A dynamic splash of clear water against a solid blue background. The splash is centered and creates a crown-like shape with many droplets flying outwards. A horizontal yellow bar with rounded ends is superimposed over the middle of the splash.

Água  
Estudando a Água





Nota: Por acordos internacionais, esse curso só pode ser apresentado por pessoas qualificadas em Permacultura. A qualificação em Permacultura significa que o professor tem completado esse mesmo curso com um professor qualificado, e que por mínimo de duas anos depois o curso, aplicou e recebeu um Diplomado em Permacultura por parte das autoridades nacionais (ou onde não existe) por o Instituto da Permacultura da Austrália.

Esperamos que organizações e autoridades locais, como Universidades e Secretarias da Educação e escolas respeitem e compliam esse acordo com um respeito dos direitos intelectuais dos autores da Permacultura (Bill Mollison e David Holmgren), seus alunos e o Colegio Internacional da Permacultura.



# Sumário

0.1	As Cores da Água . . . . .	9
0.2	Água Incolor . . . . .	12
0.3	Água Amarela . . . . .	14
0.4	Água Azul . . . . .	16
0.4.1	Coletando Água da Chuva . . . . .	18
0.4.2	Cisternas de Ferrocimento . . . . .	20
0.4.3	Aproveitando Áreas Impermeabilizadas . . . . .	21
0.4.4	Açúdes . . . . .	24
0.5	Água Verde . . . . .	26
0.5.1	Swales . . . . .	28
0.5.2	Jardim de Chuvas . . . . .	34
0.5.3	Evaporação . . . . .	34
0.6	Keyline - Linha Chave . . . . .	37
0.6.1	Estudos dos Casos . . . . .	40
0.6.2	Hiware Bazar . . . . .	45
0.7	Água Cinza . . . . .	47
0.7.1	Círculo de Bananeiras . . . . .	47
0.7.2	Zona de Raízes . . . . .	48
0.7.3	Luz Ultravioleta . . . . .	50
0.7.4	Caixa de Gordura . . . . .	50

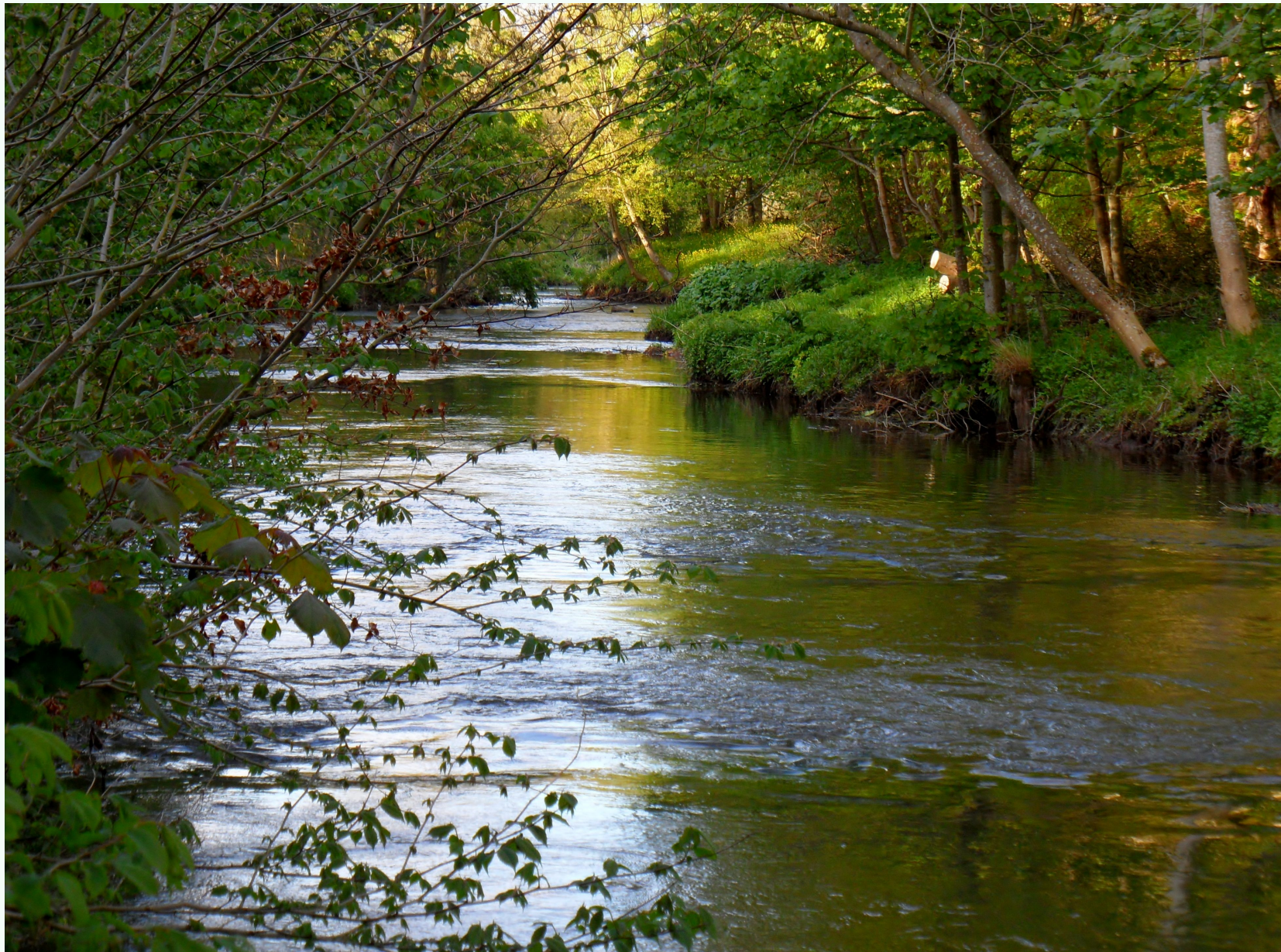
0.8	Água Preta . . . . .	51
0.8.1	Bacia de Evapotranspiração . . . . .	52
0.8.2	Filtros Biológicos . . . . .	54
0.8.3	Arborloo . . . . .	55
0.8.4	Separação de Urina . . . . .	56
0.8.5	Manejo Integral das Águas . . . . .	58



# Lista de Figuras

1	A Beleza da Água . . . . .	6	11	Consumo de Água Verde Global <sup>7</sup> . . . . .	26
2	A Beleza da Água <sup>1</sup> . . . . .	7	12	Perfil de um Swale . . . . .	28
3	A Beleza da Chuva . . . . .	8	13	Swale básico, infiltrando água...e bem plantado . . . . .	29
4	Distribuição da Água . . . . .	11	14	Podemos combinar swales com hugelcultura...incorporando troncos e madeira na construção do swale para reter mais água e formar solo a longo prazo . . . . .	33
5	Consumo de água de alguns alimentos comuns <sup>2</sup> . . . . .	12	15	<sup>8</sup> . . . . .	36
6	Evidencia de Microplástico de PCBs <sup>3</sup> . . . . .	14	16	Um homem contra o deserto da África <sup>9</sup> . . . . .	41
7	Evidência de químicas farmacêuticas na Água nos Estados Unidos <sup>4</sup> . . . . .	16	17	Sistema de canais para manejar água da chuva <sup>10</sup> . . . . .	43
8	Água Azul <sup>5</sup> . . . . .	17	18	Tenochitlan, cidade dos Astecas <sup>11</sup> . . . . .	44
9	Estádio Nacional em Brasília . . . . .	23	19	Barreiras para captar e Infiltrar Água . . . . .	45
10	Mapa mostrando açúdes conectados por sistema de manejo de águas - o Keyline <sup>6</sup> . . . . .	25	20	Mapa mostrando o Manejo Integral da Vila <sup>12</sup> . . . . .	46
			21	Zona de Raízes <sup>13</sup> . . . . .	48
			22	Zona de Raízes <sup>14</sup> . . . . .	49
			23	Fitos Biológicos . . . . .	54
			24	arborloo . . . . .	55
			25	Coletando os Recursos Humanos . . . . .	57
			26	Manejo Integral/Coletivo . . . . .	59





A Beleza da Água



A Beleza da Água<sup>15</sup>





Para sistemas biológicos, ecológicos e climáticos, a água é um dos elementos mais essenciais. Ela é a força por trás de toda a Vida no planeta, e todos os sistemas que dá suporte para esses sistemas.

E mesmo, água está além disso. Parar por um momento e olhar/estudar as imagens apresentadas nas páginas seguintes. Rios, praias, lagos ou chuva. Qual é a emoção que cresce dentro da parte mais íntima de seu ser? Que sentimentos afloram?

Qual é sua memória mais antiga a respeito da água? Onde você estava quando percebeu a importância da água e começou sua própria relação mais profunda com ela?

Além do ser integral na manutenção do planeta, a água é integral na manutenção de nossa saúde e nossa humanidade.

Não é por acaso que a maioria das religiões estão cheias com representações de espíritos e forças com conexões fortes e íntimas com a água, por exemplo, Janaína, Iansã, Iemanjá, Senhora Santana....a própria Maria. E a Lua que exerce seu domínio sobre todos os corpos d'água.

a Água flui dentro de nossos corpos, dentro de nossos sonhos e dentro de nossas almas.

## As Cores da Água

É importante sempre lembrar que estamos falando do Manejo Integral das Águas. Queremos ver, planejar e manejar a água em forma holística, de maneira a entendermos as interconexões e transformações que ela faz e, como lidar com isso!

Estamos lidando com um dos elementos mais básicos e também mais sublimes da natureza, a "Água". Água é um mistério em muitos sentidos.

Na área científica, a água quebra muitas das regras da física e química. E, é exatamente por isso, que a vida é possível neste planeta. Isso é muito mais profundo do que apenas precisarmos de água para beber e para sobrevivermos. As condições ambientais que permitem a existência e continuidade da vida na Terra, em grande parte, é determinada pelas características da água.

No contexto da sistematização desse estudo, lembramos que a água não é destruída quando a consumimos. Ela pode ser transformada, pode ficar incorporada sujeira e con-



Exploring Our Blue Mind



Neuroconservation



taminação, mas em pouco tempo ela pode voltar a outra forma novamente. Ela está em um ciclo contínuo e de renovação. Em parte, é por isso que ela é definida como o solvente universal.

E por isso, não podemos planejar e manejar um aspecto da água e esquecer os outros. Isto, porque a água não vai esquecer, ela tem memória e vai gravar, sempre estará lembrando de sua história, seu passado e seu futuro. De onde ela vem e para onde ela vai. Por isso, é importante lembrar de ver água de maneira holística como ela é de fato. Mesmo que não possamos estudar ao mesmo tempo todas as suas formas e transformações.

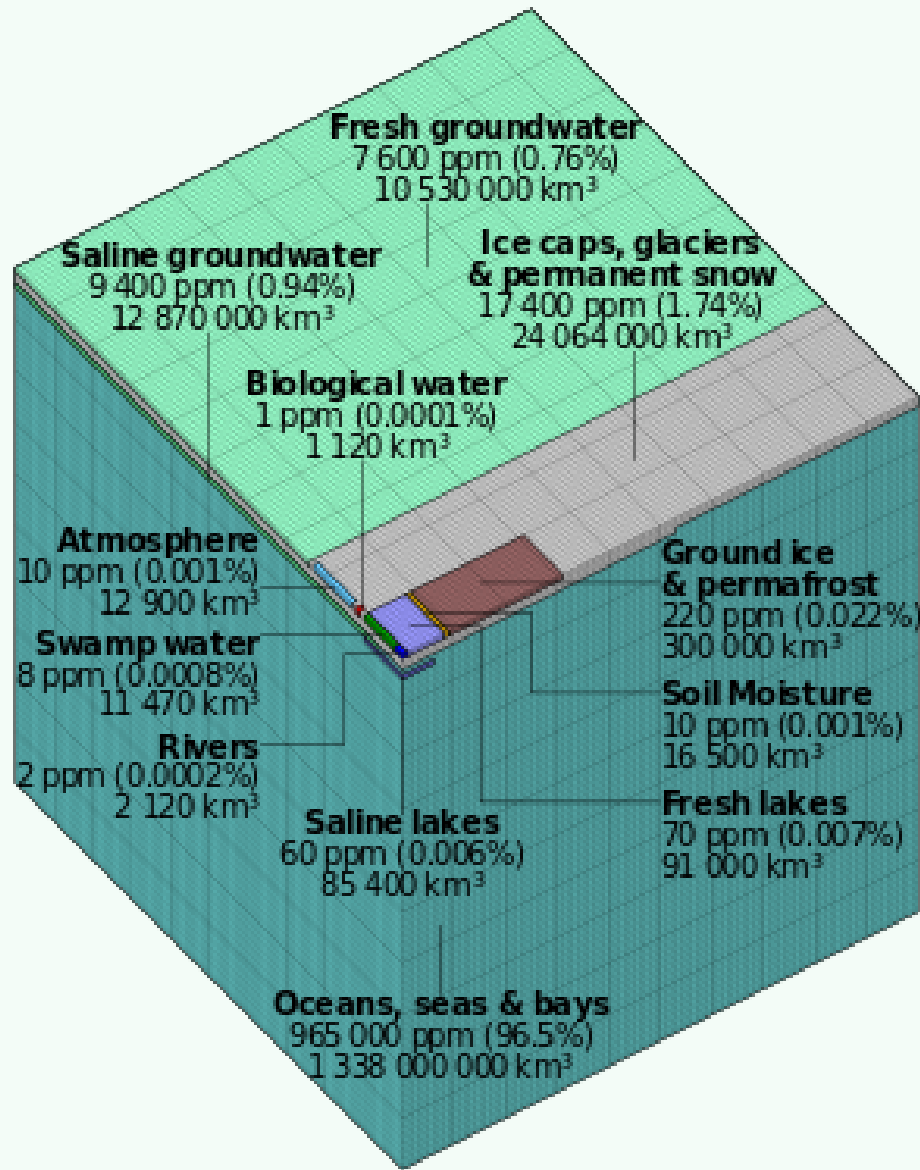
Então, por conveniência de nossos estudos, vamos abordar o tema água pelo menos em seis classificações, considerando seus diferentes aspectos e cores.

- Água Azul - é a água em forma líquida e limpa - a chuva, os rios, os lagos, o mar, os aquíferos. A maior parte desta água se encontra na forma salgada e com uso limitado diretamente para a atividade humana. Mas a água salgada (do mar) é mais do que só uma grande reserva no ciclo hídrico, é um fator crítico no equilíbrio planetário e manutenção da vida.
- Água Verde - é a água na forma de umidade no solo. Falamos da cor verde porque esta água voltará ao ciclo hídrico além da evapotranspiração das plantas. Esta água é pouco valorizada politicamente e economicamente, mas é a água de maior importância para a agricultura e, excepcionalmente, para nossa nutrição. Quase todos os alimentos que consumimos têm sua produção dependente da água verde.
- Água Cinza - é a água que sujamos devido a usos diversos, mas que não contaminamos de forma severa. Essa é a água que sai do chuveiro, da pia da cozinha ou da máquina de lavar roupas.
- Água Preta - também é a água usada, mas nesse caso, a contaminamos de forma perigosa para a saúde humana. Principalmente, porque é a água que sai dos vasos sanitários. Será interessante fazermos uma reflexão; - por que o ser humano é a única espécie que deposita suas próprias fezes na água que ele mesmo bebe? Como indicador de inteligência, precisamos refletir muito!
- Água Amarela - é aquela ligada a questões específicas ao uso da água para transportar urina.





- Água Incolor - é a água embutida nos produtos que consumimos e descartamos.



Distribuição da Água

Precisamos lembrar que em qualquer momento, só uma porcentagem muito pequena da água do planeta está disponível para nós. 96.5% da água esta nas mares e oceanos, 0.76% como água doce na superfície da terra, 1.74% nas geleiras e áreas árticas, 0.0075% nos lagos doces, 0.006% nos lagos salgados, 0.0001% na atmosfera...e só 0.0001% em formas biológicas(Vida)



# Água Incolor

Dentro da classificação das cores da água, também consideramos aqui a "água incolor". Usamos este termo para especificar a água que usamos e consumimos, mas aquela água que não vemos, não percebemos e que estamos consumindo.



Consumo de água de alguns alimentos comuns<sup>16</sup>

Quase tudo que consumimos, foi produzido, processado, transportado e distribuído com uso de água. Isso pode ser observado de forma clara, no exemplo de produção de

<sup>16</sup><https://www.docelimao.com.br/site/de-bem-com-o-planeta/planeta-terra/282-como-reduzir-o-consumo-de-agua.html>



uma garrafa de suco. Existe água no suco, mas além dessa, é interessante observar que foi consumido água para produção da embalagem, coleta das frutas, processamento e transporte, ou seja, em todas as fases há grande consumo de água. Em algumas dessas análises, o resultado pode ser surpreendente. Por exemplo, para produção de um litro de cerveja, se utiliza 5.5 litros de água, enquanto que para produzir um quilo de bife bovino, se utiliza 17100litros, e para um quilo de manteiga, 18000 litros de água. Essa imagem mostra alguns itens de alimentos. Estudando isso podemos entender que um regime vegetariano será bem mais saudável para o mundo. Também, precisamos pensar nos outros alimentos que usamos. E em outros produtos, qual é a quantidade de água embutida na produção de um carro, de uma televisão ou de um laptop?

Outra questão é o volume de microplásticos jogados na água como parte de cosméticos, agentes de limpeza e pasta de dentes. Microplástico também é produzido pelo atrito nos material plástico que deixamos no ambiente e estes são levados pelo vento ou correntes de água.

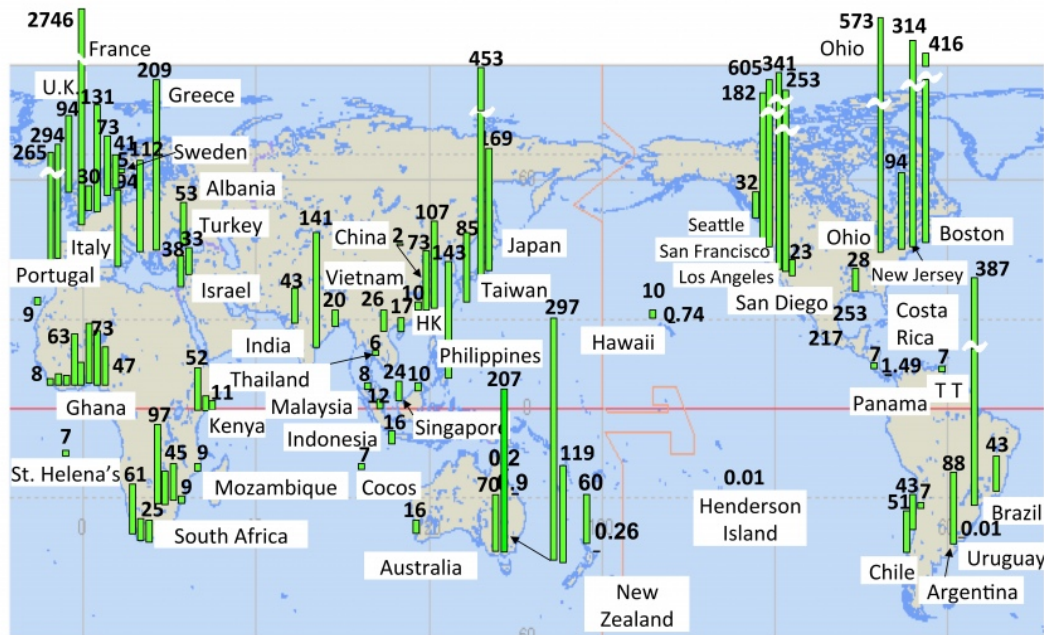
Pesquisadores estão identificando esses microplásticos em todas as formas de água que usamos e consumimos, incluindo a água engarrafada.

Plástico nos mares é um dos desastres ecológicos mais severos que existe!

---

<sup>16</sup><https://www.docelimao.com.br/site/de-bem-com-o-planeta/planeta-terra/282-como-reduzir-o-consumo-de-agua.html>





Concentration of PCBs\* in beached plastic resin pellet (ng/g-pellet)

\*sum of concentrations of CB#66, 101, 110, 149, 118, 105, 153, 138, 128, 187, 180, 170, 206  
Measured by Polaris Q (Thermo Fisher Scientific)

Evidencia de Microplástico de PCBs<sup>17</sup>

## Água Amarela

Falamos de água amarela e muitos vão pensar em urina. E isso é certo! Urina na água é tecnicamente parte da classificação da água preta. Mas aqui estamos acentuando um aspecto específico dela.

<sup>17</sup><http://www.oceanhealthindex.org/news/Microplastics>



Hoje, um grande número de pessoas estão tomando remédios farmacêuticos. Sendo estas químicas artificiais que causam impacto em nosso corpo, mas o corpo não tem condições de quebrar ou de transformar esses elementos. Então, estas químicas passam para o ambiente além de nossa urina.

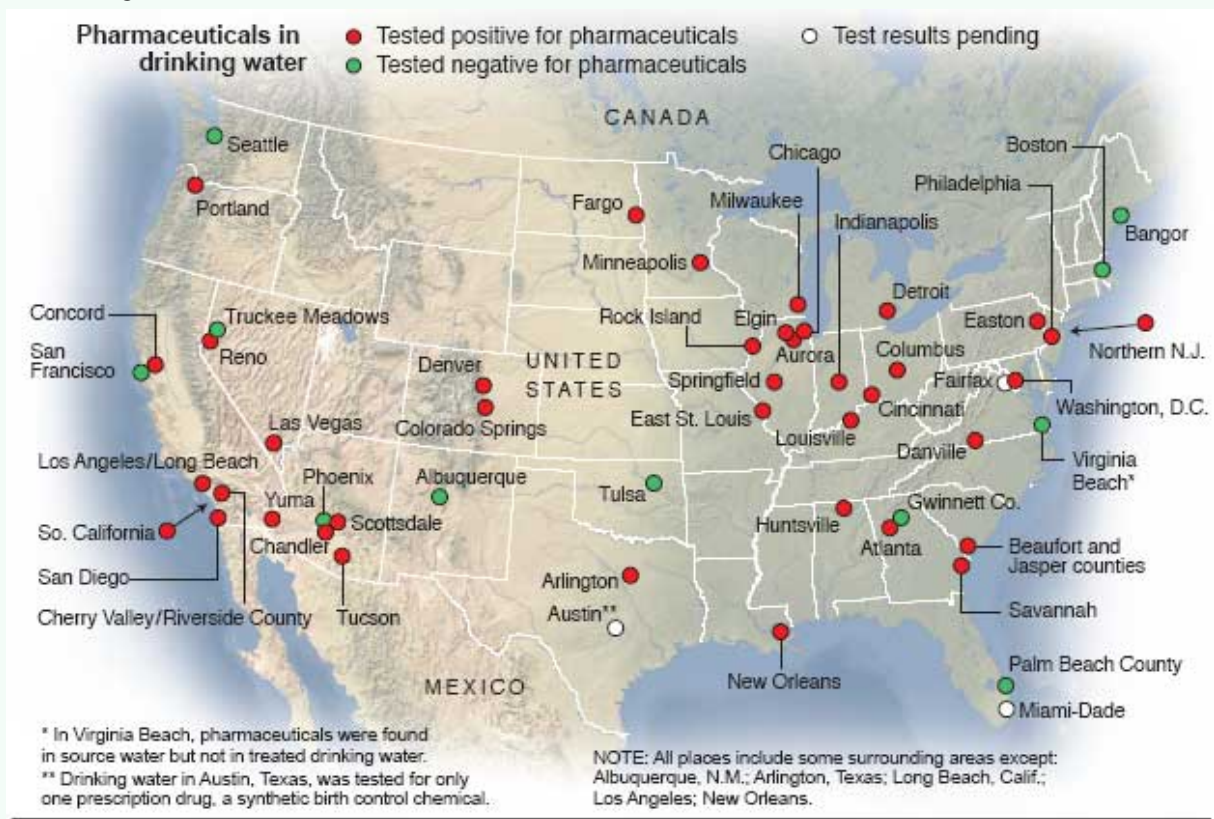
Ainda não observamos preocupações ou interesse neste tema no Brasil, mas parte da Europa e EUA estão ficando bem preocupados, pois eles estão encontrando evidências destes fármacos nos rios, nos sistemas de abastecimento urbano e até em águas engarrafadas.

As concentrações são baixas (não chegam a uma dosagem médica). Mas não sabemos qual será o impacto nas pessoas tomando dosagens baixas e contínuas destas químicas. Especialmente nas crianças de hoje, que estão tomando esses fármacos em sub-dosagens por TODA sua vida.

Uma preocupação especial é com relação aos antidrepressivos e contraceptivos. Qual será o impacto em meninos recebendo dosagens baixas de hormônios femininos? Não sabemos. Mas outros cientistas estão notando que a fertilidade masculina em muitas partes do mundo esta baixando! Será por isso?

Em escala local, podemos fazer bem pouco. Estas químicas não são fáceis de filtrar e nem de detectar. E mais difícil ainda para transformar e neutralizar. Mas Podemos ser conscientes desse desafio e desta forma de contaminação que todos nós estamos sofrendo.



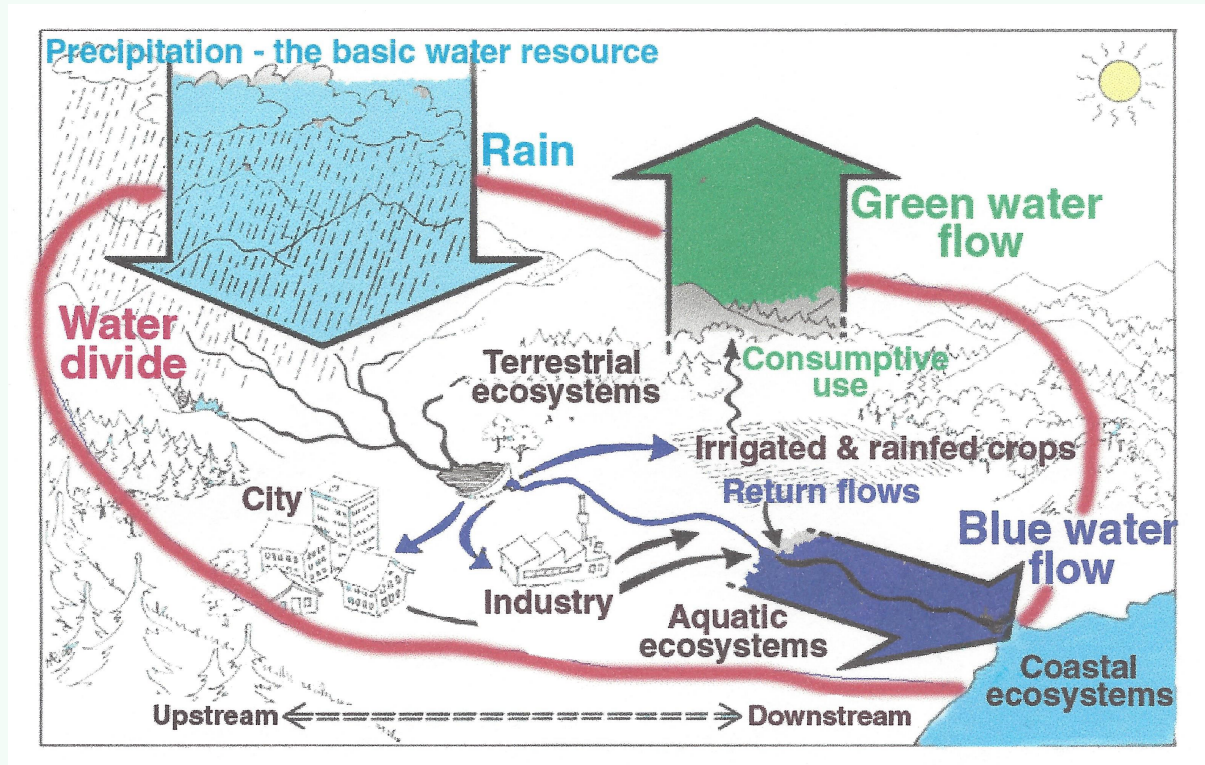


SOURCES: Drinking water providers' responses to Associated Press questions; AP review of scientific literature. AP

Evidência de químicas farmacêuticas na Água nos Estados Unidos<sup>18</sup>

# Água Azul

<sup>18</sup>[http://www.nbcnews.com/id/26662637/ns/health-health\\_care/t/million-us-have-drugs-drinking-water/](http://www.nbcnews.com/id/26662637/ns/health-health_care/t/million-us-have-drugs-drinking-water/)



### Água Azul<sup>19</sup>

Água Azul, é a água que estamos acostumados a beber, tomar banho, cozinhar, lavar roupas e usar para animais beberem, dentre outras funções. É a água onde podemos nadar e brincar na chuva, a água dos rios, lagos, represas e do mar, a água na sua forma líquida. É importante à sobrevivência humana e a sociedade gasta uma grande parte de seus recursos coletivos coletando, armazenando e distribuindo esse recurso tão essencial e precioso de forma irresponsável. É fácil para os engenheiros medirem e quantificarem esse tipo de água e permitirem que os contadores lhe atribuam valor, o que resulta em taxaço de impostos pelos políticos. Por isso que pensamos, estudamos e desenvolvemos esse recurso.

Pela importância e valor desta água é triste ver como ainda existem pessoas que não

<sup>19</sup><http://www.unomaha.edu/international-studies-and-programs/>



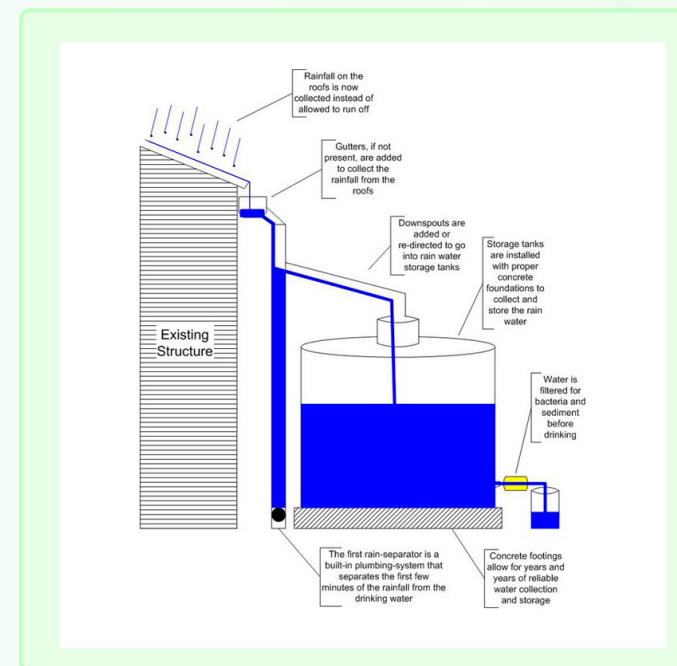
lhes dão o devido valor e a usam para lavar calçadas, lavar louças com a água correndo e, mais ainda, usam para transportar dejetos humanos!

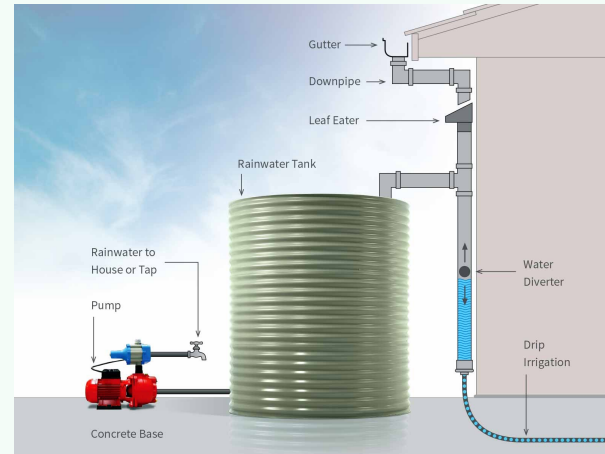
## Coletando Água da Chuva

Em quase todas as áreas do mundo, a fonte principal de coleta de água de qualidade é da chuva. Entretanto, em áreas fortemente industrializadas, (e áreas na direção do vento deles) a água da chuva deve ser testada antes do seu consumo. Mas em áreas com pouca indústria, e especialmente, quando o vento vem da direção do mar, a água da chuva será a água de maior qualidade disponível.

Além da indústria, a única preocupação é a sujeira e poeira que se acumula no teto. Sendo necessário prestar atenção com relação à presença de fezes de aves e outros animais. As fezes de aves podem conter bactérias que podem infectar seres humanos. É importante observar que este tipo de contaminação acontece normalmente após o período de estiagem quando estes materiais podem se acumular.

A proposta aqui é para não coletar os primeiros volumes de água da primeira chuva. Uma forma simples, é simplesmente implantar um sistema que descarta a primeira água coletada, e só após este descarte a água é armazenada.





O volume da água que podemos coletar é dependente da área do teto e da pluviosidade da região. A fórmula simplesmente consta de:  $\text{Volume (litros)} = \text{Área do Teto (metros)} \times \text{Pluviosidade (mm)} \times 0.80$

Nota: o fator de 0.80 é porque perdemos água, muita água pode respingar fora do sistema de captação. E tem a primeira parte que não coletamos. Por exemplo, na quadra esportiva na escola EEEP em Granja, o teto tem 34m. X 24m. A região tem pluviosidade média de 1000mm por ano (claro que com muitas variações). Então:  $\text{Vol.} = 34 \times 24 \times 1000 \times 0.80 = 652.000,00 \text{ lts.}$  Só na quadra esportiva, podemos captar muita água. Imagina se a água disponível nos telhados de toda a escola.

Coletando muita água não é o problema em geral. Especialmente em áreas áridas, onde a chuva é concentrada e tem época grande sem chuva. O desafio é como armazenar água por tanto tempo. Em geral não temos falta de água disponível, e sim só a falta de habilidade em armazená-la.




## Cisternas de Ferrocimento

Uma das formas mais simples, barata e econômica (em termos de energia e em contribuir com a diminuição das mudanças climáticas) é construir cisternas para armazenamento de água usando a técnica do ferrocimento. Em geral, precisamos evitar o consumo de cimento, sendo que ele é um dos fatores principais que contribui com as mudanças climáticas. Mas podemos justificar o uso do cimento por funções nobres como construir reservatórios para armazenamento de água da chuva. Especialmente, quando podemos usar pouco cimento e construir uma estrutura que possibilite armazenar muita água - como apresentado aqui!

Apresentamos um breve passo-a-passo de como construir uma caixa com a técnica do ferrocimento. Usando uma malha de vergalhão (ou podemos montar uma malha com vergalhões) e tela de viveiro podemos criar uma lâmina fina de malha revestida com tela nos dois lados. Colocando a malha no local e posição certa, rebocamos esta lâmina metálica com uma massa forte de cimento, massa semi-seca. Com um reboco bem feito podemos construir paredes finas, de 2,5 a 3,0mm de espessura que também são bem fortes.

A pressão da água depende da profundidade da água. Então, uma cisterna de 2m de altura com 8m de diâmetro (armazenando 100,000 litros de água) sofre a mesma pressão que uma cisterna de 2m de altura e com 2m de diâmetro (armazenando 7000 litros). Claro que a cisterna de 100.000 litros precisará de um piso mais forte, mas a pressão nas paredes será a mesma.

Normalmente a malha de vergalhão (pronta) tem 2 a 2,4m de largura, o que faz sentido construir cisternas de 2 a 2,4m de altura e com diâmetro maior possível. Nota que acima de 2,4m de altura, a pressão da água estará ficando alta, neste caso, é importante, consultar um engenheiro. Em 2016, construímos na escola EEP Guilherme Teles Gouveia (Granja/CE), duas cisternas de 100.000 litros cada uma, como parte de uma ação para começar a lidar com o sério problema existente na escola, a falta de água. Nesse Anexo () , ver relatos dessa ação





## Cisternas de Caixas de Plástico

Para construção de cisternas maiores, algumas escolas e empresas estão começando a usar caixas plásticas reforçadas (semelhante à caixas de frutas), as quais são empilhadas e envolvidas com lona plástica. Fora do Brasil existem vários negócios fabricando essas caixas, especificamente, para a construção de cisternas para água. Sendo um sistema modular é possível criar cisternas de tamanhos diversos. Existem exemplos de enormes cisternas enterradas por baixo da superfície de estacionamentos, campos de futebol e parques.

Em muitos lugares, a água disponível é a água da chuva que cai localmente ou a água da chuva caindo em áreas vizinhas e transportada para rios ou recarregando aquíferos. Toda a água disponível vem das chuvas. Só precisamos desenvolver e usar tecnologias para captação e armazenamento dela!

## Aproveitando Áreas Impermeabilizadas

Em locais onde não há grandes áreas com coberturas/telhados, mas passíveis de coletar água de chuva, é possível impermeabilizar áreas no solo e construir calçadas com concreto, os quais também propiciam a coleta de água da chuva que podem ser direcionadas para abastecimento de cisternas. Também é possível coletar água da chuva para armazenamento em cisternas a partir de qualquer superfície semi-impermeabilizada mesmo que a área não seja cimentada. Esta técnica é tradicionalmente usada em várias partes do mundo. Na Índia, existem exemplos captando até 6 milhões de litros de água. Na Ásia, existem áreas abertas de uso múltiplo que servem para coletar água na época de chuvas, secar a safra no período de seca e em outros períodos, serve de área para realização de festas.

Nas escolas, existem grandes áreas de pátios, quadras esportivas com grande área de cobertura, espaços de anfiteatros todo calçado com concreto, estacionamentos todo impermeabilizado, além de toda a área de cobertura do prédio da escola que podem ser melhor aproveitados, pois normalmente toda a água que é captada nesses ambientes é desperdiçada e lançada para fora da escola, sendo mínimo o número de escolas que usam captação de água da chuva.



<https://www.indiamart.com/lifegreen-systems/rain-water-harvesting-system.html>



Nas cidades, existem grandes áreas de estacionamentos, ruas, parques e áreas com telhados enormes que podem ser fontes de captação de água de chuva. Na verdade, temos uma dobradinha interessante. No Nordeste, as pessoas reclamam que recebem pouca chuva, o que não é correto, o que precisa, é otimizar as formas de captação. Nas cidades, o percentual de superfície impermeabilizada está chegando acima de 80%, um grande potencial para coletar água de chuva. Mas, ao mesmo tempo uma das preocupações principais dos ecólogos é que se está, impermeabilizando, tanto a superfície da terra que estamos mudando os padrões hídricos do planeta.

Um estratégia para coletar o máximo possível dessa água, seja por meio de cisternas, açúdes, no solo e, minimizar as enchentes, é aumentar a infiltração da água no solo, recarregar os aquíferos e enverdecer os parques, ruas e espaços abertos das cidades. Simplesmente com um planejamento inteligente para aproveitamento da água da chuva é possível mudar radicalmente a cara das cidades e escolas criando ambientes mais lindos, mais verdes e mais cômodos e confortáveis.

Nota: Quase toda a água para abastecimento das cidades é água coletada do chão e armazenada em açúdes dentro do solo. Por isso, ela é tratada antes do processo de distribuição. No caso de escolas ou comunidades pequenas esta água não tem contaminação por bactérias (*Escherichia Coli*), por exemplo, mas não temos como garantir que a água seja potável. Mas como notado, não precisamos de água potável para atender todas nossas necessidades. A água coletada de estacionamentos e pátios, têm suficiente qualidade para uso em limpeza e até descarga de vasos sanitários, e com certeza, para irrigar plantas.





Estádio Nacional em Brasília

<sup>19</sup>Parte do design de manejo das águas no Estádio Nacional de Brasília, onde a água superficial é filtrada pela grama e coletada em biovaletas  
<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/36/manejo-de-aguas-pluviais-no-estadio-mane-garrincha-307651-1.aspx>



## Açúdes

---

Em áreas rurais, é tradicional a construção de açúdes pela facilidade de encontrar argila no solo, especialmente, para abastecer animais ou para bombeamento em sistemas de irrigação. É necessário certa habilidade para construir açúdes, seja para escolher o local mais apropriado como para dimensionar a estrutura e até mesmo para construí-lo - a mão-na-massa. Em áreas que dão suporte a esse tipo de atividade é comum encontrar pessoas, empresas e operadores de maquinários com esta habilidade. Será importante avaliar a área de coleta da água e ter cuidado com o local e forma em que o açúde vai transbordar quando necessário. No geral, um açúde não deve transbordar acima de sua própria parede mas, sempre acima da terra não mexida nas bordas. Tem sentido para integrar sistemas de "Swales", diques de drenagem e sistemas de irrigação no planejamento dos açúdes. Na Austrália, o engenheiro P. A. Yeomans, desenvolveu um sistema desses, captando a água da área e permitindo a irrigação por inundação em áreas enormes e tudo por gravidade. Conhecido por "Keyline" ou "Linha-Chave", o sistema não é apropriado para todas as formas de paisagem, no entanto, em áreas apropriadas é uma das formas de manejo de águas superficiais mais eficiente que temos. Keyline.





Mapa mostrando açúdes conectados por sistema de manejo de águas - o Keyline<sup>20</sup>

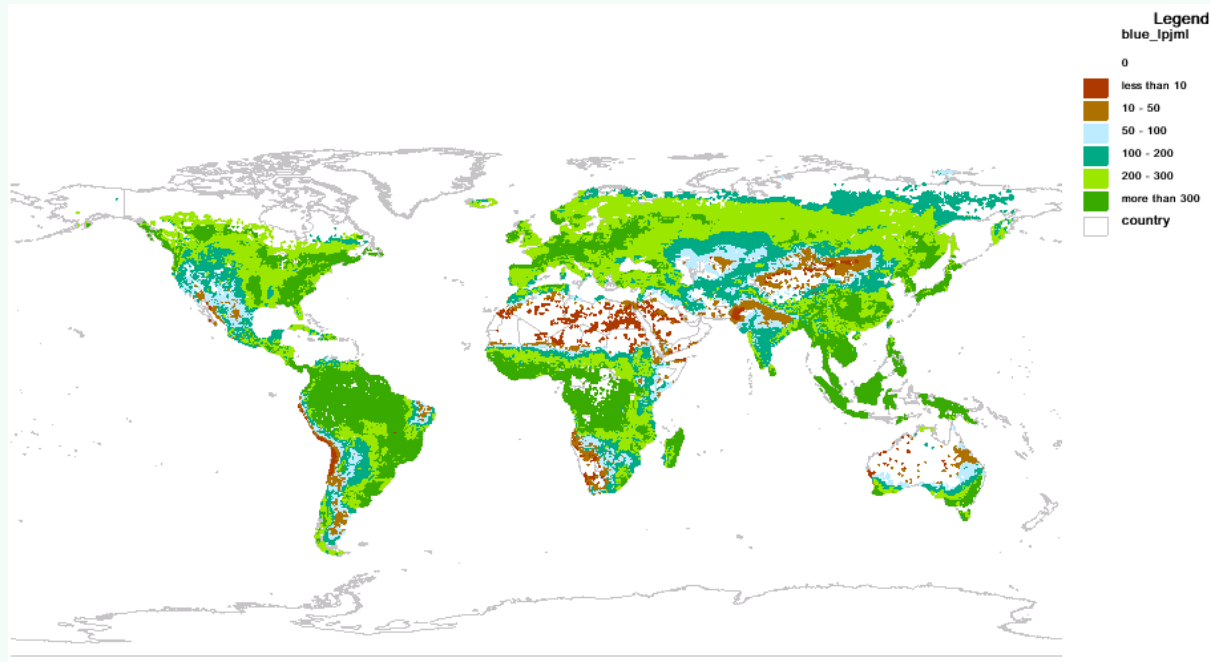
<sup>20</sup><http://soilandhealth.org/wp-content/uploads/01aglibrary/010127yeomansIII/010127plates1-17.html>

<sup>20</sup><http://soilandhealth.org/wp-content/uploads/01aglibrary/010127yeomansIII/010127plates1-17.html>

### Tarefas

Obter uma visão da escola na perspectiva da água azul. Qual é a área total da escola? Que parte dela tem superfícies impermeabilizadas (como os tetos)? Que parte dela é superfície semi-impermeabilizada? Que parte dessas superfícies podem ser utilizadas para coletar água? Quanto? Qual volume de água pode ser coletada nessas superfícies? Lembrar que algumas superfícies serão limpas e poderemos coletar água potável. Outras não serão tão limpas, mas poderemos coletar água de qualidade razoável? Qual é o potencial da escola para coletar sua própria água?



Consumo de Água Verde Global<sup>21</sup>

O primeiro lugar onde podemos guardar e captar água é no solo. O solo 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 60 milhões de litros de água por ano. Muita água! Como e onde armazenamos tanta água? Cisternas de até 6 milhões de litros foram construídas para o povo indiano há 700 anos passados. Os Maias, no México, também construíram cisternas de grandes dimensões. Mas hoje, as construções de cisternas com estas proporções são caras.

Por outro lado, o solo tem capacidade para armazenar grandes volumes de água e com baixo custo. O critério é somente ter solos saudáveis, ou seja, com estrutura grumosa

<sup>21</sup><https://www.researchgate.net/publication>

## Temas para estudar:

- Swales
- Buracos
- Barreiras
- Jardins de Chuva
- Evaporação
- Keyline
- Estudos de Casos
  - Phiri Maseko
  - Yacouba Sawadogo
  - FEMSA México
  - Anassazi
  - Chinampas
  - Hiware Bazar



e presença de matéria orgânica e vivo . Sistemas simples como "swales", "jardins-de-chuva" ou qualquer outro sistema que permita barrar e diminuir a velocidade da água pode facilitar a infiltração da água da chuva no solo. Isso está chegando a ser um assunto de discussão internacional liderado por Malin Falkenmark.

O mapa global(acima), mostra as áreas onde a agricultura é dependente em água verde, ou seja, a água da chuva. Enquanto políticos e engenheiros investem em sistemas de irrigação e transposição de rios, a realidade é que a maior parte da produção agrícola é dependente da chuva. A produtividade da alimentação é baseada em agricultura familiar de pequeno porte. Os grandes projetos com suporte são para subsidiar grupos políticos e produtos de exportação, principalmente grãos.





# Swales

Swales, são diques ou valas de infiltração, construídos exatamente em curvas de níveis para coletar a água da chuva e favorecer a infiltração dessa água no solo. Isso pode criar uma lâmina de solo úmido e até recriar e restaurar os aquíferos originais. Os swales podem ter extensões longas ou curtas, com larguras estreitas ou amplas, profundos ou rasos e cobertura com gramado ou florestado! Combinado com plantios diversos e usando a técnica dos Sistemas Agroflorestais Sucessionais/SAF's, é possível criar quebra-ventos, áreas de recuperação, matas ciliares, florestas comestíveis e florestas de aprendizagem.

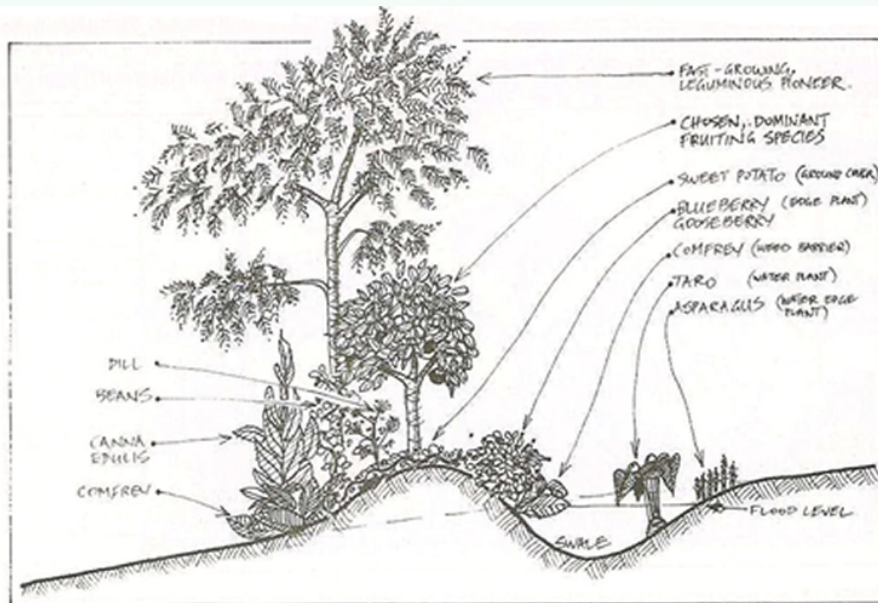
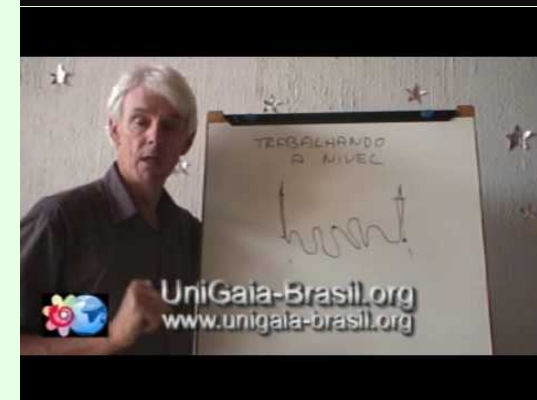
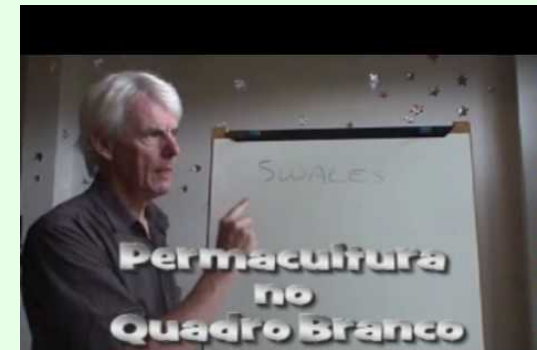


FIGURE 6.4 Trees planted off swale bank to take advantage of wet-season water.

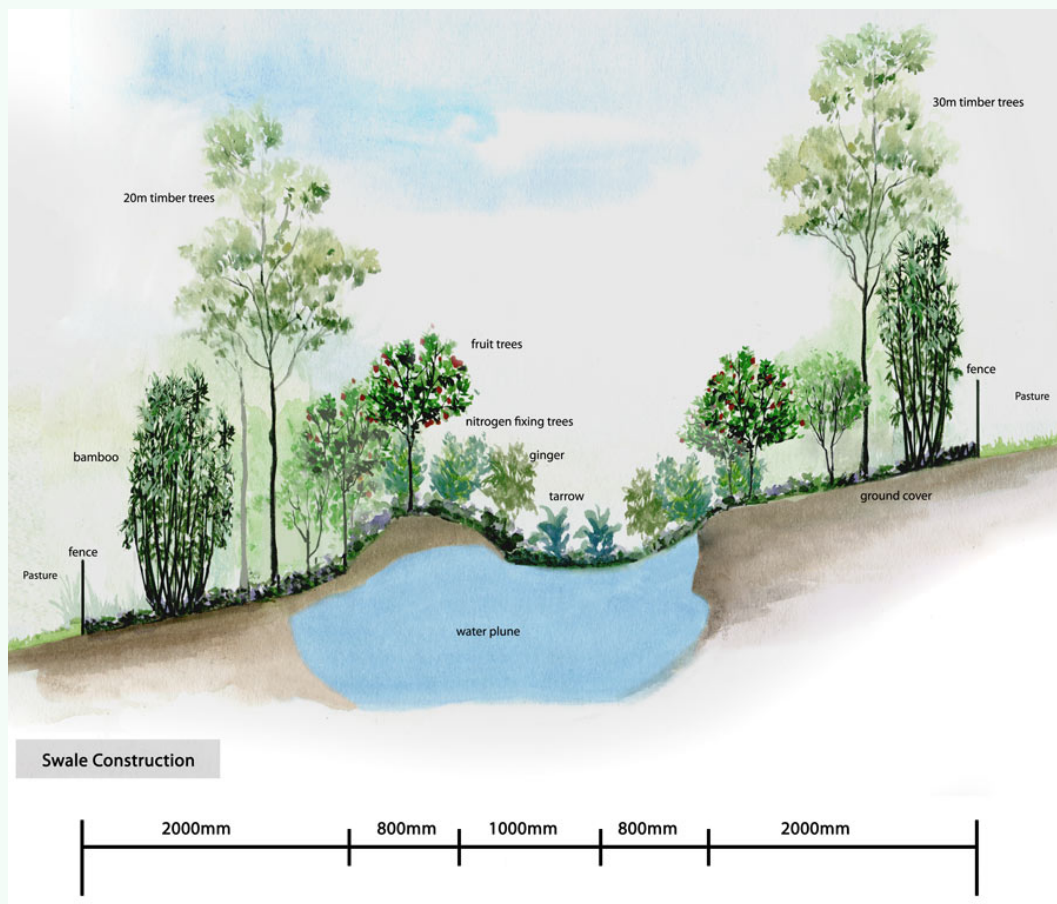
## Perfil de um Swale

Swales são construídos em grupos. O espaçamento entre um e outro depende da declividade, porosidade do solo e do tipo de clima e eventos extremos que podemos antecipar. Para terrenos mais inclinados, construímos os swales manualmente ou com máquina leve, com 0.5 até 0.9m de largura e de 0.3 até 0.6m de profundidade. Mais do



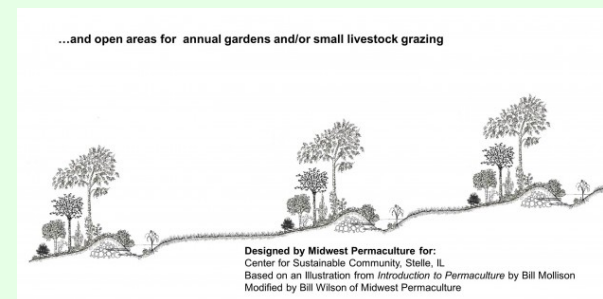


que isso estaremos começando a gerar muito movimento de terra e arriscando a criar erosão. Sendo importante repetir esses swales a cada 3 ou 4m, o que dependerá da altura e arquitetura das árvores que queremos plantar.)



Swale básico, infiltrando água...e bem plantado

Em áreas mais planas, os swales, podem ter maior largura e espaçamento entre um e outro. É possível usar um espaçamento que permita máquinas de terraplanagem ou de colheita e, passar uma ou mais vezes entre cada swale. Desta maneira, é possível produzir safras bem convencionais e ainda ter o benefício dos swales - captando água e, nesse caso, também protegendo contra os ventos. Estudos mostram que, com 20 por cento de uma área investidos em quebra-ventos e plantios em swales, os 80 por cento restantes produzirão muito mais! Swales, podem ser integrados com a prática da hugelcultura. Sabendo que madeira em decomposição (pau podre) funciona como uma esponja, e que com o tempo, é a decomposição que cria os grumos de bons solos - podemos incorporar troncos e madeira dentro dos swales.





Construindo Swales na Escola Indígena Povo Caceteiro



Before



Construindo Swales em Jordão - área árida



After

Swales Domésticos



Misc Swales



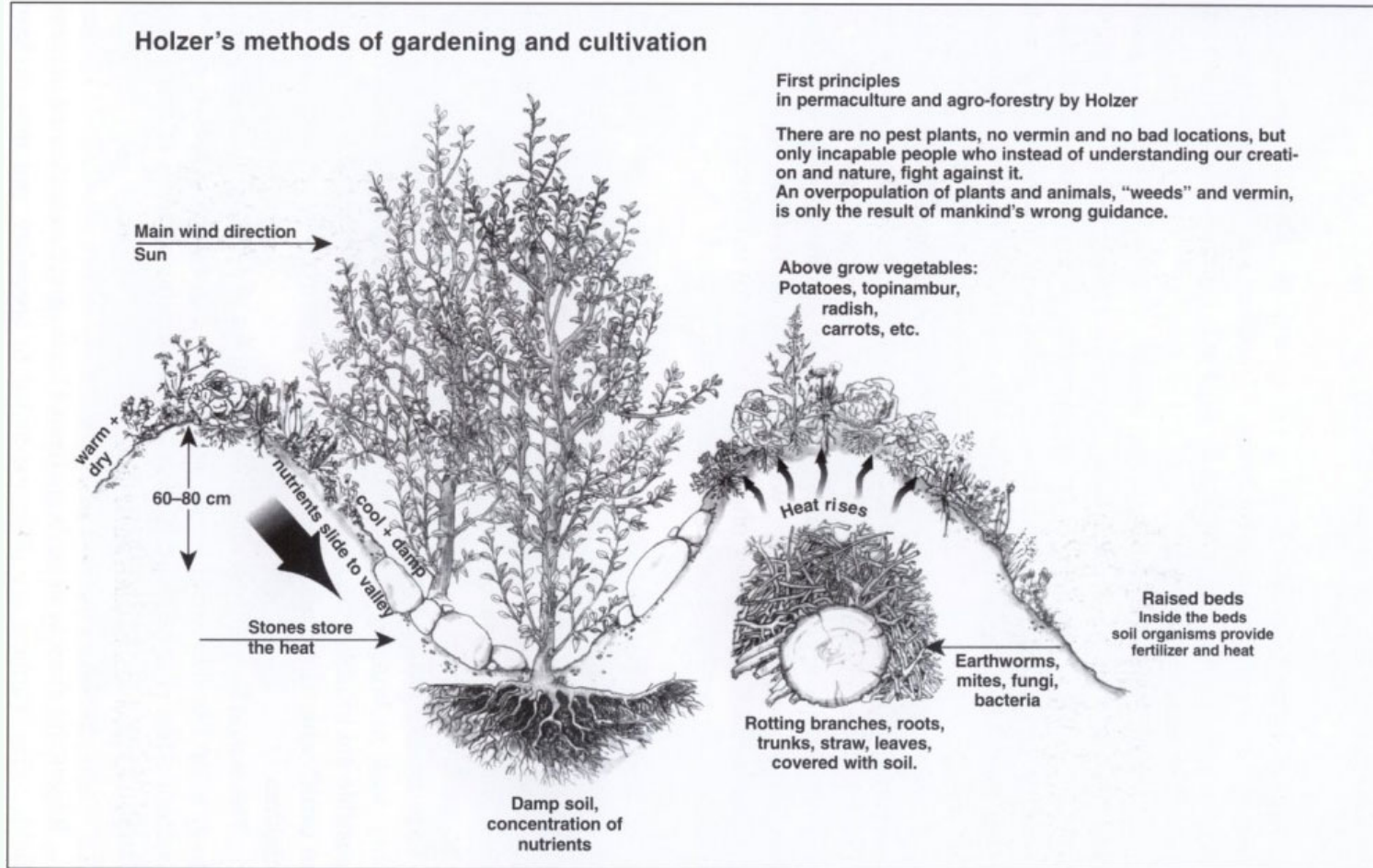
Swales em Áreas Urbanas



Mais swales urbanos



Construindo swales - curso de Permacultura/João Pessoa/PB. Nota que enterramos troncos nas paredes dos swales criando fertilidade para o futuro



Podemos combinar swales com hugelcultura...incorporando troncos e madeira na construção do swale para reter mais água e formar solo a longo prazo



## Jardim de Chuvas

Jardins de chuva, são jardins ou áreas produtivas, especificamente, planejados para coletar e infiltrar a água da chuva no solo, criando uma lâmina de água no solo e recarregando os aquíferos locais. Eles são semelhantes aos Swales (diques de infiltração em curvas de nível) e apresentam a mesma função destes, podendo incorporar Sistemas Agroflorestais Sucessionais/SAF's e plantas ornamentais, flores, melíferas e medicinais.

Esses jardins são especialmente apropriados para coletar e infiltrar água a partir de superfícies impermeabilizadas como áreas de estacionamento, quadras de esporte, ruas e passarelas dentre outras.

Em áreas com solos arenosos, os swales são mais fáceis de se implantar e, em áreas com solos mais argilosos, os jardins de chuva serão a melhor opção.

De novo, esses jardins poderão ter função decorativa ou produtiva, podendo também melhorar o ambiente da escola e ser fonte de diversos estudos e base de disciplinas e matérias diversas.

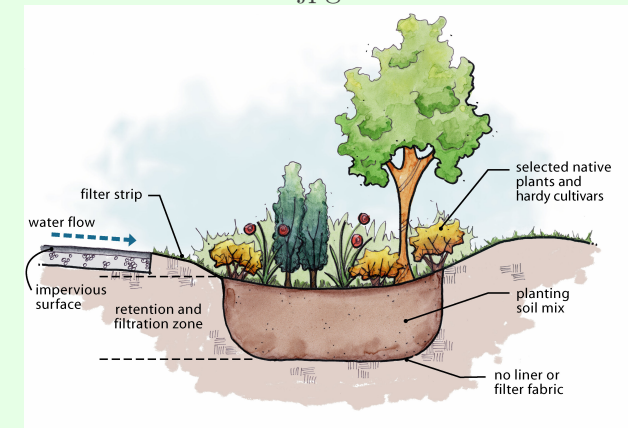
Esta estratégia pode ser integrada no planejamento pedagógico da escola ligada à disciplinas que trabalhem o tema de recursos hídricos. Também pode ser usada como o resultado da apresentação de um curso de Permacultura, uma visita e consulta técnica ou uma oficina participativa orientada especificamente com a questão de água na escola.

## Evaporação

Em áreas áridas, como no Ceará, a evaporação é um dos fatores que mais limitam a habilidade de produzir alimentos. Em muitas áreas, a taxa de evaporação é em torno de 3000mm por ano e à taxa de chuva de 500-1200mm. Em áreas litorâneas, com taxa de chuva por volta de 1000mm por ano, não podemos falar que essa é uma paisagem árida, mas a concentração de chuvas em 4 meses do ano combinada à taxa de evaporação, faz

<sup>21</sup><http://msayla.com/permaculture-design-course-day-6-water-earthworks/>  
[http://www.jacksonsnursery.com/rain\\_gardens.htm](http://www.jacksonsnursery.com/rain_gardens.htm)  
<http://www.franklinswcd.org/programs-and-services/backyard-assistance/rain-gardens/>

Simples/Rain-Garden-sideview-without-underdrain.jpg



Simples/1a-row-1994.jpg



Simples/1b-row-2006.jpg





uma paisagem secar.

A taxa da evaporação depende principalmente de dois fatores, exposição ao sol e velocidade do vento. Portanto, o uso de qualquer tipo de matéria orgânica, viva ou seca, como ramos, galhadas, palhadas, aparas de grama, pode auxiliar na proteção da superfície do solo e, conseqüentemente, minimizar a evaporação. A pior situação é o solo sem cobertura e exposto ao sol.

Sendo orgânico e cobrindo o solo, o mulch, minimiza a evaporação da umidade do solo. É fácil verificar isso - buscar um lugar que tenha uma camada grossa de matéria orgânica, abrir este material e sentir a umidade e frescor abaixo da matéria orgânica e depois comparar com uma outra área vizinha, sem mulch, com solo exposto ao sol.

A retirada de folhas e matéria orgânica da superfície do solo em nome de "limpeza" é um fator que leva até a secar a paisagem local e, em grande escala, leva a desertificação.

Em Permacultura um dos princípios sempre será para não ver a cor do solo, ou seja, sempre cobrir o solo com matéria orgânica.





UniGaia-Brasil.org 



## Keyline - Linha Chave

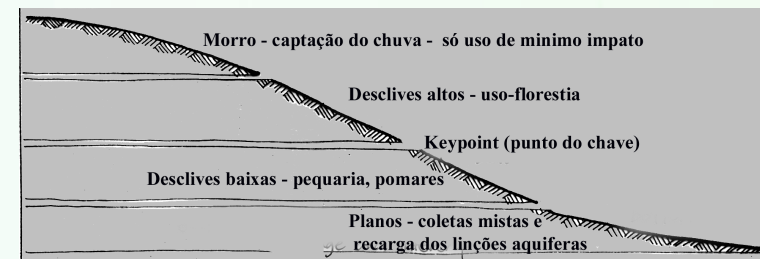
Keyline (traduzimos literalmente como Linha-chave....mas isso não explica muito!) é um método de manejo da água em grande escala (fazendo), sendo bem eficiente e com uso de poucos recursos.

Keyline foi desenvolvido pelo Australiano, P. A. Yeomans, para clima seco temperado (inverno frio e úmido, verão quente e seco). Neste clima, é comum ocorrer 5 ou 6 meses sem chuva, sendo que as chuvas ocorrem no inverno. Então, uma prática bem desenvolvida na região é a construção dos açúdes para armazenar a água do inverno para a época de seca (verão).

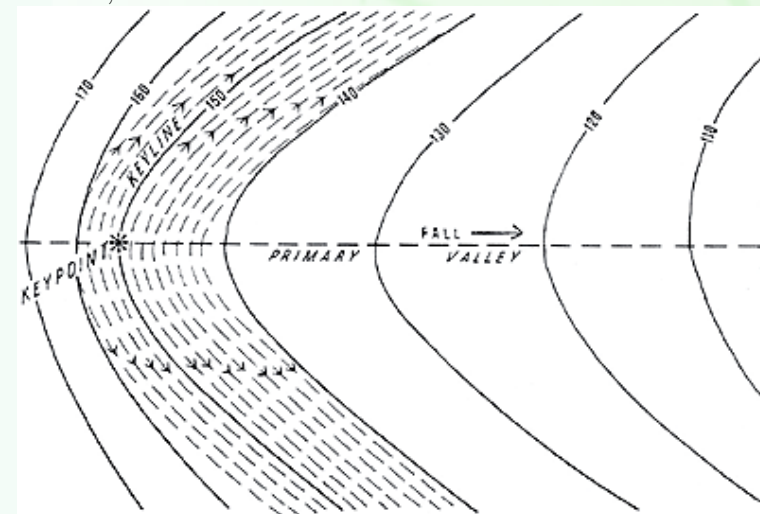
Keyline, na prática consta de uma série de açúdes construídos de forma integrada e com sistemas de válvulas que permitem a liberação da água para áreas específicas. A saída dessas válvulas estão dispostas em diques construídos quase exatamente ao nível, em curvas de níveis (declividade de 1:300). Conforme o manejo, os diques são inundados e forçados a transbordar e inundar áreas de pastagem, isto por meio de uma série de portas ou "bandejas"... fechadas e abertas de acordo com uma sequência definida. Nos casos em que se libera mais água do que o planejado (mais do que o solo pode infiltrar), o excedente será captado em outro dique e direcionado para o próximo açúde. Desta forma, grandes áreas podem ser irrigadas por inundação em curto tempo e com baixos recursos (todo o movimento da água acontece por gravidade. Então, não tem custos com bombas e nem combustíveis).

Na prática o manejo é simples, mas o design do sistema é fino, exato e genial. Mas não tão fácil de entender.

Lembrar que esse sistema foi desenvolvido para climas temperados, ou seja, paisagens formadas pela água (formas redondas e sem declividades extremas) e não paisagens formadas pelo vento, como nas áreas áridas. Estudando essas paisagens podemos ver que no geral, o perfil da paisagem é no formato de um "S". Sendo com declividade leve na parte baixa da paisagem, ou seja, perto dos rios, e com a declividade aumentando até a parte mediana e depois diminuindo até ficar quase plana novamente no cume. Nessa curva, tem o ponto de inflexão, onde a declividade para e fica mais acentuada e começa a ficar mais plana novamente. Esse ponto de inflexão é o ponto-chave, e a cota que passa nesta linha é a linha-chave. A linha-chave é a linha horizontal que passa o ponto-chave,



O perfil da paisagem. A parte acima da linha-chave usar para áreas florestais e a parte abaixo, usar de forma mais intensa.

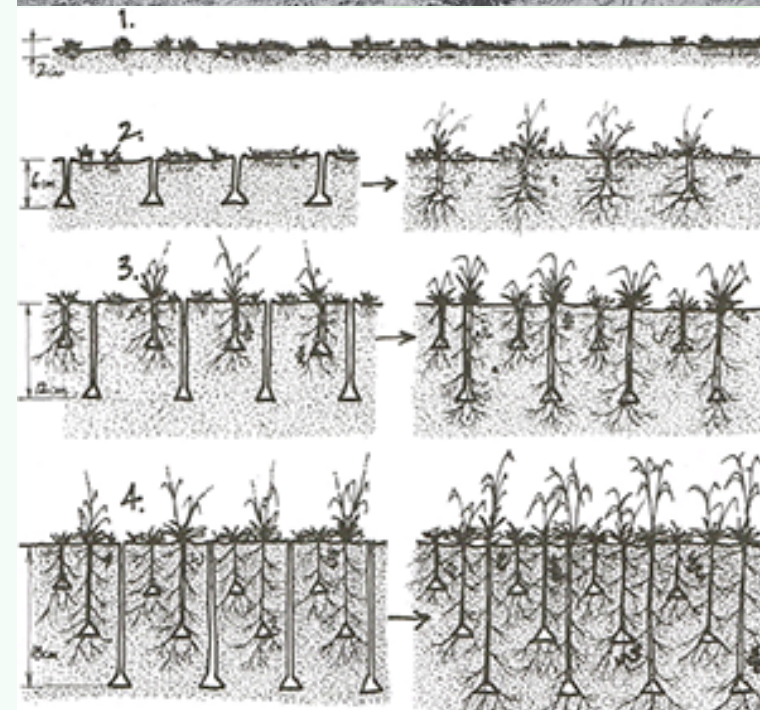


Linhas paralelas à linha-chave existem declividade a partir do vale indo na direção da crista.

o ponto de inflexão na paisagem. Linhas paralelas à linha-chave e abaixo da linha-chave têm uma declividade desde o vale até a crista. Isso significa que estas linhas apresentam a tendência de puxar a água na direção das cristas, que é ao contrário do movimento natural da água. Acima da linha-chave, a água fluirá pelos vales. Em sistemas de Key-line, a área abaixo da linha-chave pode ser utilizada em forma intensiva. Acima da linha-chave a paisagem pode ser utilizada para florestas, sistemas agroflorestais. São as áreas de produção de água, que são utilizadas nas áreas abaixo. Para manejar a água, P. A. Yeomans, desenvolveu uma forma de arado que corta o solo sem revirá-lo. Essa máquina é parecida com um "subsolador" como falamos no Brasil. É importante que o arado seja utilizado cortando o solo em forma paralela à linha-chave. Esses cortes no solo auxiliam na infiltração da água da chuva ou puxa o excedente para as cristas, espalhando a água em forma mais uniforme.

a cada passada do arado os cortes são feitos mais profundamente. Isso corrige a compactação do solo, permitindo que as raízes das plantas e gramíneas penetrem cada vez mais fundo.

A parte central no planjamento do Keyline é a integração e interconexão entre os açúdes, as linhas que distribuem a água e os vales que distribuem e depois coletam essa água.





# KEYLINE DEMONSTRATION FARM

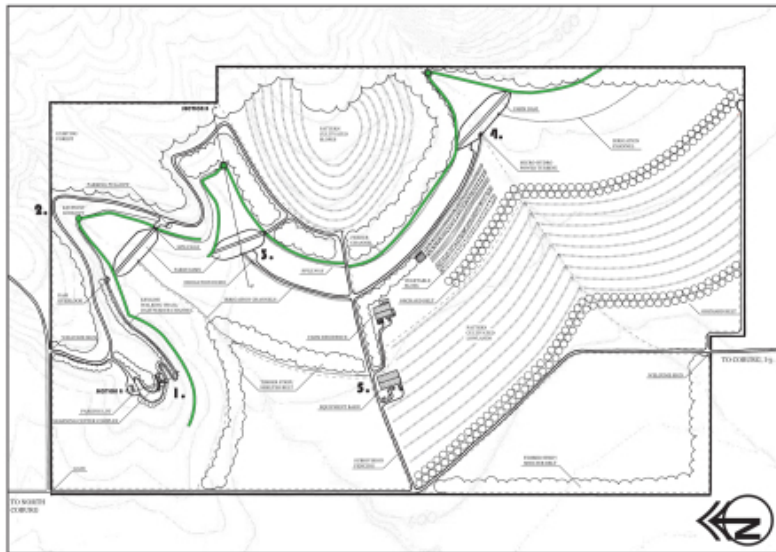
ETHAN RAINWATER  
LARCH . UOREGON . HELPHAND  
WINTER 2010



CONTEXT

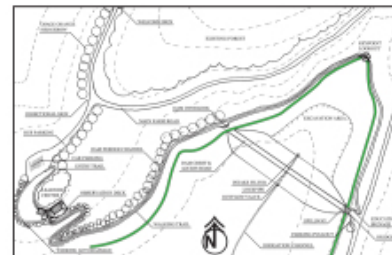


4. HYDROPOWER



SITE PLAN

SCALE: 1" = 300'-0"



PLAN . FIRST DAM AREA

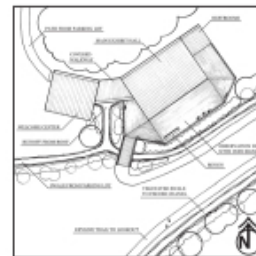
SCALE: 1" = 100'-0"



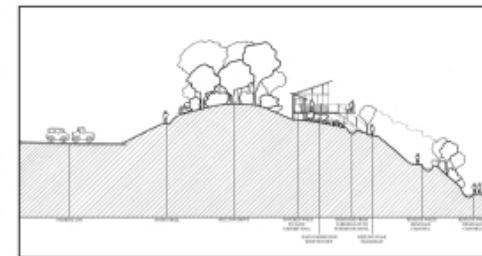
SCALE: 1" = 10'-0"



2. KEYPOINT LOOKOUT



SCALE: 1" = 10'-0"

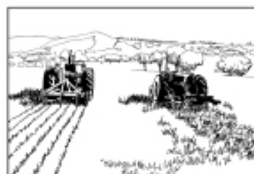


SECTION A . LEARNING CENTER COMPLEX

SCALE: 1" = 30'-0"  
VERTICAL SCALE: 1" = 10'-0"



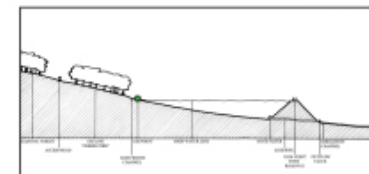
5. IRRIGATION



5. EQUIPMENT



1. LEARNING CENTER



SECTION B . SECOND DAM

SCALE: 1" = 100'-0"  
VERTICAL SCALE: 1" = 10'-0"



## Estudos dos Casos

Aqui apresentamos alguns estudos de casos que mostram estratégias de manejo da água, e especialmente, o manejo da água verde que teve resultados bem positivos. Esses casos não estão bem detalhados, isto na esperança de que você possa pesquisar mais ainda.

Senhor Phiri Maseko, é um pequeno produtor em Zimababwé, África. Com bem poucos recursos ele buscou aumentar a produtividade de seu pequeno terreno. Isto, apenas observando o que a água faz e criando tecnologias simples para sua captação ou no mínimo para auxiliar sua infiltração no solo. Anos depois, após transformar uma área árida em paisagem viva e produtiva, ele ficou conhecido como o "Homem que Planta Água" e reconhecido com vários prêmios internacionais. Ele desenvolveu diversas estratégias simples que funcionam de formas interconectadas e integradas.

O senhor Phiri, criou o uso de técnicas como -

- Barreiras Físicas em Curvas de Níveis - ele montou linhas de pedras em curvas de níveis (contorno), auxiliando para que a água flua mais devagar e infiltre no solo. A foto mostrando uma barreira é de 2016. A foto à direita mostrando a mesma barreira quando esta foi construída em 1995. Note a diferença que ocorreu em 11 anos.

## O homem que parou o deserto

Yacouba Sawadogo, é um pequeno produtor, em Burkina Faso/África, trabalhou sozinho para conter o avanço do deserto. Ele simplesmente cavou buracos no solo e os encheu com matéria orgânica, sementes ou mudas e esperou pelas chuvas. No período das chuvas, a água e a matéria orgânica acumuladas nos buracos contribuíram para segurar mais água. Isso foi suficiente para que as sementes ou mudas começassem a se desenvolver

<sup>22</sup><https://permaculturenews.org/2016/07/28/evolutions-mr-phiris-water-harvesting-plantation-1995-2016/>  
[http://www.theecologist.org/campaigning/food\\_and\\_gardening/360257/case\\_study\\_drought\\_resistant\\_farming\\_in\\_africa.html](http://www.theecologist.org/campaigning/food_and_gardening/360257/case_study_drought_resistant_farming_in_africa.html)  
<http://www.muonde.org/2013/12/18/zephaniah-phiris-book-of-life/>



e a se estabelecer. Ele plantou safras de milho e feijão e também sementes e mudas de árvores locais. Com o tempo, a floresta se estabeleceu e deu início à contenção do movimento das areias e, com isso, foi parando o avanço do deserto.



Um homem contra o deserto da África<sup>23</sup>

### FEMSA México

FEMSA é uma ONG que trabalha na região do "Vale de Bravo", no Estado do México. Uma área montanhosa e não tão seca como as regiões mais ao norte do país. FEMSA trabalha com objetivo de contribuir com a melhoria da vida do povo nas comunidades locais. Trabalham basicamente com quatro tecnologias simples:

<sup>23</sup><http://upgraders.org/2015/04/30/the-man-who-stopped-the-desert/>, <http://www.rurbanlife.net/yacouba-sawadogo-the-man-who-stopped-the-desert/>

<sup>23</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Yacouba\\_Sawadogo](https://en.wikipedia.org/wiki/Yacouba_Sawadogo)





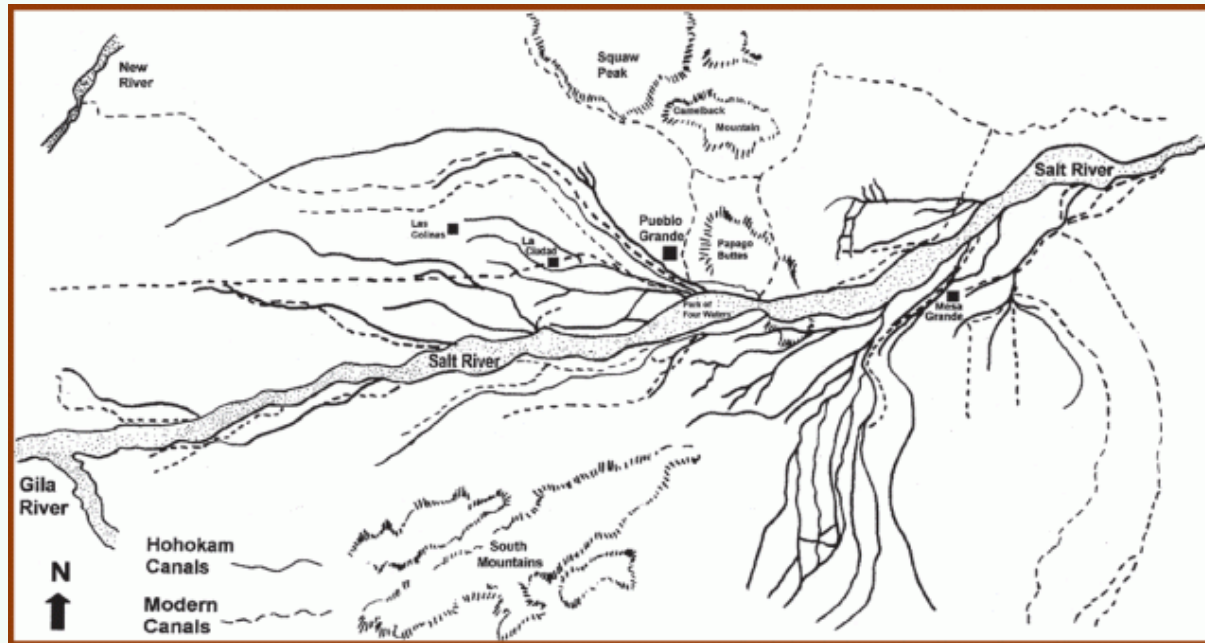
- Coleta de água da Chuva - instalando calhas nos tetos, construindo cisternas de 10.000 litros, feitas com tijolos e impermeabilizadas com mucilagem de "nopal-baba de palma de cactus (Opuntia sp). E instalando bombas simples manuais, o que evita que as mulheres passem várias horas por dia coletando e transportando água.
- Sanitários Secos - evitando o consumo desnecessário de água, esses banheiros usam separadores de sólidos e líquidos. A parte líquida é utilizada diretamente nas hortas e pomares. Quanto aos sólidos, esses são cuidadosamente compostados para uso como fertilizantes nos pomares.
- Estufas de Lenha Eficientes - melhorando a queima e aproveitamento da energia da lenha, isso também diminuirá o trabalho das mulheres e melhoria das condições de trabalho delas, como por exemplo, a diminuição de fumaça.
- Hortas Domésticas - O projeto auxilia as famílias a estabelecerem hortas usando cloches simples (estufas) e uma diversidade de plantas, como hortaliças, legumes, aromáticas e medicinais.



## Anassazi

Os Anassazi, foram povos que ocuparam a parte sul dos Estados Unidos (hoje o estado do Novo México) e desenvolveram uma sociedade organizada e próspera. Uma parte do sucesso desta sociedade foi sua maneira de construir sistemas para manejar a água. Eles construíram canais que desviavam a água para os campos preparados e plantados, isso em períodos de chuvas. Usavam colheitas de curto prazo (como milho de 60 dias), em que uma única chuva era suficiente para ganhar uma safra.

<sup>23</sup><https://www.theguardian.com/femsa-partner-zone/2017/may/04/four-green-technologies-helping-communities-in-mexico-to-live-healthier>



Sistema de canais para manejar água da chuva<sup>24</sup>

## Chinampas

Os Astecas construíram uma grande civilização, admirada por muitos povos, principalmente por invasores como os espanhóis. O sucesso e riqueza da sociedade ocorreu, em parte, devido à sua maneira de manejar a água do lago "Rasgo", na capital Tenochtitlan. Nesse lago eles construíram pequenas ilhas, usando uma espécie de árvore que cresce na água. Marcaram as áreas e depois as encheram com o lodo do lago mesmo. Dessa forma eles criaram ilhas de terra secas e margens de terras úmidas e áreas aquáticas. Produziram colheitas de safras secas (como milho, tomate e pimenta), colheitas de plantas de

<sup>24</sup><https://www.archaeologysouthwest.org/2014/09/11/flooding-down-in-arizona/>

<sup>24</sup>[http://www.watertown.k12.ma.us/cunniff/americanhistorycentral/01firstamericans/The\\_Anasazi.html](http://www.watertown.k12.ma.us/cunniff/americanhistorycentral/01firstamericans/The_Anasazi.html)

<http://www.waterencyclopedia.com/Hy-La/Irrigation-Systems-Ancient.html>

[http://www.desertusa.com/ind1/du\\_peo\\_ana.html](http://www.desertusa.com/ind1/du_peo_ana.html)



áreas úmidas, peixes e plantas aquáticas. Com esse manejo eles chegaram a se tornar uma sociedade grande e rica.



Tenochitlan, cidade dos Astecas<sup>25</sup>

<sup>25</sup><http://profbarbaramafei.blogspot.com.br/2015/08/construindo-chinampas-astecas.html>

<sup>25</sup><https://historiaprimeiroanoalasallesp.wordpress.com/2015/11/30/chinampas/>

### Construindo as ilhas





## Hiware Bazar

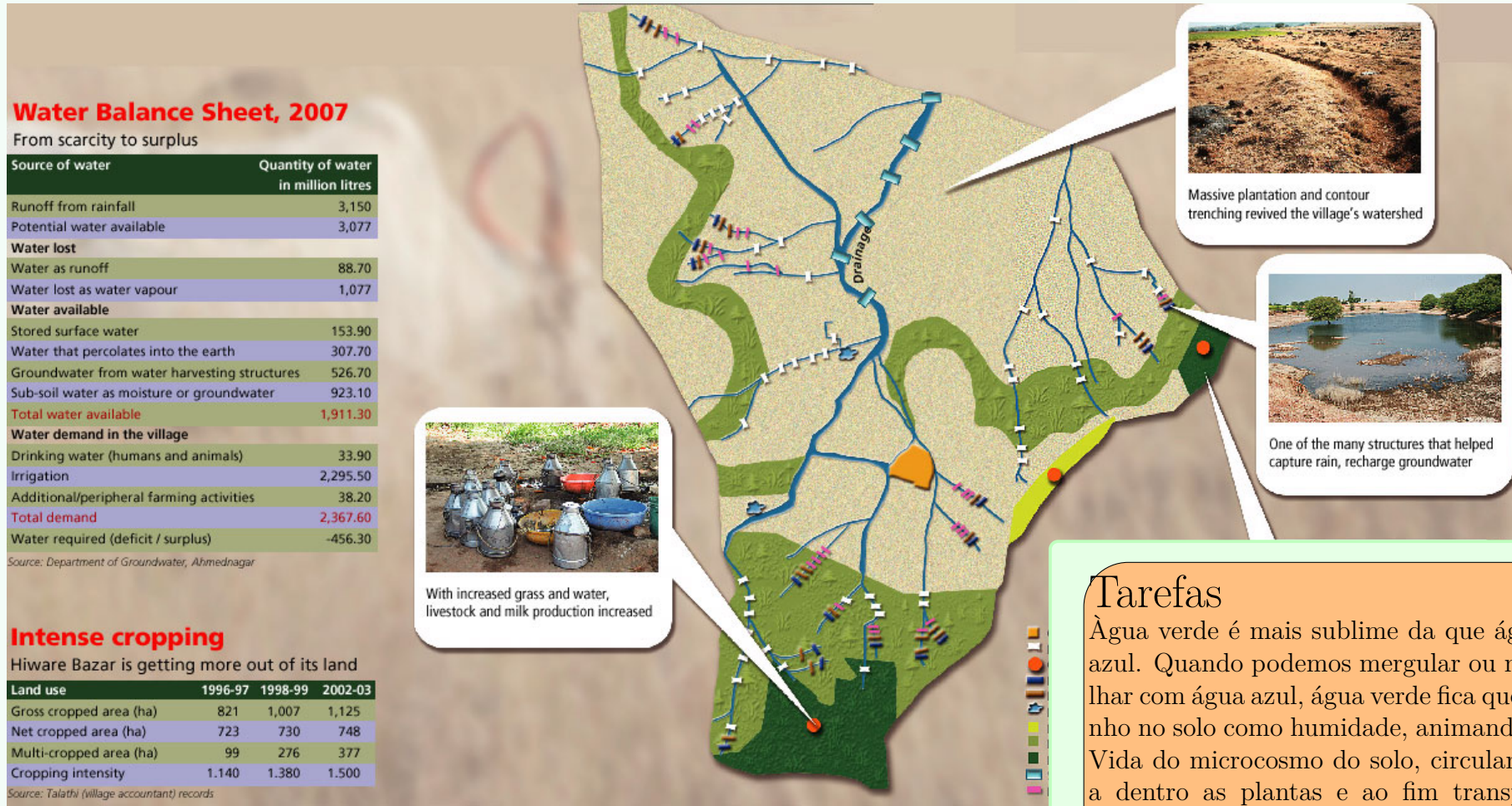
Hiware Bazar é um vila no norte da India (com precipitação média de 400mm), que 20 anos passados estava morrendo e as pessoas locais migrando devido à pobreza criada por anos de secas e uma agricultura falida. Eles decidiram organizar e combater a seca. Para tanto, começaram a resgatar e coordenar várias técnicas simples de manejo da água da chuva. Swales, terraços, barreiras nos richos, bacias e pocos de infiltração. Como uma comunidade eles concordaram em parar de tirar a água dos poços e na época das chuvas, a a injetar a água excedente.

Hoje, eles estão abrindo novas indústrias, como a produção da leite, exportação de flores, dentre outras, sendo que agora a renda média é três vezes maior do que as vilas vizinhas.



Barreiras para captar e Infiltrar Água





Mapa mostrando o Manejo Integral da Vila<sup>26</sup>

<sup>26</sup><http://www.indiawaterportal.org/articles/hiware-bazar-water-balance-sheet-2007-scarcity-surplus>

## Tarefas

Àgua verde é mais sublime da que água azul. Quando podemos mergulhar ou molhar com água azul, água verde fica quietinho no solo como humidade, animando a Vida do microcosmo do solo, circulando a dentro as plantas e ao fim transpovaporando para reunir com os nuvens no ar. Sublime, mas de importancia fun-



damental. Quase 100

## Água Cinza

Água cinza, é a água que sujamos quando tomamos um banho, lavamos os vasilhames da cozinha, lavamos roupas, limpamos o chão, ou damos banho no cachorro. Esta água fica suja mas sem contaminação. Pois, as sujeiras principais constam de resíduos de sabonetes, sabões, xampus, produtos de limpeza e alguns resíduos de pele, cabelo e até mesmo poeira.

A água da cozinha, na verdade, é diferente porque contém mais detergentes, gorduras, sal e restos de alimentos (orgânicos). Geralmente, esta água pode ser aproveitada diretamente nas hortas ou pomares. Entretanto, é importante considerar a presença em grande quantidade de sal e gordura (dois elementos normalmente usados ao extremo) e que estes não são benéficos para o solo de hortas ou pomares, sendo necessário um tratamento prévio.

Outra questão a considerar é que se esta água tiver pouca matéria orgânica e ficar armazenada mesmo que por pouco tempo, ela vai apresentar mal cheiro. Então, é melhor evitar seu armazenamento e usá-la diretamente.

## Círculo de Bananeiras

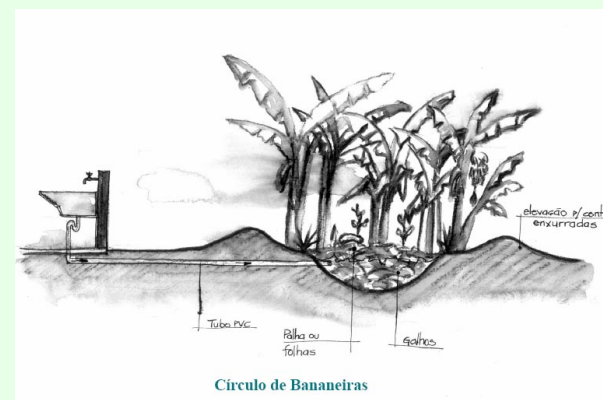
O círculo de bananeiras, é uma técnica bem simples utilizada para tratar águas cinzas (da cozinha, banho, lavanderia e pias), onde a água pode ser processada por microorganismos em um volume de matéria orgânica pequeno e dispostos em um buraco. Em volta deste buraco plantamos bananeiras (elas gostam de umidade e dos nutrientes liberados pela matéria orgânica). O sistema pode ser diversificado com plantio de plantas medicinais, hortaliças como tomate, pimenta, couve, beringela e outras.

A manutenção será apenas para manter o suficiente de matéria orgânica no buraco.

A água, em vez de ser desperdiçada, pode produzir frutas, hortaliças e chás para a escola e comunidade.

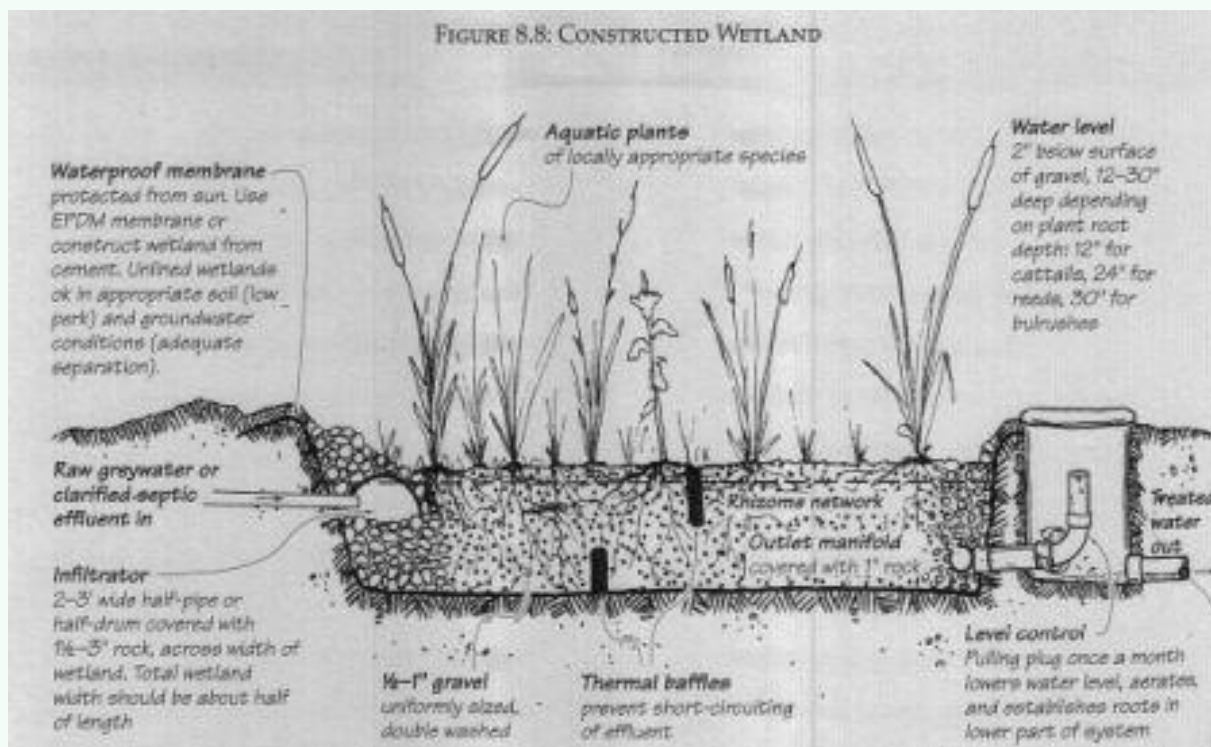
Temas para estudar:

- Círculos de Bananeiras
- Zona de Raízes
- Absorção
- Luz Ultra-Violeta
- Caixa de Gordura





## Zona de Raízes



### Zona de Raízes<sup>27</sup>

Águas-cinzas têm nutrientes que as bactérias no solo podem transformar e que as plantas podem aproveitar para seu próprio consumo e desenvolvimento. Criando ambientes como um "brejo artificial" pode permitir que esse processo aconteça, ou seja, introduzir a água-cinza no brejo e esta ser retirada no outro lado, após processamento dos nutrientes pelos microorganismos e plantas.

Existem muitas maneiras de construir esses sistemas, com a água fluindo horizontalmente ou verticalmente, acima ou abaixo. Em cada sistema usamos plantas aquáticas, (brejo), como taboa (*Thypha sp*), papiros (*Cyperus papyrus*) ou buriti (*Mauritia flexu-*

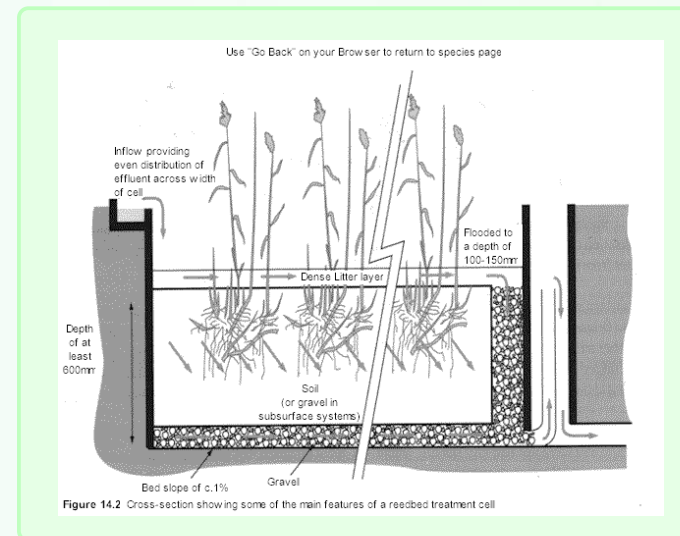
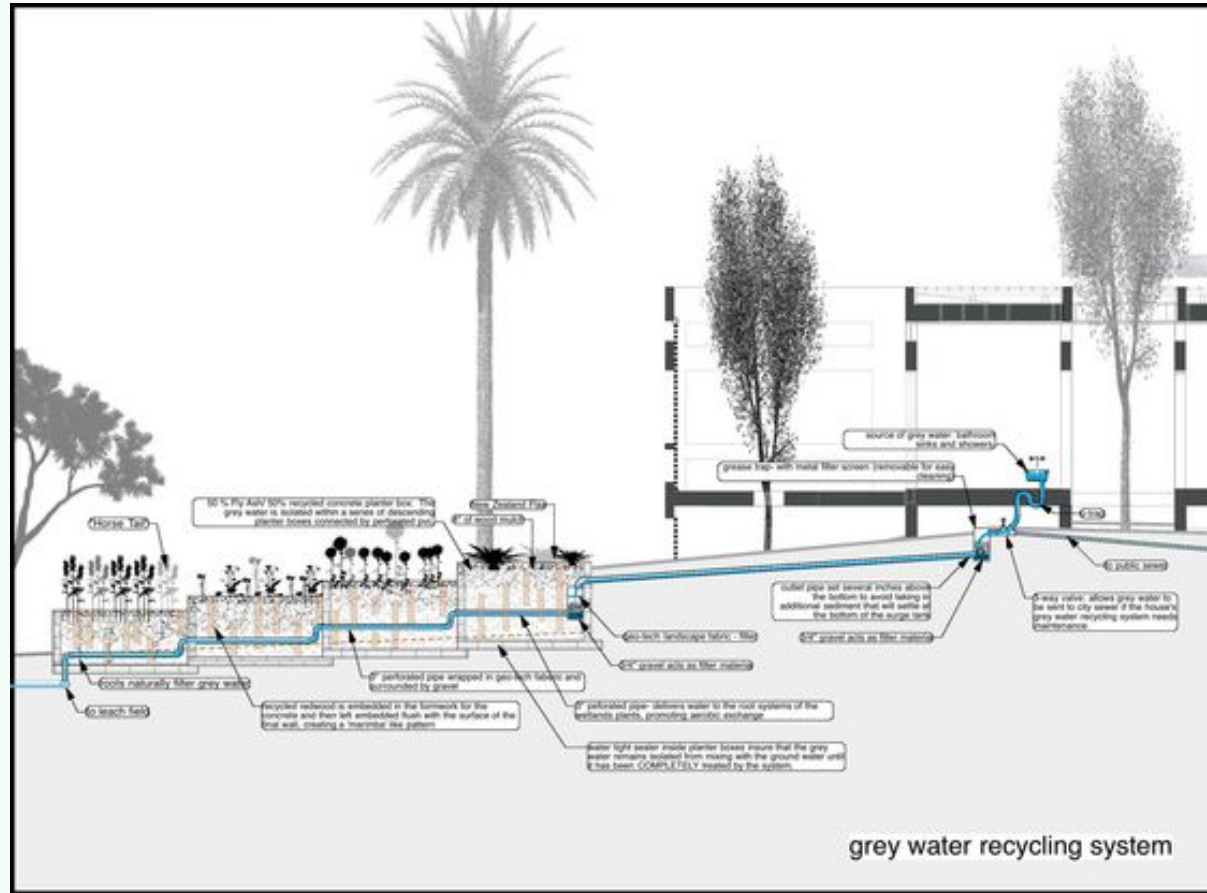


Figure 14.2 Cross-section showing some of the main features of a rebed treatment cell

<sup>27</sup><https://www.pinterest.com/pin/63472675972245378/>



osa), dentre outras.



### Zona de Raízes<sup>28</sup>

<sup>28</sup><https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/93/7d/01/937d017b9c66982c7f3dc8d38c5c3027.jpg>

<sup>28</sup><http://wildpro.twycrosszoo.org/S/00Ref/bookscontents/bookref93wetlandsindustrywildlife/chapter14.htm>

<https://br.pinterest.com/pin/63472675972245378/>    <http://greenintifada.blogspot.com.br/>    <https://frogs.org.au/frogwatch/greywater.php>

<https://frogs.org.au/frogwatch/greywater.php>

<https://br.pinterest.com/pin/147492956521412728/>

## Luz Ultravioleta

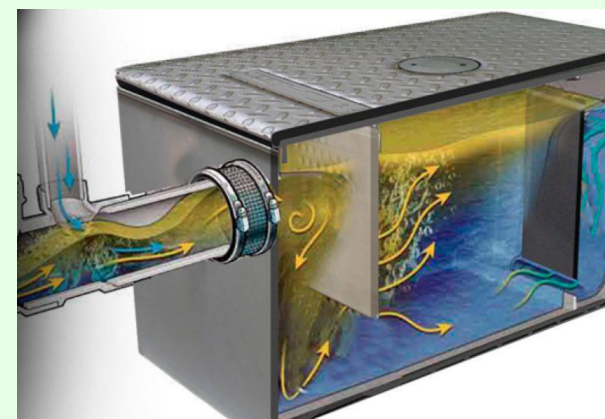
Luz ultravioleta. Um tratamento simples para águas cinzas é a luz ultravioleta. Simplesmente, passar a água por uma caixa de gordura e armazenar em uma caixa simples. Depois, bombear a água por um sistema de irrigação aérea. É necessário que seja um sistema que gera gotinhas pequenas. As gotas ficam no ar por suficiente tempo para que os raios do sol façam efeito. Por isso, usamos a caixa para armazenar a água e a bomba precisará ser organizada para que funcione perto do horário do meio dia, a pleno Sol.

## Caixa de Gordura

No tratamento da água, especialmente da cozinha (mas também um pouco da pia e dos banheiros), um problema a considerar, é a gordura. Deixando a gordura passar, ela pode entupir os sistemas de tratamento ou o solo. Isso será contra-produtivo.

Em todos esses sistemas, será apropriado instalar uma caixa de gordura antes de implantação de qualquer outra parte do sistema.

A caixa principal, consta simplesmente de dois compartimentos e com a água passando da parte de cima para a parte de baixo. Isso dá tempo para a gordura boiar e a água com menos gordura passar por baixo.



## Tarefas

Água cinza....a água que sujamos quando lavar os pratos, ou tomar um banho. Preferimos não pensar ou responsabilizar por a fato que sujamos ela. E espera que ela vai embora! Mas por onde? Com frequencia jogamos nossa água cinza na propriedade do vizinho ou no rio ou lago mais perto. Que acontece com a água cinza da escola? Onde é produzida, onde ela esta mandada? Esta água pode ser o principal fonte da água para manter nossos jardins e plantações. Como podemos interferir com o sistema ineficiente da escola, e escolha uma tecnologia mais responsavel? Onde, como?



<sup>28</sup><http://servinox.com.mx/blog/atrapa-la-grasa-y-cuida-al-medio-ambiente/>

## Água Preta

Água preta, é a água oriunda do vaso sanitário, a água contaminada com fezes humanas. Esta água é contaminada e precisamos manejá-la com cuidado e precaução.

Em áreas áridas, como o Ceará, precisamos questionar se é inteligente as formas de uso da água, especialmente a água azul, um recurso, um bem precioso, raro, caro e essencial, que normalmente é usada para transportar "fezes". No Ceará, existem muitas escolas com problemas sérios de falta de água e abastecimento da mesma. E, mesmo assim, os setores ligados à construções, insistem que as escolas gastem mais de 50% de seus recursos hídricos para transportar fezes até às fossas, do tipo sumidouros, e desta forma, contribuem também com a contaminação do solo e dos lençóis freáticos e aquíferos.

Uma estratégia mais inteligente é a promoção do uso de banheiros secos, os quais economizarão muita água, evitarão a contaminação dos aquíferos e também favorecerão a produção de húmus de qualidade para "uso" em pomares e recuperação de áreas degradadas usando sistemas agroflorestais/SAFs.

## Sanitário Seco

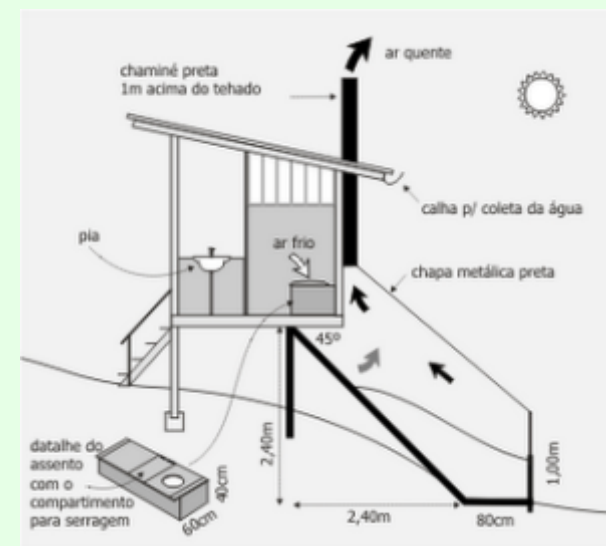
O sanitário seco (sanitário ecológico/compostável), é uma tecnologia especialmente apropriada para climas e ambientes secos. Neste tipo de sanitário acontece um processo de decomposição que não utiliza água como meio de transporte, ou seja, não se usa água potável, limpa, preciosa e cara para sujar com fezes e contaminar corpos d'água. Mesmo nos casos de se adicionar um mínimo de água, não há possibilidades de contaminação dos aquíferos e lençóis freáticos da região.

Ao mesmo tempo, o sanitário seco precisa de um investimento com relação a infraestrutura nova e manejo contínuo e cuidadoso, do que simplesmente acionar a "descarga e esquecer" o sistema. Com manejo apropriado, a compostagem, resultante no final do processo pode ser utilizada em plantios do tipo Sistemas Agroflorestais/SAFs ou projetos de reflorestamento.

Existem vários modelos de sanitários secos, desde o modelo, Clivus Multrum (pré-fabricado em fibra de vidro) até o Bason e o Clivus Minimus.

Temas para estudar:

- Filtros Biológicos
- Bacia de Evapotranspiração
- Zona de Raízes
- Banheiros Secos
- Arboloo



bason clivus multrum

Todos funcionam com princípios simples, para armazenar os recursos humanos, em um ambiente fechado, mas com boa ventilação. Para equilibrar o nitrogênio, usa-se uma fonte de carbono, que pode ser serragem, papel ou até mesmo folhas secas. Este material é usado em substituição à água para descarga. Isso permite que os recursos sejam compostados em condições aeróbicas para evitar mal cheiro. É importante que o material fique pelo menos 6 meses compostando. Em muitos sistemas, o material após seis meses de compostado é retirado da câmara do banheiro e compostado novamente, desta vez, acrescentando estrume de animal, palha, folhas e terra. Mais eficiente ainda é usar "minhocas" para processar o material.

Em se tratando das escolas, é preciso ter cuidado com o manejo do material, principalmente, antes que ele esteja totalmente processado.

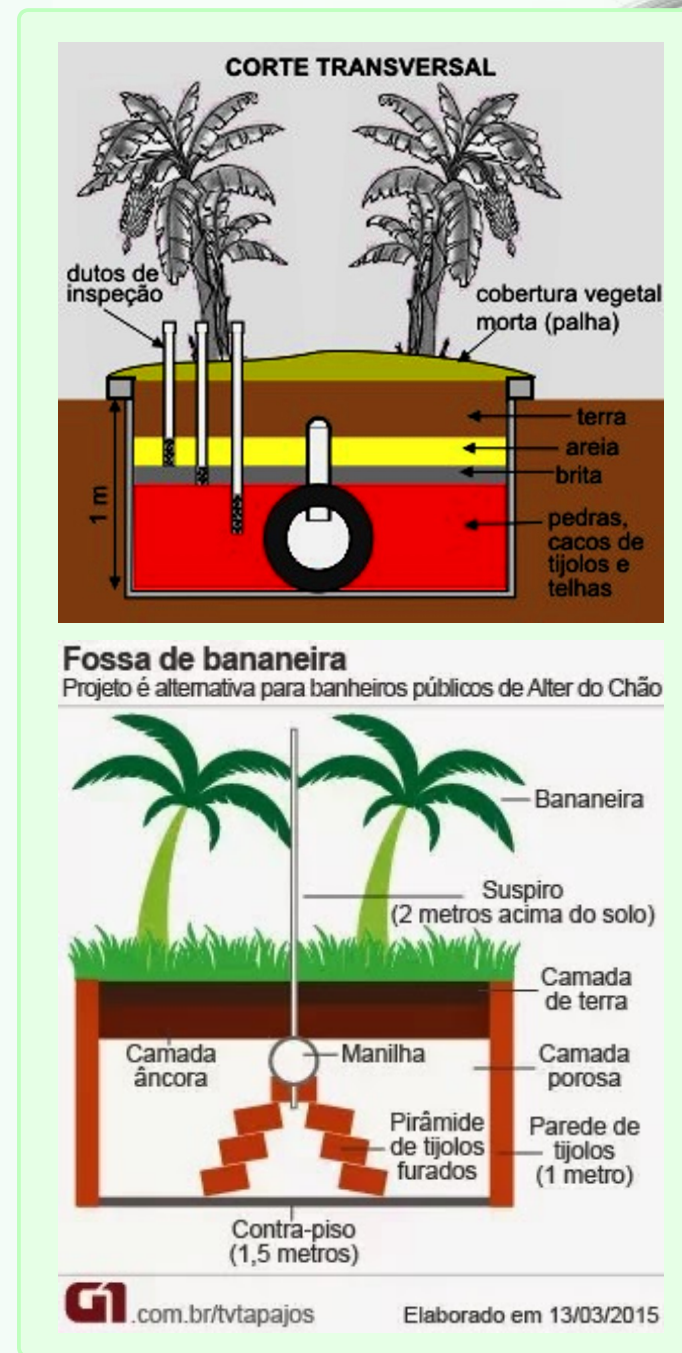
## Bacia de Evapotranspiração

Mesmo que não seja nosso desejo promover o aumento de consumo da água, existem muitas escolas e moradias que utilizam vasos sanitários com sistemas de descarga com água, mesmo em lugares com escassez de água. devido à forma convencional de construção e sistemas de esgoto, torna difícil a conversão para sistemas de banheiros secos e/ou compostáveis. Nesse caso é recomendável o uso de outros sistemas de saneamento ecológico como por exemplo, bacia de evapotranspiração (fossas verdes) e filtros biológicos, dentre outros.

Na "bacia de evapotranspiração", os recursos são transportados pela água até a parte mais profunda da caixa, onde as condições são anaeróbicas. Os recursos começam a se decompor nestas condições. Com a entrada de mais material, a água força o material a ir para cima, aproximando da zona das raízes, onde as condições são aeróbicas. As bananeiras plantadas acima, consomem a água e os nutrientes existentes. Uma bananeira pode evaporar até 60 litros de água por dia - Cada bananeira!

A parte importante nesse sistema, é que precisamos ter suficiente área na superfície para evaporar a água e para caber suficiente bananeiras. A recomendação é 2m<sup>2</sup> por adulto usando o sistema. E a caixa é de 1,2m. de profundidade. Esta reco-

<sup>28</sup><https://br.pinterest.com/pin/420101471475454186/>





mendação é para uma situação doméstica onde as pessoas estão usando o sistema todos os dias. Na escola é diferente. O uso não é por todo o dia. Então, calculamos a área necessária de  $1\text{m}^2$  por aluno. Em escolas grandes, isso significa um sistema tipo 10m. por 15m. pr 1,2m de profundidade. Isso não é tão pequeno, nem não tão grande. Lembrando que na superfície tem "mulch"(folhas, fibra ou palha) e os recursos humanos são tranformados em "bananas". Com suficiente bananeiras e superfície, não existe água saindo do sistema em forma líquida, só em forma de evaporação.

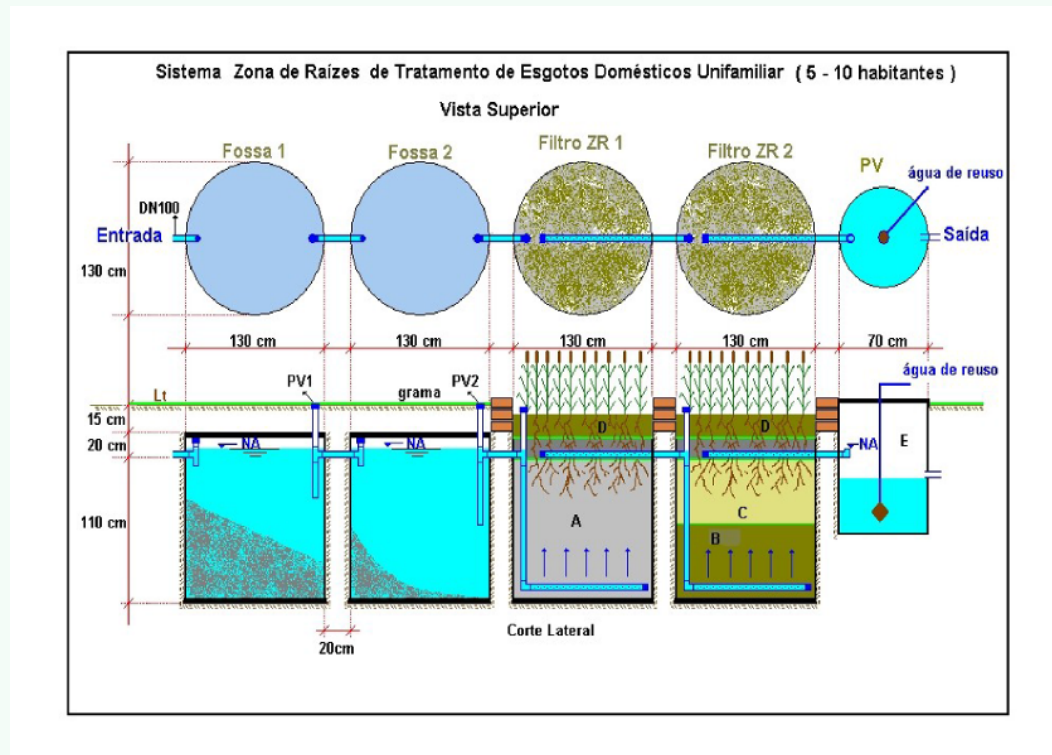


construindo um BET

<sup>28</sup><http://www.incra.gov.br/qfossas-verdesq-objetivam-garantir-sustentabilidade-no-sertao-cearense>



## Filtros Biológicos



## Fitos Biológicos

Nesse caso, dois tanques mantêm a água entrando em condições anaeróbicas e permitem que os recursos comecem a se decompor. As partes minerais ficam nesses tanques. O segundo tanque filtra a água (tem brita na parte profunda) e acima, entram em contato com condições aeróbicas (criadas por raízes de plantas macrófitas). O tempo em condições anaeróbicas e depois aeróbicas é suficiente para matar todas as bactérias. Mas, ainda existem nutrientes na água. O resultado é água cheia com nutrientes mas, sem contaminação. Esta água será muito útil para irrigar um sistema agroflorestal ou pomar.



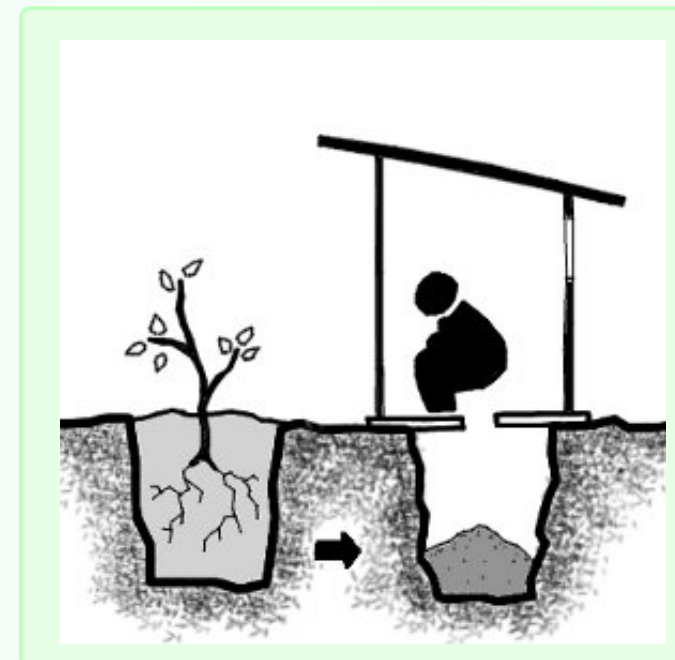
## Arborloo

A tecnologia do arborloo, é bem simples e provavelmente não tão relevante para as escolas públicas. Mas, pode ser útil em excursões ou acampamentos. O arborloo, também é bem útil em comunidades em desenvolvimento como aldeias rurais e novos assentamentos.

Na forma mais simples, escavamos um buraco no solo e depositamos os recursos humanos, cobrindo o material com serragem ou folhas secas (para equilibrar o nitrogênio dos recursos humanos(fezes) com carbono). Quando o buraco estiver quase cheio, completamos o buraco com terra e em seguida se planta uma árvore ou bananeira. As plantas crescerão bem com os nutrientes disponíveis no buraco.

Existem variações desta forma tão simples.

Para facilitar o uso do buraco, podemos usar uma plataforma móvel. Cada vez em que um buraco estiver quase cheio, cavamos outro buraco e mudamos a plataforma de lugar. Uma plataforma redonda será bem útil e funcional, feita com material disponível (madeira, bambú, concreto).



arborloo

<sup>28</sup><http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/>

## Separação de Urina

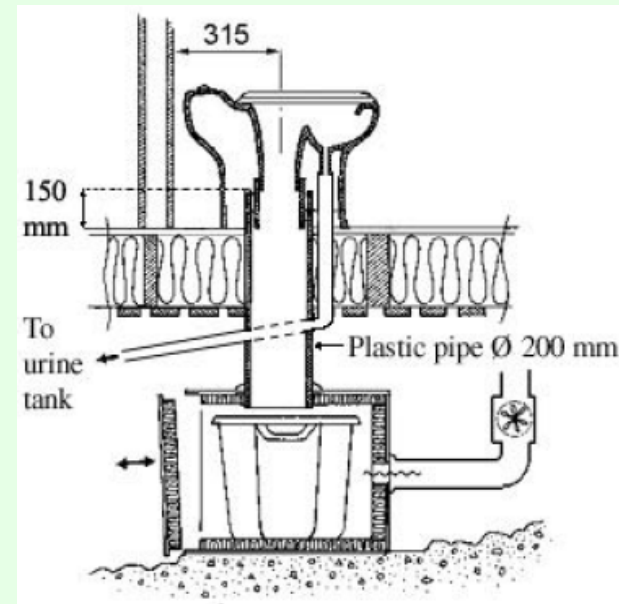
Especialmente, no uso de sistemas de sanitários secos, esta é uma boa estratégia para separar as fezes da urina. Fezes são materiais contaminados biologicamente. O volume é pequeno (em volta de 60 kg por adulto por ano). Por isso, o sistema convencional é estranho, pois, se mistura um volume grande de água limpa com volume pequeno de material contaminado, resultando em um volume grande de material contaminado. Um passo na direção errada!

Por outro lado, a urina é essencialmente estéril (essencialmente porque só existe algumas doenças raras que podem infectar a urina). Separando a urina das fezes, facilitará o tratamento das fezes.

Por outro lado, a urina é um fertilizante bem útil. Alto em nitrogênio, potássio e com quantidade razoável de fósforo. Estudos realizados na África, mostraram que a urina de cada adulto tem suficiente nitrogênio, potássio e fósforo para manter a fertilidade de 300m<sup>2</sup> de safra. E, complementando com pouco fósforo, tem suficiente nitrogênio e potássio para manter a fertilidade de 600m<sup>2</sup> de safra.

Em vários países, os sanitários são construídos de maneira que a urina é separada de forma normal, tanto por mulheres e homens.

arborloo





Coletando os Recursos Humanos

## Tarefas

Não gostamos fala de água cinza, e água preta (dos vasos sanitarios) agimos como ela não existe. Mas, existe. E nas escolas ate metade da água que compramos/consumimos é tranformado por água preta. Que acontece com a água preta em sua escola? Ela tem potencial para contaminar quem? Tem alternativas que podemos planejar testar/implantar na escola. Lembra que a região nordeste brasil vao secar mais, e metade a água é por os vasos sanitarios. Teremos condição continuar a pratica antiga e manter as escolas abertas no futuro?



<sup>28</sup><https://www.youtube.com/watch?v=6bWD11rE9V4>



## Manejo Integral das Águas

Estudamos água desde a perspectiva de suas cores (tipologia da água quanto ao grau de pureza). Estudamos desta forma para clareza e simplicidade. Mas na verdade, a água deve ser manejada em forma integral e interconectada. Porque é claro que a água não fica em uma forma ou outra. Ela se movimenta continuamente, se reciclando e se transformando. A água azul da chuva pode continuar como água azul nos rios ou se transformar em água verde, se infiltrando no solo. Os poços são meios de retirada da água verde do solo para ser armazenada como água azul. Usamos água azul e a sujamos gerando água cinza ou preta.

Normalmente jogamos água cinza ou preta (e muitas vezes água azul também) em buracos ou sumidoros pensando que ela vai sumir. Mas ela não desaparece, ela vai ser transportada e transformada. Mas com frequência não deixa suficiente espaço ou tempo para a água se limpar, e o resultado são aquíferos contaminados, rios poluídos e infestados com plantas como o água-pé (*Eichornia sp*), doenças nas populações carentes e secas cada vez mais fortes.

Ou, podemos manejar esse recurso precioso em forma mais inteligente. Captar água da chuva em cisternas, jardins de chuva, swales, bacias de infiltração e, quando em excesso, em poços de recarga. Quando geramos água cinza é fácil fazer um pré-tratamento dela e aproveitá-la em swales, pomares ou na limpeza ou uso para descargas em vasos sanitários antigos. Não precisamos gerar água preta, mas em locais onde os sistemas antigos ainda são utilizados podemos, novamente, fazer um pré-tratamento e utilizar esta água em irrigação sub-superficial para gerar agroflorestas cheias com frutas, castanhas e madeira.

O manejo integral dessa maneira é mais inteligente do que jogar fora e, é fácil de implementar em escala individual ou doméstico. E será mais eficiente ainda em escala comunitária.

## Manejo por Comunidades

Como estudado e detalhado pela cientista, Elanor Ostrom, existem vários exemplos onde comunidades conseguiram manejar seus recursos naturais (especialmente recursos hídricos) de forma sustentável por centenas de anos. Os recursos de pesca, arrozais

na Ásia, florestas e rios no Japão e os sistemas de irrigação na Espanha - são recursos manejados por suas comunidades.

Analisando como estas comunidades conseguiram isso, Elnor Ostrom, demonstrou em seus estudos que, isso foi possível porque trata de comunidades com confiança umas nas outras, com uma visão de futuro, usam de comunicação transparente, processos participativos e um sistema simples para resolver conflitos, de forma transparente, barato e rápido.

Um exemplo para estudo é o sistema de irrigação existente em Valência, na Espanha.

Interessante, que em 30 anos de estudos, Elnor Ostrom não encontrou nenhum exemplo de sistemas governamentais ou agências centralizadas que conseguiram manejar recursos naturais de forma sustentável!



Manejo Integral/Coletivo

