejo de água que foram discutidas e avaliadas nas aulas anteriores. Em seguida, deve-se dividir a turma em grupos, e pedir que cada um deles analise a escola e seu entorno, pensando em quais estratégias de manejo de água poderiam ser implementadas ou adaptadas. O professor deve pedir para os alunos fazerem um desenho da escola com as estratégias marcadas e bem localizadas. Na próxima aula, o professor deve buscar integrar as estratégias selecionadas pelos alunos e localizá-las em uma fotografia aérea da escola (através do google ou bing maps) em grande escala. Deve ser feita uma fotografia de boa qualidade da lousa para capturar as informações. Posteriormente as informações capturadas a partir da fotografia aérea, bem como consolidadas em formas de tópicos de estratégias podem ser apresentadas à administração escolar como forma de planejamento do manejo de águas da escola.

Nota: esta aula pode ocorrer tanto em forma de culminância da eletiva, como também pode ser apresentada na metade do semestre, para posteriormente se desenvolver algumas aulas práticas implantando partes do sistema planejado pela turma.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia. Caderno, caneta ou lápis.



Escassez Água

BNCC

Competencia: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. Habilidade: EM13CNT105 - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida

Objeto de Aprendizagem

Estudar sobre escassez hídrica no contexto do semiárido nordestino com enfoque tanto em causas naturais quanto na influência humana para tal fenômeno.

Percurso de Aprendizagem Duração: 4h/aula (sugestão para a culminância da disciplina) 1. Esse plano de aula guiará duas aulas sobre escassez de água: uma aula expositiva do tema, incluindo também a apresentação de vídeo sobre o assunto, seguido de um debate entre os estudantes sobre a temática em questão e explicação sobre um experimento a ser realizado. 2. Num segundo momento, sob supervisão do professor, os alunos deverão realizar um experimento sobre a importância da vegetação para a retenção de água no solo que pode ser exposto para toda a comunidade escolar.



Paisagem semiárida. Fonte: Mundo Educação



Mata ciliar e assoreamento. Fonte: arvoreágua

Contexto

Grande parte do Nordeste do Brasil e sobretudo a maior parte do Ceará, está inserida num contexto geográfico denominado de semiárido que possui inúmeras características dentre as quais: altas temperaturas, altas taxas de evaporação, em contraposição aos baixos índices pluviométricos, acentuando o déficit hídrico, levando muitas vezes a um processo denominado de seca que assola muitas regiões do globo e conseqüentemente da região semiárida.

Sabe-se que o tipo de solo é um fator fundamental para a questão da retenção de água. Especialmente em solos mais arenosos e/ou pedregosos (como é o caso do semiárido nordestino), a segunda maior fonte de perda de água é a infiltração para as profundezas do solo. O solo não retém a água, mas a deixa passar e em pouco tempo ela está tão profunda que as raízes das plantas não têm acesso a ela.

Além disso, as plantas também ajudam na retenção de água no solo através de suas raízes que mantêm os nutrientes e sedimentos. Um solo desmatado ou com pouca vegetação tem menor capacidade de manter essa água, despontando um processo de escoamento superficial ou lixiviação que retira os nutrientes do solo, empobrecendo-o, uma vez que estes são carregados juntamente com a água das chuvas. Assim, a água ao invés de penetrar no solo e recarregar os aquíferos será escoada e perdida.

Ademais, a vegetação chamada de mata ciliar (aquela que margeia os recursos hídricos) deve ser mantida e preservada em forma de área de preservação permanente (app) conforme o Código Florestal Brasileiro, uma vez que a retirada dessa vegetação pode acarretar um processo chamado de assoreamento que é o carreamento de sedimentos para o fundo dos recursos hídricos, diminuindo sua profundidade. Por isso é tão importante manter a vegetação nativa preservada, uma vez que ela facilita a infiltração gradual e contínua de água no solo e no lençol freático, contribuindo para o fornecimento de água durante um maior período.

O fato é que se deve dar a devida importância à questão da escassez de água, seja ela



ocasionada por fatores naturais como aqueles que atingem a região semiárida do Brasil, sobretudo o Ceará: altas temperaturas, altas taxas de evaporação e baixos índices pluviométricos, seja por fatores antrópicos: desmatamento, queimadas e retirada de vegetação do solo. A água é um elemento vital e fundamental para a vida e consequentemente para a manutenção dos alunos na escola.

Atividades

Antes da primeira aula sobre escassez de água o professor deve providenciar os seguintes materiais: três garrafas pet de dois litros, terra, folhas secas e sementes de alpiste. Em sala de aula: No dia I da aula sobre Escassez de água:

Expor a temática de escassez de água, enfatizando suas causas e consequências, sobretudo no semiárido do Ceará. Após a exposição, apresentar um vídeo sobre o assunto: pode ser o indicado na aula (A real situação da água no Brasil) ou outro a sua escolha e promover um debate entre os alunos sobre as principais causas do problema, enfocando na retirada de vegetação do solo pois isso será base para a experiência a ser realizada na próxima aula. Após a exposição do tema, nos últimos momentos da aula do dia I o professor deverá explicar como será a aula seguinte onde será realizada uma experiência (atividade adaptada de Capeche (2009), Miranda et al. (2010) e Pereira et al. (2020)) relacionada à importância da vegetação para a retenção de água no solo. Para o experimento serão necessários: seis garrafas pet de dois litros, terra, folhas secas e sementes de alpiste. Três garrafas devem ser cortadas longitudinalmente e preenchidas com terra (Figura 2C). Na garrafa (I), a terra não recebe nenhum tipo de cobertura, enquanto sobre a terra da garrafa (II) deve ser depositada uma grossa camada de folhas secas recolhidas no entorno da escola. Essa camada de folhas secas simula a serrapilheira encontrada no solo das florestas. O objetivo dessa garrafa é demonstrar que além das plantas, todo o material vegetal (folhas, caules, ramos, frutos, flores) que recobre o solo



das florestas, a chamada serrapilheira, é importante para a preservação do solo, evitando a erosão e o assoreamento. Na garrafa (III) devem ser plantadas sementes de alpiste, que serão regadas, moderadamente, pela manhã e à tarde (Figura 2D). Essa garrafa deve ser colocada em um local onde haja incidência de luz solar, sobretudo, pela manhã.

Em sala de aula: No dia II da aula sobre Escassez de água:

No dia da aula seguinte (de preferência, oito dias após a primeira aula), o professor deve levar as três garrafas com material já utilizadas na aula anterior (a garrafa que contém as plantas de alpiste já deve estar com cerca de oito cm de altura). Além disso, devem ser levadas outras três garrafas pet que serão cortadas cerca de dez cm abaixo do bico e feitos dois furos, um de cada lado, por onde será passada uma corda tipo barbante, para pendurá-las no bico das garrafas anteriores (Figura 2C, D). Para realizar a experiência, as garrafas devem ser colocadas em uma superfície ligeiramente inclinada, e, em seguida, deve ser despejada água sobre a superfície da terra nas três garrafas, e, deve-se observar o aspecto da água que ficou retida nas garrafas penduradas nos bicos das garrafas horizontais.

Após despejar água sobre a superfície da terra nas três garrafas vai haver diferença na quantidade de água e de material particulado dissolvido na água retida nos três recipientes coletores. Na garrafa cuja terra não tinha qualquer tipo de cobertura, vai haver maior quantidade de água e com aspecto barrento, demonstrando que a água despejada funcionou analogamente a chuva, formando uma enxurrada que escorreu superficialmente e carregou sedimentos acumulando-os no recipiente coletor. Na garrafa com cobertura de folhas será observada uma redução da quantidade de água retida e de aspecto menos barrento, quando comparada com a garrafa anterior. Nessa garrafa observa-se que as folhas reduzem o impacto da água diretamente no solo, mas não impediram que a mesma escorra superficialmente e leve partículas de solo, acumulando-as no recipiente coletor. Na garrafa plantada com alpiste será observada uma menor quantidade de água retida no recipiente coletor, sendo que a mesma apresentará coloração mais clara e com menos material particulado, em comparação com a água dos demais recipientes coletores. Ao final, as plantas de alpiste devem ser arrancadas do solo para



que os alunos possam observar a interação entre as raízes das plantas e o solo.

Recursos necessários

Quadro branco e pincel, notebook, aparelho multimídia e apresentação com textos, imagens e vídeos. Para a experiência de água no solo: seis garrafas pet de dois litros, terra, folhas secas, sementes de alpiste, água, barbante e tesoura.



Referencias da UCE

-  [Chinampas, os produtivos campos de cultivo dos astecas](#)
-  [6 Ingenious Water Harvesting Techniques still practiced in India](#)
-  [Top 7 Water Harvesting Projects In India » Eco Guru](#)
-  [Water Harvesting in Ancient India Far Advanced than Present; Here is How](#)

Videos da UCE

-  [Reúso de águas cinzas para a produção de alimentos e forragens](#)
-  [Greywater recycling](#)
-  [Shade as a Drylands Strategy](#)
-  [\(1\) Indigenous Knowledge, Agro-ecology and Permaculture: Growing over 200 Diverse Crops in Malawi](#)
-  [\(1\) Mulch as a Drylands Strategy](#)
-  [\(1\) In Senegal, a master of permaculture grows a lush oasis in the desert](#)

