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 yellow rounded rectangle is overlaid on the center 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 Colegiado Internacional da Permacultura.



Sumário

| | | |
|----------|---------------------------------|----------|
| 1 | Água | 5 |
| 1.1 | Água Verde | 5 |
| 1.1.1 | Swales | 7 |
| 1.1.2 | Buracos | 13 |
| 1.1.3 | Bacias de Infiltração | 14 |
| 1.1.4 | Jardim de Chuvas | 15 |
| 1.1.5 | Evaporação | 15 |
| 1.2 | Keyline - Linha Chave | 18 |
| 1.2.1 | Estudos dos Casos | 21 |
| 1.2.2 | Hiware Bazar | 26 |



Lista de Figuras

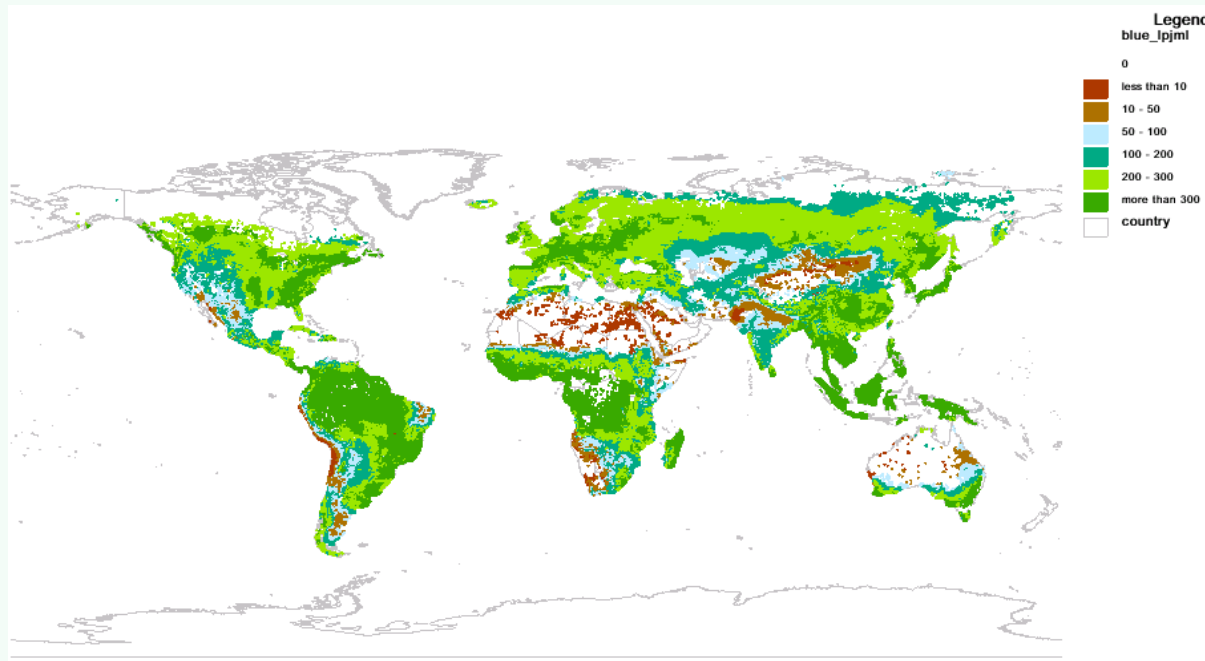
| | | |
|------|---|----|
| 1.1 | Consumo de Água Verde Global ¹ | 5 |
| 1.2 | Perfil de um Swale | 7 |
| 1.3 | Swale básico, infiltrando água...e bem plantado | 8 |
| 1.4 | Podemos combinar swales com hugelcultura...incorporando troncos e madeira na construção do swale para reter mais água e formar solo a longo prazo | 12 |
| 1.5 | ² | 17 |
| 1.6 | Um homem contra o deserto da África ³ | 22 |
| 1.7 | Sistema de canais para manejar água da chuva ⁴ | 24 |
| 1.8 | Tenochitlan, cidade dos Astecas ⁵ | 25 |
| 1.9 | Barreiras para captar e Infiltrar Água | 26 |
| 1.10 | Mapa mostrando o Manejo Integral da Vila ⁶ | 27 |





Água

Água Verde



Consumo de Água Verde Global¹

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

Temas para estudar:

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

¹<https://www.researchgate.net/publication>



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 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.

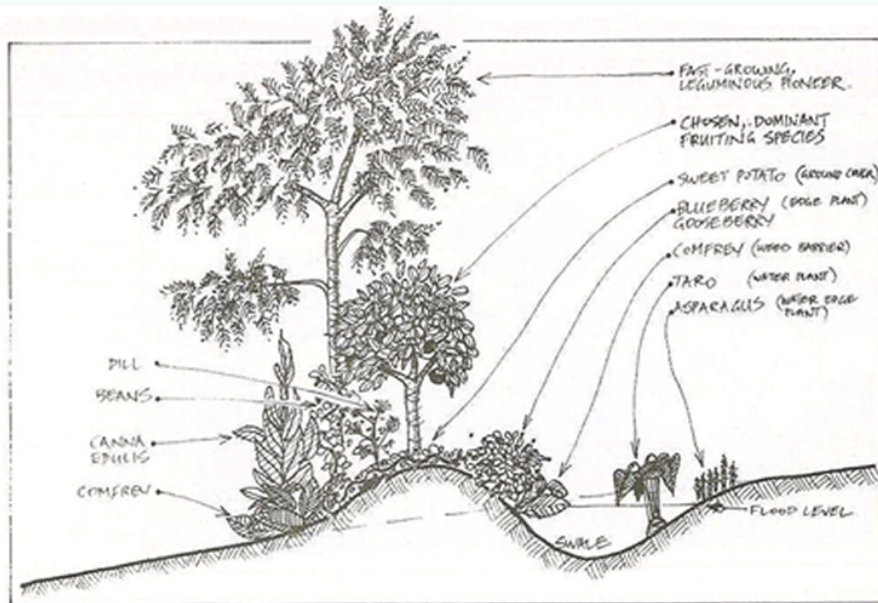
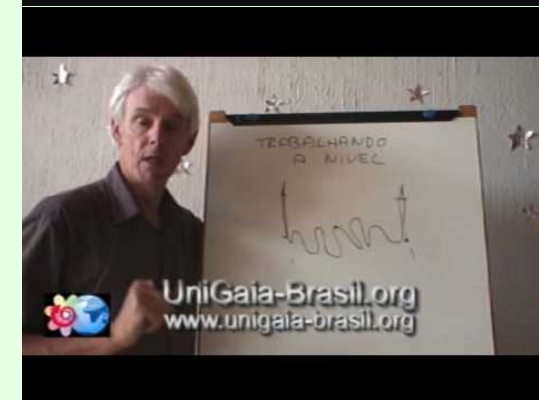
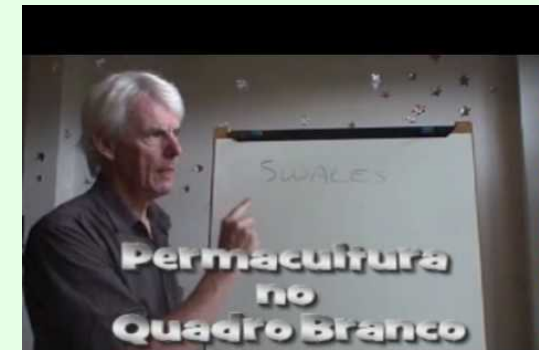


FIGURE 6.4 Trees planted off swale bank to take advantage of wet-season water.

Perfil de um Swale

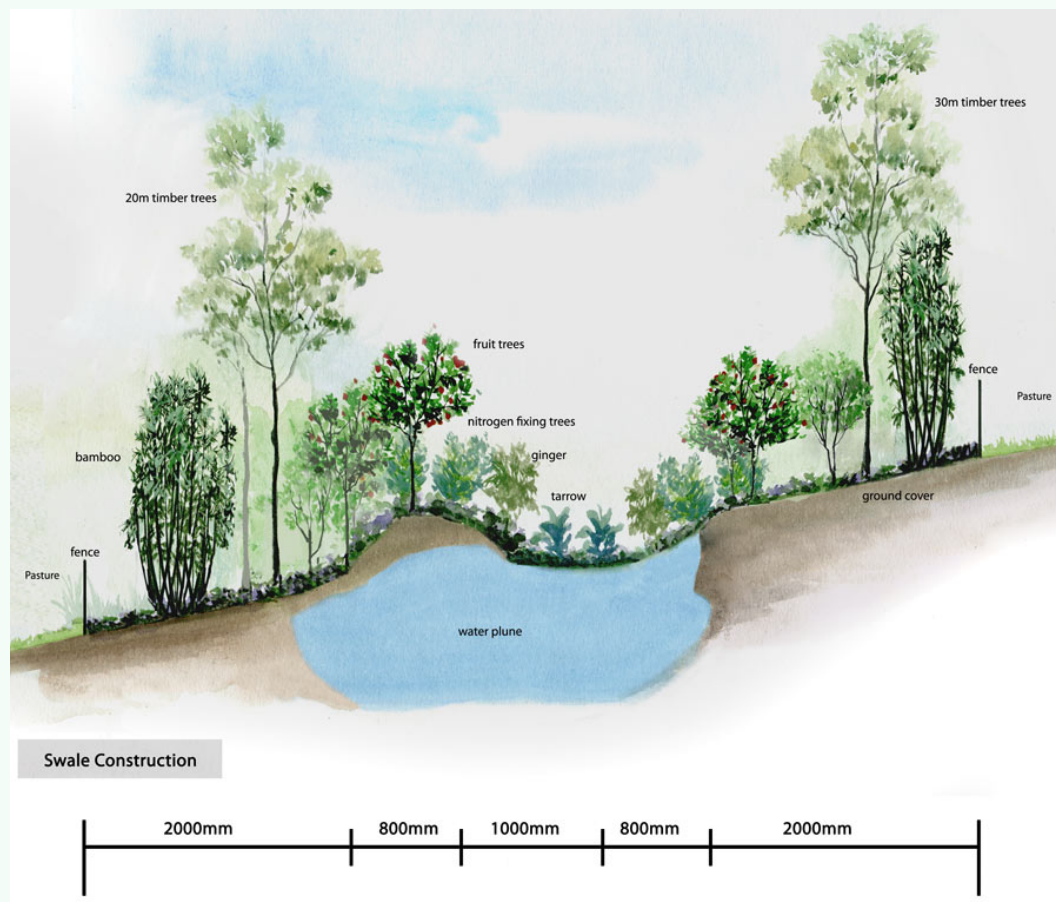
Swales são construídos em grupos. O espaçamento entre um e outro depende da declividade, porosidade do solo e do tipo de clima e eventos extremos que podemos antecipar. Para terrenos mais inclinados, construímos os swales manualmente ou com máquina leve, com 0.5 até 0.9m de largura e de 0.3 até 0.6m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





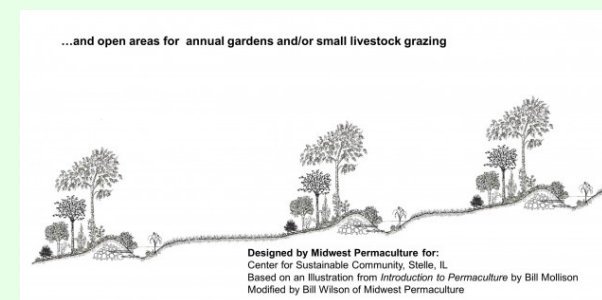
PDC: Água

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



Construindo Swales em Jordão - área árida



Before



After

Swales Domésticos



Misc Swales



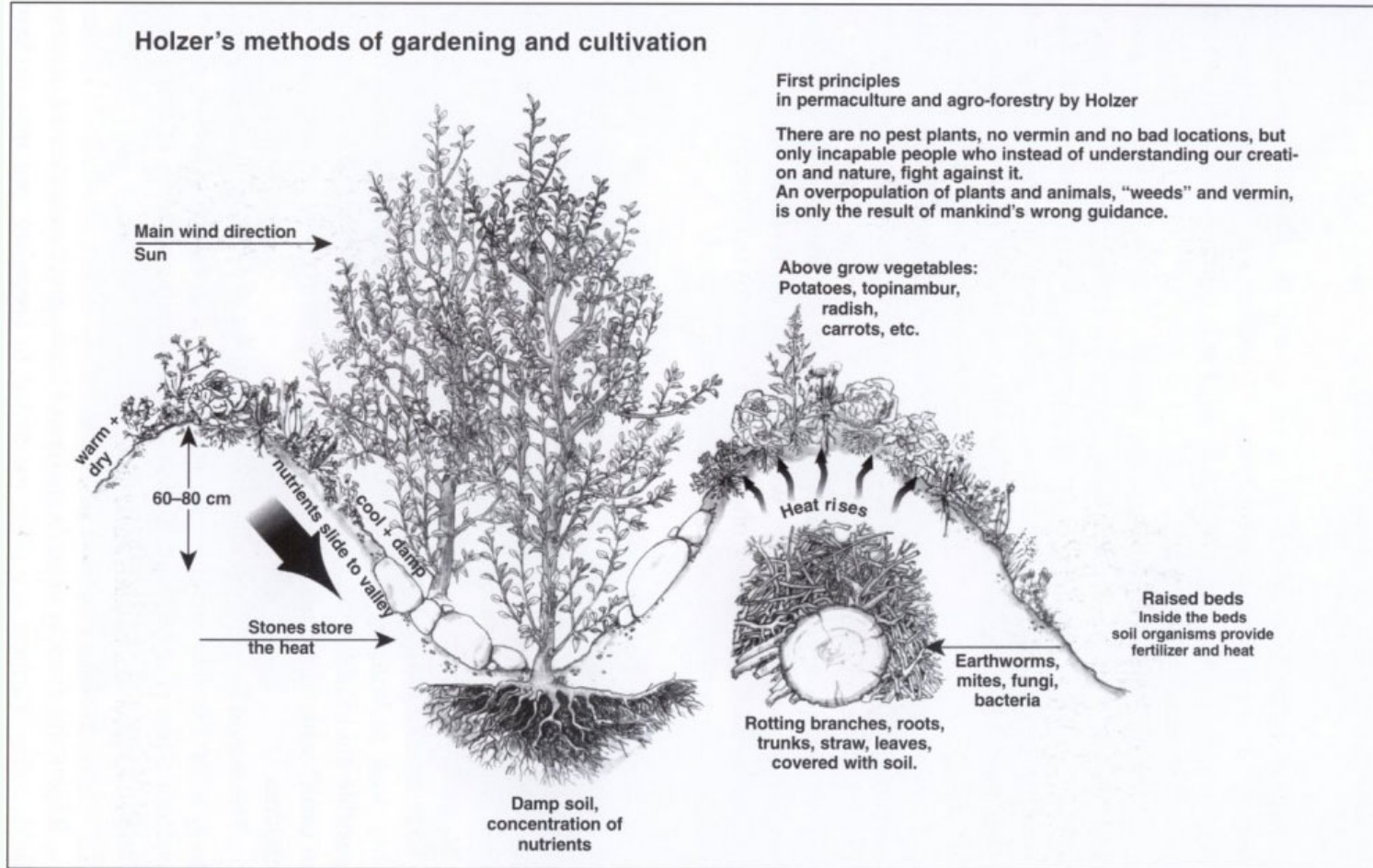
Swales em Áreas Urbanas



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



Buracos

Swales normalmente têm grandes extensões e são feitos conforme a curva natural da terra. Outra opção é fazer buracos pequenos onde a água da chuva possa acumular e infiltrar no solo. Esse é o segredo de vários programas de recuperação de terras e ações contra desertificação. Nos Estados Unidos, existem máquinas motorizadas especificamente para fazer esse trabalho.



Lutando contra desertificação com Zai (buracos) em Burkino Fasa





Bacias de Infiltração

Barreiras podem ser construídas para forçar a coleta da água da chuva e sua infiltração. Estas barreiras podem ser pequenas ou grandes...normalmente são construídas com terra mesmo.



Nota a seqüência de barreiras triangulares à direita - processo usado na China para combater a desertificação. Cada triângulo acumula a água necessária para uma árvore





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.

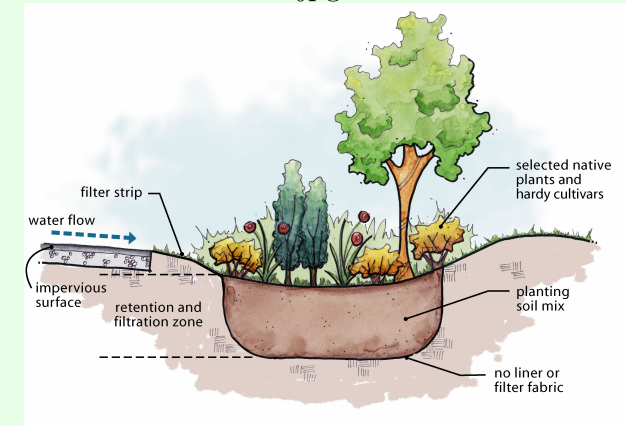
Esta estratégia pode ser integrada no planejamento pedagógico da escola ligada à disciplinas que trabalhem o tema de recursos hídricos. Também pode ser usada como o resultado da apresentação de um curso de Permacultura, uma visita e consulta técnica ou uma oficina participativa orientada especificamente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

¹ <http://msayla.com/permaculture-design-course-day-6-water-earthworks/>
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 

2



Keyline - Linha Chave

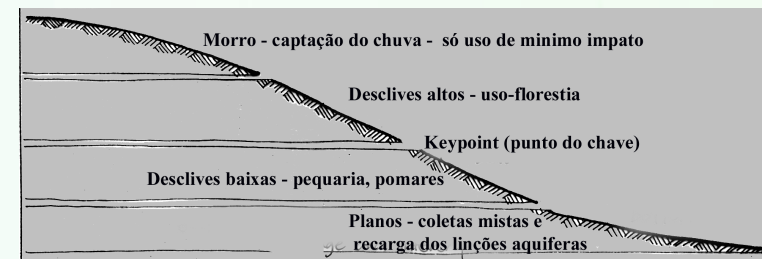
Keyline (traduzimos literalmente como Linha-chave....mas isso não explica muito!) é um método de manejo da água em grande escala (fazendo), sendo bem eficiente e com uso de poucos recursos.

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).

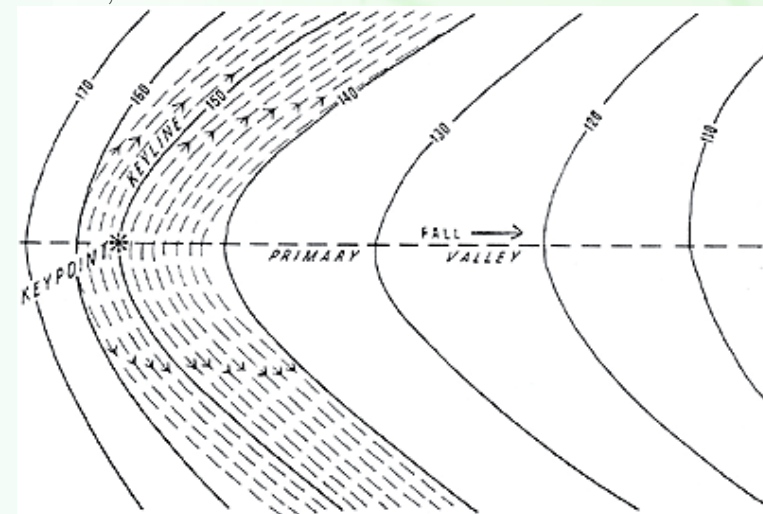
Keyline, na prática consta de uma série de açúdes construídos de forma integrada e com sistemas de válvulas que permitem a liberação da água para áreas específicas. A saída dessas válvulas estão dispostas em diques construídos quase exatamente ao nível, em curvas de níveis (declividade de 1:300). Conforme 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.

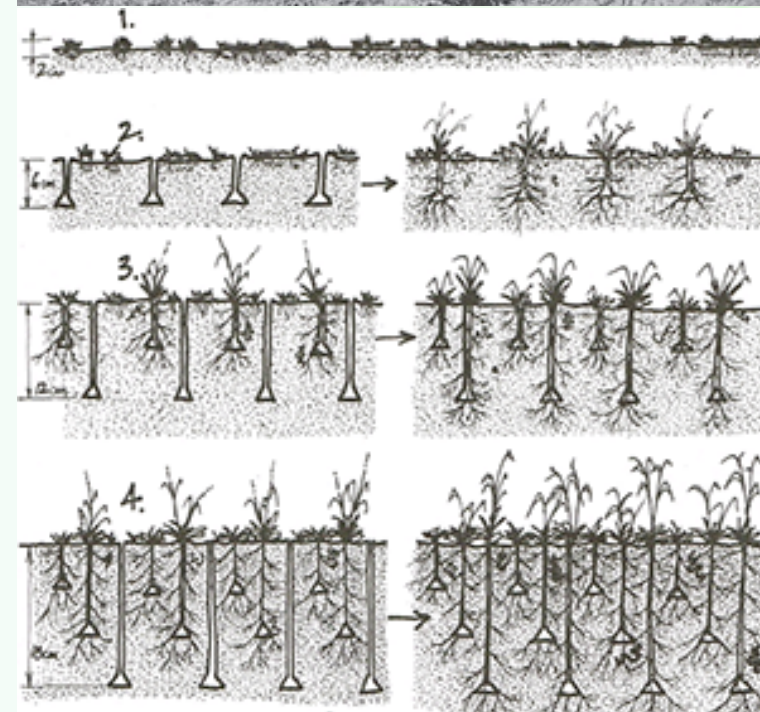
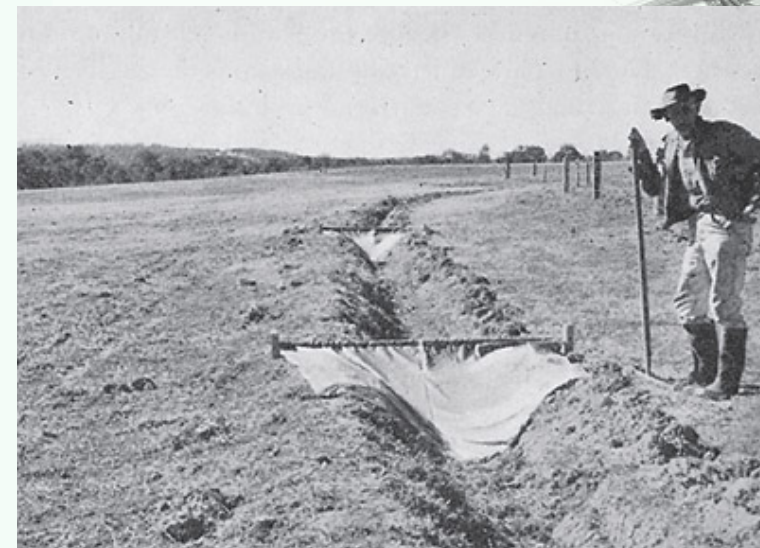


Linhas paralelas à linha-chave existem declividade a partir do vale indo na direção da crista.

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 Keyline, 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

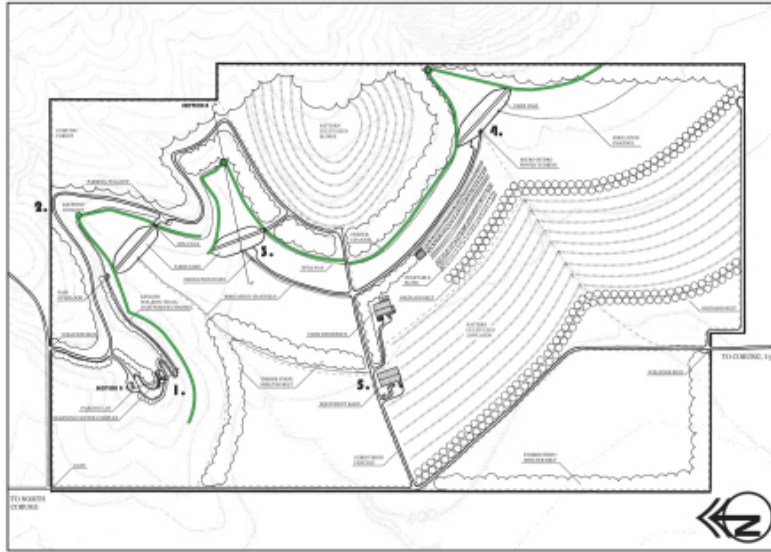
ETHAN RAINWATER
LARCH . UOREGON . HELPHAND
WINTER 2010



CONTEXT

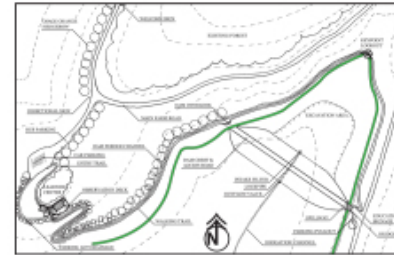


4. HYDROPOWER



SITE PLAN

SCALE: 1" = 300'-0"



PLAN . FIRST DAM AREA

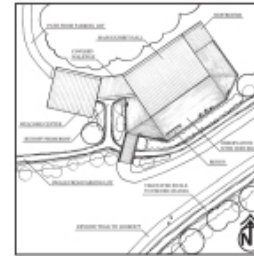
SCALE: 1" = 100'-0"



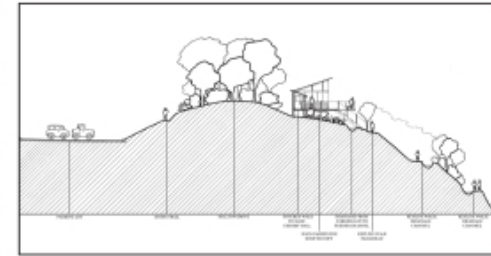
SCALE: 1" = 10'-0"



2. KEYPOINT LOOKOUT



SCALE: 1" = 10'-0"

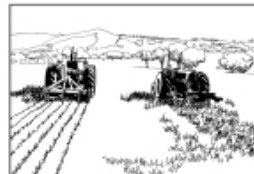


SECTION A . LEARNING CENTER COMPLEX

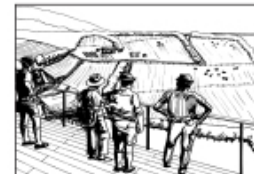
SCALE: 1" = 30'-0"



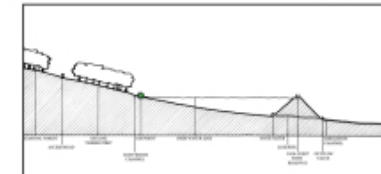
5. IRRIGATION



5. EQUIPMENT



1. LEARNING CENTER



SECTION B . SECOND DAM

SCALE: 1" = 100'-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

²<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.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 África³

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:

³<http://upgraders.org/2015/04/30/the-man-who-stopped-the-desert/>,<http://www.rurbanlife.net/yacouba-sawadogo-the-man-who-stopped-the-desert/>

³ https://en.wikipedia.org/wiki/Yacouba_Sawadogo





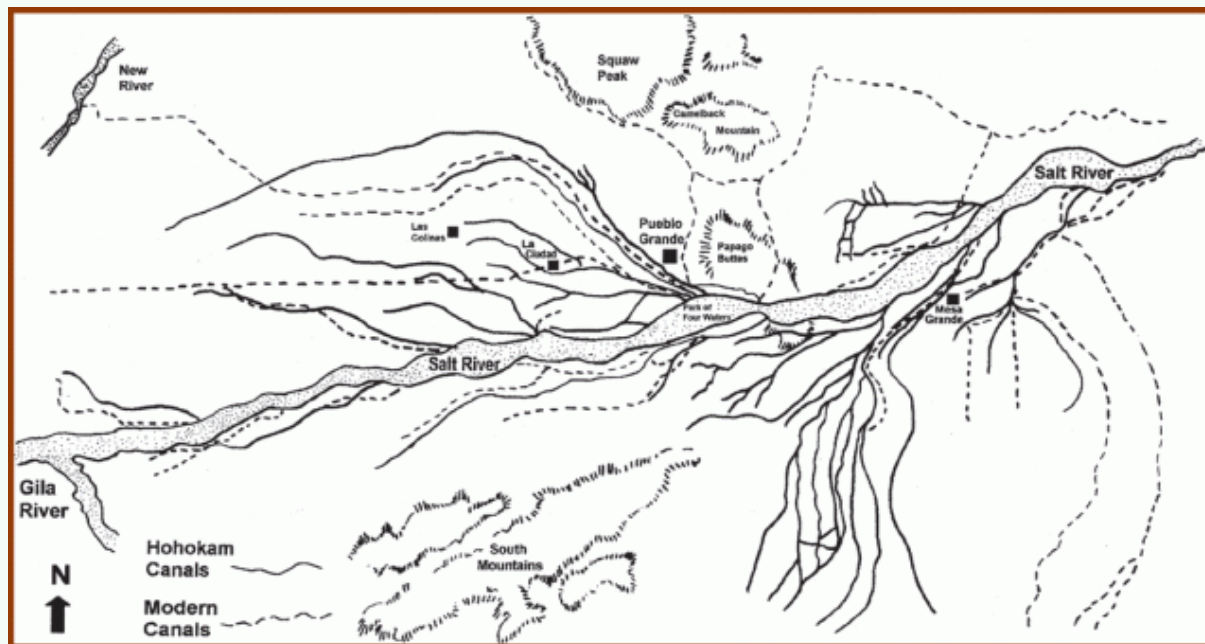
- Coleta de água da Chuva - instalando calhas nos tetos, construindo cisternas de 10.000 litros, feitas com tijolos e impermeabilizadas com mucilagem de "nopal-baba de palma de cactus (Opuntia sp). E instalando bombas simples manuais, o que evita que as mulheres passem várias horas por dia coletando 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.

³<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 chuva⁴

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

⁴<https://www.archaeologysouthwest.org/2014/09/11/flooding-down-in-arizona/>

⁴ 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

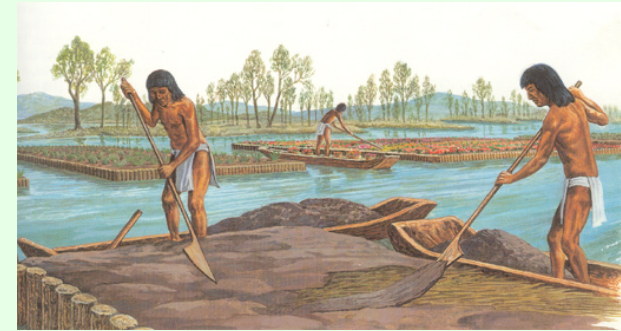


áreas úmidas, peixes e plantas aquáticas. Com esse manejo eles chegaram a se tornar uma sociedade grande e rica.



Tenochitlan, cidade dos Astecas⁵

Construindo as ilhas



⁵<http://profbarbaramafei.blogspot.com.br/2015/08/construindo-chinampas-astecas.html>

⁵<https://historiaprimeiroanoalasalesp.wordpress.com/2015/11/30/chinampas/>



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 Vila⁶

Tarefas

Estudar a escola considerando o aspecto da água verde. Onde será possível coletar água da chuva e infiltrá-la no solo? Onde a escola está evitando a possibilidade de infiltrar água verde? Onde é possível desviar a água cinza, tratá-la e infiltrá-la no solo? Que tipo de tratamento? Estimar as áreas com possibilidade de coleta e o volume da água que pode ser infiltrado?

⁶<http://www.indiawaterportal.org/articles/hiware-bazar-water-balance-sheet-2007-scarcity-surplus>