

Apêndice F-9
Manual para a Construção e Utilização de Modelos de Bacia de Drenagem

Jason Lasuik

Introdução

Histórico

O presente Manual baseia-se, em parte, no “Manual para Construção de Modelo de Bacia de Drenagem” produzido pela Sociedade “Stream Team”¹, grupo canadense sem fins lucrativos, concebido e criado pelo Sr. Angus Stewart, professor e ambientalista que reside e trabalha em Victoria, Canadá. Esse grupo reconhece que “a crescente urbanização vem ameaçando um número cada vez maior de bacias de drenagem locais, fazendo-se, pois, necessária uma abordagem holística para a gestão e conservação das bacias de drenagem”. Reconhecendo este fato, o grupo Stream Team promove o conceito de que as bacias de drenagem são sistemas naturais diversos e complexos (e que) a experiência direta em projetos de *habitats* permite aos estudantes desenvolverem sua própria ética em relação a bacias de drenagem. Os membros do Stream Team atuam como voluntários, educando, informando e empreendendo ações apropriadas para a proteção e recuperação de *habitats* aquáticos locais, além de apoiarem os esforços de organizações voltadas para gestão ambiental baseada na comunidade. Também se dedicam ao aperfeiçoamento de seus conhecimentos e habilidades como “Streamkeepers” (“guardiões de cursos d’água”). (trecho extraído do “Watershed Model Construction Manual: A Step by Step Guide”).

Esse programa evoluiu, passando a incluir a construção de modelos tridimensionais de micro-bacias locais, para utilização pelos educadores como instrumento integrado, do tipo “aprender fazendo”, visando a assimilação de conceitos relacionados com bacias de drenagem. Além disso, o programa contribuiu para a formação de muitas parcerias significativas com outros educadores comunitários, as quais, por sua vez, levaram ao trabalho com professores, auxiliando-os no desenvolvimento de programas integrados que permitissem aos jovens contribuir para uma maior conscientização da comunidade sobre questões ambientais locais. Foi nessa condição, como Coordenador Ambiental para a Burnside-Gorge Community Association, que o Sr. Jason Lasuik se envolveu no trabalho de promover a participação de estudantes nas fases finais de construção de modelos de bacias de drenagem e

¹ O Stream Team é um grupo de estudantes secundários e pós-secundários responsáveis e treinados, que promovem a gestão e conscientização sobre bacias de drenagem locais. Os membros da equipe são “Streamkeepers” (“Guardiões de Cursos D’água”) certificados pelo “Fisheries and Oceans Canada Program”.

na promoção do que chamaremos de “Agentes Ativos de Mudanças”², no contexto da sala de aula. Esses jovens embaixadores contribuem para a formação de vínculos significativos entre o aprendizado em sala de aula e o envolvimento ativo da comunidade em questões ambientais importantes.

O mesmo desejo de criar mudanças positivas que conduzam a um ambiente mais saudável foi fortemente manifestado, durante a viagem de reconhecimento feita por uma equipe do WFT com o objetivo de desenvolver uma estratégia para o componente de educação ambiental do Projeto *Peixes, Pessoas e Água* (vide Carolsfeld e Johnsen 2006). Uma das principais recomendações que surgiram foi a de se utilizar modelos de micro-bacias locais como instrumento focal para o engajamento das comunidades e maior conscientização sobre a saúde das bacias de drenagem locais, servindo tais modelos, ao mesmo tempo, como “trampolim” para o desenvolvimento de iniciativas ambientais na área do projeto. Foi nesse contexto que o Sr. Jason Lasuik foi contratado para trabalhar com as comunidades de Três Marias e Beira Rio na construção de um modelo de bacia de drenagem para o Córrego Barreiro Grande.

Pela primeira vez, a proposta era desenvolver esse trabalho com a participação e comprometimento plenos e de longo prazo de membros da comunidade, desde os estágios de planejamento e construção, até o desenvolvimento de apresentações públicas nas quais o modelo é utilizado como instrumento interativo para maior conscientização da comunidade sobre questões ambientais locais. Dessa forma, esperávamos que os modelos se tornassem um instrumento de aprendizado ainda mais poderoso e que, através deles, houvesse um engajamento ainda maior da comunidade local na criação de iniciativas visando solucionar, de maneira sustentável, problemas ambientais locais.

Objetivo do presente Manual

O objetivo do presente manual é fornecer a qualquer comunidade, no Brasil ou em qualquer outra parte do mundo, as ferramentas necessárias para o desenvolvimento, pela própria comunidade, de experiências educacionais participativas que utilizem, como instrumento focal, um modelo de bacia de drenagem.

Esta primeira edição do manual baseia-se na experiência brasileiro-canadense no Brasil. A proposta é que o manual seja uma obra em aberto, que evolua continuamente, à medida que novos participantes vão surgindo e suas experiências sejam incorporadas ao mesmo. Esperamos que, com o tempo, alguns dos conceitos e lições aprendidos com a experiência brasileira venham a contribuir para a contínua evolução de programas canadenses e de outros países, envolvendo educação sobre bacias de drenagem.

² Pessoa que esteja ativamente envolvida em atividades comunitárias que promovam maior consciência ambiental e a melhoria da saúde do meio ambiente local e/ou global.

O manual aborda tanto aspectos da construção do modelo, como diretrizes visando auxiliar novos participantes a utilizá-lo de maneira eficaz em suas comunidades, incluindo:

1. um guia descrevendo, etapa por etapa, o processo de construção de um modelo de bacia de drenagem aplicável a qualquer micro-bacia, independente de sua localização;
2. informações básicas visando uma melhor compreensão de uma bacia de drenagem, os processos hidrológicos que ocorrem na mesma e os efeitos que as atividades da comunidade (e mesmo as atividades domésticas) podem exercer sobre a bacia;
3. diretrizes destinadas a auxiliar os professores e educadores da comunidade a utilizar o modelo como ferramenta focal para programas de educação ambiental adaptados às necessidades da comunidade; e
4. uma estrutura destinada a apoiar uma rede ativa de educadores ambientais, dentro das comunidades e entre elas.

O Desafio

Criar o impulso para promover mudanças de atitude que conduzam a um ambiente mais saudável é um processo difícil e de evolução lenta, até que seja atingido um nível de auto-sustentação. O sucesso depende tanto da disponibilidade de ferramentas ou materiais apropriados, como de um elemento de envolvimento humano, ambos os quais, para serem eficazes, devem moldar-se a diferentes sistemas de crenças e estilos de aprendizado. Contudo, o objetivo principal é sempre o de criar interesse pelo meio ambiente, desenvolver ferramentas que ofereçam oportunidades para experiências de educação ambiental, dentro da comunidade, e promover maior consciência ambiental entre todos os participantes.

Quando esses objetivos são atingidos, põe-se em movimento um veículo para a formação de uma equipe de “Agentes Ativos de Mudanças”², abrindo-se caminho para mudanças positivas e de longo prazo na maneira como as comunidades interagem umas com as outras e com seu meio ambiente. O modelo de bacia de drenagem e o método participativo de sua construção e apresentação provaram ser uma ferramenta capaz de atender a tais objetivos, uma vez que fornecem oportunidades ricas e significativas para que as comunidades reconheçam e busquem soluções para seus problemas ambientais específicos, dentro do contexto tanto de sua realidade sócio-econômica, como de questões ambientais globais.

Além disso, fornecem diretrizes e idéias para o engajamento dos moradores locais em todas as fases de planejamento, construção e utilização do modelo de

² Pessoa que esteja ativamente envolvida em atividades comunitárias que promovam maior consciência ambiental e a melhoria da saúde do meio ambiente local e/ou global.

bacia de drenagem como ferramenta focal capaz de garantir que essas experiências sejam significativas e conduzam a um comprometimento ativo e de longo prazo. O modelo faz mais do que simplesmente melhorar o conhecimento e a compreensão das questões. Ele demonstra o significativo impacto cumulativo que ações individuais podem exercer sobre a saúde global de uma bacia de drenagem, fornecendo, ainda, um mecanismo para a formação de equipes locais de agentes auto-dirigidos e Agentes Ativos de Mudanças. São esses os participantes-chaves que conduzirão o modelo a novos níveis e desenvolverão suas próprias apresentações e atividades, visando o engajamento de sua comunidade e a promoção de mudanças significativas.

Informações Gerais

O que é uma Bacia de Drenagem

Todos nós vivemos dentro de bacias de drenagem. Uma bacia de drenagem é definida por montanhas que determinam a rota de escoamento da água. O modelo de bacia de drenagem reproduz a bacia de drenagem da sua comunidade. O modelo em três dimensões representa a topografia local, a vegetação, os elementos hídricos, os marcos urbanos e os problemas de poluição associados. Seguindo a rota que a água percorre até atingir um ambiente receptor, o modelo pode incluir lagos, córregos, terras alagadiças, estuários ou braços de mar.

Como ferramenta interativa do tipo “despeje e brinque”, cria-se um clima de divertimento, quando a água é introduzida no modelo e se mistura com “agentes poluidores” representativos. Os estudantes aprendem de que modo eles contribuem para os problemas de qualidade da água e de que modo podem ser parte da solução. O modelo promove a exploração e observações sobre a interação entre meio ambiente e seres humanos. Isto inclui, essencialmente, as características geográficas, biológicas e hidrológicas básicas de sua região. Quando a chuva é simulada e a água é introduzida no modelo, ela escoará das terras altas para as terras baixas. À medida que vai percorrendo o modelo, ela absorve a poluição representativa e muda de cor, criando uma experiência de aprendizado visual. As apresentações e discussões dos problemas e soluções, num clima de divertimento, propiciam um melhor conhecimento e compreensão do meio-ambiente.

O processo de construção de um modelo de bacia de drenagem pode dar aos estudantes e aos professores oportunidades para participarem diretamente de projetos locais de recuperação e proteção e para apoiarem esforços de proteção ambiental em escolas e nos terrenos das escolas.

Como utilizar o Manual

O objetivo do presente manual é servir de guia para a construção e apresentação de uma bacia de drenagem na área em que você reside. A construção de um modelo é uma ótima maneira de fazer que os estudantes entrem em contato com sua região local. Uma vez concluída a construção, os estudantes envolvidos no processo tornam-se candidatos naturais para fazerem as apresentações!

Este manual o conduzirá através das etapas de construção de seu próprio modelo de bacia de drenagem e de criação de uma experiência de aprendizado significativa. Esta envolve investigações de campo, pesquisa em sala de aula e ações, pelos alunos, visando reduzir a poluição, melhorar a qualidade da água e compreender os elementos que constituem uma bacia de drenagem. Os passos essenciais incluem planejamento, construção e implementação, com apresentações. Cada etapa dá suporte à etapa seguinte e envolve a participação dos alunos e da comunidade. Não se espera que os professores saibam tudo, sendo os mesmos encorajados a trabalhar com os alunos, durante cada etapa, na discussão e solução de problemas.

Planejamento

Alguns conhecimentos e familiaridade com sua região serão úteis para o planejamento do modelo de bacia de drenagem. Há algumas etapas essenciais que auxiliarão grandemente no processo de construção.

1. Identifique a área local adequada para o modelo.

A área a ser representada pelo modelo deve conter um corpo d'água, ou seja, lagos, córregos, terras alagadiças, estuários ou braços de mar locais. Duas perguntas a serem feitas são:

- Qual é o principal corpo d'água no qual o rio ou córrego local deságua?
- Existem problemas óbvios de poluição que possam ser facilmente identificados pelos alunos ou membros da comunidade?

O melhor é identificar as opções que estejam ao seu alcance. Você pode optar por fazer um modelo baseado numa área menor (micro-escala) ou maior (macro-escala). Um modelo em micro-escala pode enfatizar um, dois ou três cursos d'água e o meio-ambiente circundante. Um modelo em macro-escala abrange uma área maior, que pode incluir vários cursos d'água que deságüem num corpo d'água maior. Um modelo em micro-escala pode ser mais "pessoal", enquanto que o modelo em macro-escala é uma representação mais abrangente da área. O melhor é identificar as opções ao

seu alcance. Ter opções permitirá a você estar melhor preparado para certas restrições em termos dos recursos disponíveis.

2. Identifique as características da bacia de drenagem

Há várias características da bacia de drenagem, naturais ou urbanas, que são particularmente valiosas, do ponto de vista ecológico, econômico ou social, e que conferem identidade à bacia de drenagem. Entre elas, incluem-se elementos da paisagem que simbolizem a bacia de drenagem, tais como florestas ou uma mistura de terras agrícolas e áreas urbanizadas. Inicialmente, você não deve se preocupar em focar todas as características, uma vez que este é um processo do tipo “aprender fazendo”, ou seja, muitos elementos irão se revelando durante a construção do modelo e durante as atividades correlatas, realizadas com os alunos. É útil fazer uma breve visita à área da bacia de drenagem, para observação da topografia local.

3. Pesquise o nível de apoio

Busque outras pessoas que possam estar interessadas e faça uma lista daquelas que poderiam lhe dar apoio, fornecendo materiais e recursos. A sua turma pode assumir a liderança do processo de construção, podendo este se tornar um ponto focal para muitas atividades em sala de aula. Recomenda-se que você informe à diretoria da escola sobre o projeto, para que ela possa criar um ambiente de parceria e entusiasmo. Você pode ainda apresentar a idéia em reuniões comunitárias e dos professores da escola. Para tornar mais rica a experiência, muitos participantes importantes poderão ser incluídos, entre os quais:

- Os pais dos alunos ou os responsáveis e os membros da família

Você pode recrutar voluntários e encorajar os pais dos alunos a participarem. Lembre-se que a proposta deste programa é realizar uma série de atividades relacionadas com a saúde do meio-ambiente da comunidade, e não meramente confeccionar um modelo. Se houver resistência por parte de algumas pessoas, escute-as com atenção. Você pode não ter todas as respostas, mas mostre-se disposto a levar em conta as perguntas e preocupações das pessoas.

- Alunos

Peça idéias e sugestões a grupos de alunos, tais como grupos voltados para o meio-ambiente e representantes de classe. Esta pode ser uma boa oportunidade para se iniciar um “clube do meio-ambiente”, se este não existir ainda! Inclua os alunos nas atividades de planejamento, para que eles se sintam “empoderados” por suas decisões e se “apropriem” do

projeto. Para despertar um interesse mais amplo e maior motivação da escola como um todo, promova o modelo de bacia de drenagem como um projeto divertido e desafiador, e busque oportunidades para que os alunos possam observar atividades que melhorem a saúde do curso d'água.

- Professores

Os professores da escola deverão ser ativamente incluídos nas decisões de planejamento e mantidos informados. Você pode propor que duas ou mais turmas se unam para a construção do modelo de bacia de drenagem. O apoio dos professores é importante, uma vez que eles representam um vínculo direto com os alunos, podendo ser aliados importantes na tarefa de informar os alunos e pais a respeito do programa. As crianças admiram e se espelham nos professores, e estes influenciam as atitudes e comportamentos das crianças, através de atividades educacionais e discussão, em sala de aula, dos problemas relacionados com a bacia de drenagem.

- Comunidade em torno da Escola

Uma comunidade responsável e interessada, vizinha à escola, é importante para melhorar a saúde do bairro e enriquecer a experiência de aprendizado. Para conseguir o apoio da comunidade, informe as pessoas sobre as possíveis experiências educacionais a serem realizadas e de que forma a construção de um modelo de bacia de drenagem irá representar a comunidade. As associações de bairro podem ser um recurso valioso, fornecendo voluntários, materiais e espaço.

- Funcionários e Órgãos do Governo Municipal

Os vereadores da cidade podem se interessar por seus esforços e passar a defendê-los, ajudando você a ter acesso a órgãos municipais que o apoiarão com o planejamento, materiais e transporte. Eles podem auxiliar bastante, fornecendo mapas ampliados ou as verbas necessárias.

- Empresas Locais ou do Estado

Não raro, muitas empresas estabelecidas na comunidade mostram-se dispostas a apoiar atividades que, reconhecidamente, visem melhorar o meio-ambiente. Vale sempre a pena procurar empresas que possam fornecer mapas, transporte ou materiais. Por vezes, tudo é uma questão de informar essas empresas sobre a experiência educacional proposta.

4. Reúna vários mapas da área.

Quanto maior o número de mapas, melhor informado você estará. Há vários tipos de mapas produzidos para a sua região, incluindo mapas rodoviários ou de trilhas. Os mapas ostensivamente classificam e sintetizam informações, visando auxiliar na comunicação ou transferência de dados. Nos estágios de planejamento, os mapas serão úteis para uma melhor compreensão das características locais, as quais poderão ser mostradas durante a fase de construção. Fotografias aéreas coloridas são um excelente recurso e, por vezes, podem ser disponibilizadas pela prefeitura ou por indústrias locais.

Para modelar a área circundante, você precisará de um mapa topográfico com curvas de nível. O intervalo entre as curvas é a distância vertical entre curvas de nível sucessivas, sendo esse padrão consistente em todo o mapa. As curvas de nível mostram as mudanças de cota de altitude da região mapeada, descrevendo, assim, o perfil do terreno. Durante a fase de construção do modelo, as curvas de nível irão se converter nos montanhas e vales encontrados em sua região.

Em geral, quanto menor for a escala do mapa, maior será o intervalo entre as curvas de nível e mais detalhadas serão as informações, embora os intervalos entre as curvas de nível possam ser os mesmos para diferentes mapas. Por exemplo, nos mapas na escala 1:50.000, o intervalo entre as curvas de nível é, em geral, de 20 metros. Ter em mãos vários mapas com intervalos diferentes entre as curvas de nível será útil para auxiliá-lo a decidir qual o melhor intervalo para o seu modelo. O mapa que você efetivamente usará deverá ser claro e fácil de interpretar e mostrar os elementos hídricos, os usos do solo e as principais estradas.

5. Determine a mudança de cota de altitude

No mapa topográfico, identifique a mudança de cota de altitude. Localize os pontos de maior altitude e a diferença de altura entre o curso d'água e o topo da montanha. O ideal é que os pontos mais elevados fiquem na periferia do modelo, para que a água não se acumule ao longo das bordas. Uma vez localizado, o ponto elevado indicará os limites do modelo da bacia de drenagem e o auxiliará a determinar qual a área possível de ser modelada e qual a escala mais viável para o modelo (micro ou macro).

6. Escolha o intervalo entre as curvas de nível.

A área que o modelo irá representar será a que for mais razoável, em função da variação de altitude do terreno. Você poderá utilizar vários intervalos entre as curvas de nível, ou seja, 10 m, 20 m, 50 m ou 100 m.

Embora deva reproduzir o perfil do terreno, o modelo de bacia de drenagem não tem necessariamente que ser exato. Em geral, quanto maior for o ganho em altitude, dentro da bacia de drenagem, maiores serão as distâncias entre as curvas de nível. Recomenda-se que quatro intervalos entre curvas de nível, no mínimo, sejam representados no modelo. Este número poderá variar, dependendo da topografia do terreno. Alguns pontos importantes a considerar são:

- Ao decidir sobre a distância entre as curvas de nível, você deverá considerar que, quanto mais distâncias você utilizar, maior trabalho terão os alunos para construir as camadas que formarão as montanhas.
- A espessura das camadas de isopor deverá ser compatível com a escala das curvas de nível. Por exemplo, uma camada de isopor com 1 cm de espessura pode ser igual a um intervalo de 20 m, 40 m ou 50 m entre as curvas de nível. Esse padrão deverá ser mantido em todo o modelo, de modo a permitir uma representação fiel da topografia da área.
- A curva de nível irá determinar, também, a espessura do isopor. Esta, por sua vez, determinará a altura das laterais de madeira a serem instaladas no modelo e afetará o peso total do modelo. Em geral, deve-se tentar manter uma espessura inferior a 8 cm.

7. Decida qual será o tamanho do modelo

O tamanho do modelo dependerá da utilização a que se destina e da possibilidade de se ampliar ou obter mapas que correspondam ao tamanho real do modelo. Há que se considerar, de um lado, a facilidade de transporte e, de outro, quantos alunos o modelo comportará ao seu redor.

8. Consiga espaço apropriado

Os seus alunos irão precisar de um espaço adequado no qual possam trabalhar. Por vezes, o espaço pode ficar um tanto “bagunçado”, ao se lidar com tinta e pequenos pedaços de isopor. O local de trabalho deverá ser coberto e protegido da chuva e de lufadas de vento que possam espalhar partículas. Será necessário, ainda, acesso a uma tomada de eletricidade, numa sala bem ventilada.

9. Produza os mapas

- Poderá haver órgãos ou empresas que disponham de uma plotadora (impressora grande) que possa produzir os mapas de curvas de nível para você. Este é um excelente recurso, pois permite a você receber um mapa adaptado às suas necessidades e contendo somente as

informações de que você precisa. Esse trabalho é geralmente feito por um técnico em Sistemas de Informação Geográfica, cujos serviços podem, talvez, ser obtidos através de funcionários e órgãos da prefeitura e do governo, ou através de empresas locais ou estaduais. Se este for o caso, solicite elementos proeminentes em sua região, tais como elementos hídricos, estradas principais, parques e usos do solo. Dependendo do tamanho do modelo e da impressora, os mapas podem estar divididos em várias partes, as quais terão de ser emendadas com fita.

- Não havendo disponibilidade desses recursos, você mesmo pode ampliar o mapa topográfico, utilizando uma fotocopadora ou um serviço de fotocópias. Recomenda-se que a escala do modelo de bacia de drenagem varie entre 1:10.000 e 1:20.000. Este valor de escala permite uma boa representação da topografia local, dos cursos d'água e dos marcos de terreno tridimensionais. Se a escala do seu mapa for de 1:50.000, você deverá ampliar a área da bacia de drenagem, de modo que ela fique 5 vezes maior (50.000/10.000). Isto é levado em consideração juntamente com a escala do mapa, tamanho do modelo de bacia e área da bacia de drenagem a ser modelada (micro ou macro).
 - Ao ampliar o mapa através de fotocópia, inclua uma pequena área, fora dos limites da bacia de drenagem. Isto garantirá uma certa margem extra.
 - As várias partes obtidas (fotocópia ampliada) serão emendadas com fita, de modo a formarem o mapa de trabalho, com curvas de nível prontas para serem traçadas.

A. Construção

Materiais

folha de compensado de 6 mm
peças de madeira de 2cm x 5cm (4 de 185 cm, 4 de 125 cm ou 9 de 43 cm)
Cola de madeira
Pregos
Parafusos
Folha de alumínio

Ferramentas

Serrote
Serra tico-tico, Serra Circular ou Serra de Mesa
Martelo
Chave de fendas
Cola de Madeira
Fita métrica
Lápis

1. Base

A primeira etapa da confecção de um modelo de bacia de drenagem é construir um quadro ou base. Esta deve ser simples, leve e resistente, de modo a facilitar o transporte e instalação. A base consiste de um pedaço de compensado fixado a um quadro reforçado com peças de madeira. O tamanho do quadro irá variar de acordo com o tamanho do modelo de bacia de drenagem. A medida fornecida é para um modelo com 183 cm de comprimento x 122 cm de largura (6 pés x 4 pés).

A base consiste de uma folha de compensado de 6mm de espessura, fixada sobre peças de madeira de 2cm x 5 cm, cortadas nas medidas apropriadas, de acordo com as dimensões do modelo.

Compensado

O primeiro passo é medir e cortar o compensado de acordo com o tamanho do modelo.

- Na folha de compensado, meça o comprimento de 183 cm e marque a distância em cada borda e no meio da folha.

- Usando uma régua, una as marcas, traçando uma linha ao longo da largura da folha de compensado, para indicar o comprimento desejado.
- Faça o mesmo para a largura, medindo 123 cm e marcando a largura com uma linha reta ao longo da largura da folha de compensado.

Utilizando um serrote ou uma serra, corte ao longo das linhas marcadas, de modo a obter uma folha de compensado com 183 cm de comprimento x 122 cm de largura.

Reforços

- a) Para reforçar o quadro, compre peças de 2cm x 5cm, já cortadas e aplainadas. O comprimento das peças deverá ser ligeiramente maior do que a medida desejada, para o caso de possíveis erros no cálculo do comprimento desejado, devido ao empenamento da madeira. Havendo essa possibilidade, compre quatro (4) peças com 185 cm e cinco (5) peças com 125 cm de comprimento.
 - Corte cada peça de acordo com a largura do modelo. Coloque duas peças de 125 cm, uma em cada extremidade do compensado, ao longo da largura do mesmo.
 - Coloque as duas peças com o lado de 2cm voltado para cima e alinhe-as com o compensado, de modo a ficarem rentes à borda do mesmo. Utilizando um esquadro, confira se cada extremidade está cortada em ângulo reto.
- b) As quatro peças de 185 cm serão cortadas de modo a ficarem contidas entre as duas peças das extremidades, ou seja, $183 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 181 \text{ cm}$. Para o caso de o compensado estar ligeiramente empenado, corte essas peças com um comprimento ligeiramente maior, e, num segundo corte, ajuste o comprimento, de modo a obter um encaixe perfeito.
 - Alinhe 2 peças de 183 cm ao longo da borda livre do compensado, de modo a formarem um quadro ao redor do mesmo. Em cada extremidade do modelo, marque um ângulo reto em um dos cantos, trace uma linha para indicar o comprimento excedente e corte fora o excesso.
 - Cole os cantos e bata um prego em cada canto do quadro, num ponto que deixe espaço suficiente para a inserção de um parafuso na madeira, para melhor fixação.
 - Corte as outras duas peças de 183 cm de modo a obter um encaixe justo ao longo do comprimento do modelo. Lembre-se que o compensado pode estar ligeiramente empenado, portanto, as medidas podem não ser exatas (aproximadamente 181 cm).

- Instale estas duas peças dentro do quadro, no sentido do comprimento do modelo, a uma distância de 40 cm ($122\text{cm}/3 = 40,6\text{cm} - 0,5\text{cm} = \sim 40\text{cm}$) de cada canto.
 - Fixe estas peças com pregos, abra pré-furos e instale 8 parafusos para melhor fixação.
- c) Em seguida, utilize o restante da madeira para reforçar as peças dispostas no sentido do comprimento do modelo. Corte as três peças com um comprimento de aproximadamente 40cm, de modo a obter um encaixe justo entre as duas peças do meio. Lembre-se que a madeira pode estar ligeiramente empenada e, para assegurar um bom encaixe, corte as peças de reforço com um comprimento ligeiramente maior e depois tire o excesso.
- As três peças a serem instaladas no centro das duas peças de 181cm deverão ficar espaçadas cerca de 45cm, para permitir um reforço adequado.
 - Aplique cola nas extremidades das peças e fixe-as com parafusos.
 - Os seis outros reforços (entre as bordas do quadro e cada uma das peças do centro), com aproximadamente 40 cm (a medida pode variar ligeiramente, ao assentar-se as peças), deverão ser ligeiramente deslocados, permitindo espaço você instalar os parafusos, sem ralar os dedos.
 - Em seguida, aplique cola nas extremidades e fixe com parafusos.
 - Aplicando o quadro sobre a folha de compensado, certifique-se de que o mesmo esteja com o esquadro correto e rente em três lados.
 - Trace o contorno do quadro no compensado (interno e externo) e marque a linha onde o compensado deverá ser cortado.
 - Corte o compensado com uma serra tico-tico, serra circular ou serra de mesa.
 - Aplique um filete de cola na parte de cima de todas as peças do quadro e, em seguida, posicione o compensado EM CIMA do quadro e centre-o, de modo a ficar rente com o compensando em todos os lados. As linhas que você traçou anteriormente irão indicar onde deverá ser instalado o parafuso que fixará o compensado ao quadro.

- Utilizando uma aparafusadeira sem fio ou uma furadeira com acessório para aparafusar, instale parafusos nos cantos. Não há necessidade de abrir pré-furos para os mesmos. Certifique-se de que as cabeças dos parafusos estejam rentes à superfície do compensado ou ligeiramente rebaixadas.

Folha de Alumínio

Para evitar que a água infiltre, atingindo a madeira e causando um possível apodrecimento da mesma, acrescente uma proteção (folha de alumínio) no local onde a água irá escoar para fora do modelo.

- Coloque o mapa sobre o modelo e determine a área na qual a água irá escoar para fora do modelo. Sobre essa área, instale uma folha de alumínio de 31 cm, no mínimo.
- Aplique cola e fixe a folha de alumínio na superfície do compensado. A folha de alumínio deverá recobrir a borda inferior do quadro, dobrando-se por debaixo da mesma. Aparafuse pela parte de baixo.

2. Base de Isopor

Materials

Três (3) folhas de isopor, 2m x 1m x 15mm de espessura

Três (3) folhas de isopor, 2m x 1m x 30mm de espessura

1 kg de cola Cascorez extra.

Estilete

Vários pesos que ajudem a distribuir o peso, sem danificar o isopor.

Ferramentas

Cola de construção

Espátula grande

- Deposite a base no chão e aplique 500 g de cola no compensado.
- Espalhe imediatamente a cola, utilizando uma espátula ou ferramenta metálica semelhante. É especialmente importante cobrir toda a superfície da folha de alumínio e certificar-se de que a cola cubra toda a borda, em cada lado do modelo.
- Aplique 3 folhas de isopor de 15mm sobre o compensado coberto de cola. Centre as 3 peças e aplique cola ao longo das bordas a serem fixadas.

- Com um estilete, corte o excesso.
- Deposite o modelo de cabeça para baixo, sobre um piso limpo e nivelado.
- Coloque o máximo possível de pesos sobre a base, distribuindo-os uniformemente sobre as várias partes da mesma. Blocos de *cinder* funcionam bem. Mantenha os pesos por 24 horas, no mínimo.

Dia Seguinte

- Onde necessário, preencha as juntas do isopor e deixe secar por várias horas.
- Repita o processo, colocando as 3 folhas de isopor de 30 mm sobre as folhas de 15 mm.

As duas camadas de isopor funcionam como base. Você não irá escavar as folhas inferiores, de 15 mm. Nas folhas de 30 mm é que você provavelmente escavará o curso d'água. Dependendo da profundidade desejada para o curso d'água (pense em como a água irá fluir), você poderá acrescentar mais uma camada de isopor, colando-a sobre as demais.

B. Crie a Topografia e os Elementos Hídricos

Materiais

Mapa de curvas de nível na escala apropriada para o modelo

Cola

Tubo de plástico

Gesso

Ferramentas

Lápis

Estilete

Lixa (nºs 100 e 280)

Lima de lanterneiro

Lixadeira de Palma

Utilizando as variações de altitude e intervalos entre as curvas de nível escolhidos nas etapas 5 e 6 da fase de planejamento, você já pode começar a traçar as curvas de nível na camada de base.

- Coloque o mapa sobre a superfície de isopor. Alinhe o curso d'água (área de drenagem) com a folha de alumínio ou plástico. Utilizando alfinetes, fixe-

o nessa posição e marque os cantos no mapa e na camada de base, para auxiliar no posicionamento das curvas de nível subseqüentes.

- Furando o mapa com um lápis de ponta fina, faça pontos no isopor, seguindo as margens, para indicar o corpo d'água, os córregos e primeiras curvas de nível. Retire o mapa e, com um lápis, ligue os pontos para indicar onde deverá ser colocada a próxima peça de isopor.
- Firme o mapa topográfico sobre um pedaço de isopor. Se o seu intervalo entre as curvas de nível for basicamente uma área grande, que cubra uma grande superfície do modelo da bacia de drenagem, será necessário unir, com fita, um número suficiente de pedaços de isopor para reproduzir todo o relevo.
- Furando o mapa com a ponta de um lápis, marque a borda externa das curvas de nível 1 e 2. A curva 2 servirá para orientar a localização da curva de nível subseqüente. Retire o mapa e ligue os pontos.

Utilizando uma lima, uma lixa ou um estilete, crie um talude entre o nível inferior (curva de nível 1) e o nível 2.

- Para criar um talude adequado na borda do isopor, desbaste-o com uma lima de lanterneiro ou faca, dando-lhe o ângulo que melhor represente o talude.
- Utilize, como guia, as curvas de nível subseqüentes, traçadas no isopor, e deixe esta área plana, para permitir o posicionamento da próxima curva de nível. Em seguida, lixe toda a borda com a lixa 100 e, em seguida, com a lixa 280, para criar um talude gradual e liso.
- Coloque o isopor sobre a camada de base e alinhe-o com as curvas de nível traçadas na camada de base. O isopor deverá projetar-se cerca de 2 cm para além da borda. Retire, com cuidado, qualquer excesso de isopor.
- Proceda da mesma forma para as demais curvas de nível que você escolheu na fase de planejamento, até concluir a construção de todo o relevo.

Dica: À medida que for criando os pontos altos e baixos, imagine sempre a água fluindo pela superfície e certifique-se de ela irá fluir para onde deve! Evite criar poços onde a água possa ficar aprisionada.

Dica: Aplique a lixa levemente e sempre na mesma direção. Durante o lixamento, o isopor pode, às vezes, se quebrar ou soltar pedaços, deixando

uma depressão não desejada. Se isto ocorrer, lixe a superfície, encha com gesso, deixe secar e lixe para remover o excesso e deixar a superfície lisa.

- Depois que todas as peças de altitude tiverem sido cortadas e cuidadosamente lixadas, alinhe-as e cole-as entre si, utilizando adesivo de painel. Não cole ainda as peças na base.

Forme o corpo d'água

Enquanto a cola estiver secando, você pode escavar o corpo d'água na camada superior da base. Com uma lixa, vá rebaixando o isopor até atingir a camada de isopor de 15 mm, na área onde a água irá escoar para fora do modelo. *Lembre-se: a camada subjacente de isopor, de 15 mm, não deverá ser escavada, uma vez que ela é a camada de proteção do compensado.*

- Comece com as margens. Forme o curso d'água com um talude gradual, para permitir que a água flua para o ponto de saída da mesa. Se quiser ser mais criativo, imite cachoeiras ou áreas de fluxo elevadas, variando a profundidade ou largura do curso d'água, em determinados trechos.
- Utilizando uma faca: Escave ao longo das margens e, em seguida, corte e retire seções individuais do isopor, até que todo o curso d'água esteja escavado. Lixe a superfície, para alisá-la.
- Utilizando uma lixadeira de palma: Desbaste uma parte da camada de base, para criar a praia e a área de drenagem.
- Utilizando uma lixadeira rotativa: Ajuste a lixadeira para a profundidade desejada. Comece na borda e vá escavando o isopor, para dar forma ao curso d'água. Concluída a operação, alise a superfície com uma lixa.

Crie os Córregos

Colo a topografia, já com cola, sobre a mesa da bacia de drenagem, de forma a alinhá-la com as curvas de nível traçadas na base. Posicione o mapa sobre a topografia e alinhe os cantos o mais corretamente possível. Trace os córregos seguindo o mesmo método adotado para as curvas de nível. Recomenda-se traçar o leito dos córregos com uma largura um pouco maior do que a escala, para a água fluir melhor.

- Utilizando um estilete, crie uma calha, escavando o leito do rio ou córrego, com cuidado, ao longo das linhas traçadas. Escave a uma profundidade suficiente para permitir um fluxo adequado da água. Não rebaixe demais, logo de início, pois qualquer aumento da profundidade poderá ser feito mais tarde, utilizando uma lixa.

- Nos locais de grande sinuosidade ou com taludes mais inclinados, você pode exagerar o leito do rio, para melhor o fluxo da água.
- Se houver um lago, crie uma ligeira depressão, onde a água possa se acumular, para indicar o lago.

Lixe o leito do rio

Para deixar o leito do rio liso e contínuo, lixe-o em todo o seu comprimento com lixa no. 280.

Dica: Para lixar os leitos de rios e córregos, ou para aumentar a profundidade de um corpo d'água, você pode utilizar a aresta de um pedaço de isopor de 15mm. Crie sua própria ferramenta, moldando e lixando um pedaço pequeno de isopor e recobrando-o com um pedaço de lixa no. 100. Utilize a aresta para moldar e alisar o leito do curso d'água.

Insira canos de esgotos

Para representar drenos de águas pluviais ou esgotos, você pode embutir seções de tubo de plástico na camada de base de isopor. Determine a localização na base – recomendamos que toda a extensão do tubo permaneça descoberta, sem qualquer outro elemento de topografia sobre o mesmo.

- Escave uma calha do mesmo modo que o fez para criar o leito do rio.
- Aplique cola e um pequeno filete de silicone no fundo e nos lados da calha. Meça e corte a mangueira e tampone feche a abertura de saída com papel.
- Posicione a mangueira a uma profundidade suficiente, dentro da calha, para que você possa cobri-la com finas camadas de espuma com as mesmas dimensões e forma, representando esgotos. Uma das extremidades da mangueira será a de descarga, enquanto que a outra permanecerá aberta para a entrada da água no tubo.
- Lixe o isopor com lixa no. 280, para obter uma superfície nivelada com a base.

Colo a topografia na base.

Aplique sobre a base uma quantidade generosa de cola e espalhe-a de maneira uniforme, para garantir a perfeita adesão das bordas. Deixe secar completamente.

Alise a topografia.

Aplique a lixa no. 280 nas juntas do relevo, para que não haja uma transição suave entre os mesmos.

Para maior proteção, aplique gesso em todas as superfícies do modelo. Isto irá impedir que o verniz o danifique e permitirá mais continuidade entre os diferentes relevos.

- Utilizando as mãos, cubra toda a superfície. Quanto mais liso o gesso, menor será a necessidade de lixar.
- Deixe secar por cerca de 12 horas.
- Lixe toda a superfície com lixa no. 280.

C. Pinte o modelo

Materiais

Tinta
Pincéis
Fita de mascarar
Verniz

Depois de dar uma lixada final nas colinas, vales e cursos d'água, você poderá começar a pintar o modelo. **USE SOMENTE TINTA LÁTEX OU ACRÍLICA!** Tintas à base de óleo irão derreter o isopor!

Use a maior variedade possível de cores, para deixar o modelo bastante colorido. Você pode usar as cores que quiser. Para representar a água e a terra, sugerimos algumas das seguintes cores:

- um azul bem claro para o oceano e para os cursos d'água (o azul claro fará um bom contraste com os poluentes);
 - vermelho, laranja e branco, e várias combinações dessas cores, para imitar as cores da paisagem;
 - cor de areia, para () brejos e alagadiços;
 - tons variados de verde;
 - cinza e preto para as estradas asfaltadas.
-
- Primeiro, pinte os cursos d'água.
 - Em seguida, aplique uma demão de fundo de tinta (várias combinações de vermelho, laranja e branco), para representar a paisagem.

Dica: Use técnicas diferentes, tais como “batidas” de pincel, para combinar cores variadas para a paisagem.

- Deixe a tinta secar durante 24 horas.
- Aplique uma segunda demão de tinta nos cursos d’água e onde mais for necessário.
- Deixe secar por mais 24 horas.

Pinte as Estradas e determine os limites

- Coloque o mapa sobre o modelo e alinhe a topografia com as curvas de nível.
- Determine a largura das estradas e utilize uma fita de mascarar estreita, para indicar onde ficam as estradas principais. Cuidado para não incluir estradas demais, pois isso pode causar confusão.
- Aplicando de leve um lápis, trace as estradas.
- Retire a fita e aplique tinta cinza ou preta.
- Você pode lixar determinados trechos da estrada, para mostrar como o terreno foi nivelado para a construção da estrada. Se o fizer, lembre-se de aplicar gesso para alisar e proteger a superfície, aguardando o tempo necessário para a secagem, antes de aplicar a tinta.
- Utilizando o mapa corretamente alinhado sobre o modelo, determine a posição de qualquer outro elemento da paisagem que as pessoas possam identificar ou que você queira criar, ou seja, estacionamentos, aeroportos, barragens, etc.
- Pinte as áreas com as cores designadas. Para áreas de vegetação, como ao longo dos cursos d’água, aplique, com batidas de pincel, vários tons de verde.
- Continue esse processo de aplicar camadas de cores, para tornar mais fácil distinguir os elementos da paisagem.

Impermeabilização

Certifique-se de que o modelo esteja seco.

- Com um pincel, aplique várias demãos (4) de verniz no modelo, observando o tempo de secagem entre uma demão e outra.
- Tome cuidado para que o verniz não entre em contato com o isopor. Não aplique verniz nas bordas dos tubos e na área ao redor destes. Se quiser, aplique uma camada temporária de gesso na borda do modelo, para protegê-lo.

D. Instale as laterais

Materiais

Folha de Compensado (cerca de 15mm de espessura)

Fita Métrica

Cola

Parafusos

Pregos

Ferramentas

Chave de Fendas

Serrote

Martelo

As laterais irão acrescentar a maior parte do peso ao modelo. Assim, você deve utilizar madeira resistente, porém leve. Em modelos anteriores, utilizamos Compensado Naval de 15 mm.

- Utilizando um serra e uma lixa, apare as laterais do isopor, de modo a criar uma superfície plana e uniforme. É importante haver um ajuste perfeito, sem espaços entre as laterais e o isopor.
- Meça e corte as laterais, deixando uma distância livre de 4 cm, no mínimo, acima da montanha mais alta. Isto dará espaço para a colocação de marcos de terreno
- Una os cantos com juntas em “L”. Para isso, faça um corte em “L” nas extremidades das laterais a serem fixadas no sentido da largura do modelo. Certifique-se de que a distância entre a boarder externa e a boarder interna seja igual à espessura da madeira. Marque as medidas da lateral, aplicando-a contra a extremidade do quadro à qual ela será unida. As peças no sentido da largura serão as de fora. Marque a largura da madeira ao longo das bordas a serem unidas. Faça um corte em “L” nas extremidades.
- No lado onde fica a folha de alumínio (área de drenagem), meça a área de drenagem na peça lateral de madeira e retire a madeira. **A peça lateral**

deverá sobrepor-se à folha de alumínio! Você pode desenhar um semi-círculo, na parte inferior da peça de madeira, com uma largura ligeiramente inferior à da área de drenagem. Para traçar a curva, use uma lata pequena.

- Lixe levemente as bordas superiores das peças laterais, para alisá-las, e aplique 2 demãos, no mínimo, do mesmo verniz que você utilizou para selar o modelo. Espere que cada demão seque por 12 horas, antes de aplicar uma nova demão.
- Alinhe as peças laterais na parte externa do quadro do modelo. As bordas do isopor devem estar rentes à base.
- Instale as laterais no quadro e firme-as na posição correta.
- Abra pré-furos nas laterais e aparafuse-as ao quadro, aplicando arruelas arruelas de acabamento.
- Aplique um filete generoso de silicone em toda a borda interna do modelo, entre o isopor e as laterais, para impedir que a água escorra por entre as camadas.

E. Construção da tampa

Materiais

Sobra de compensado de 15mm
compensado de 6mm
Fita Métrica
Cola
Pregos
Verniz

Ferramentas

Serrote
Martelo
Fita Métrica

Para as laterais da tampa, utilize a madeira que sobrou das laterais do modelo. Corte as ripas com cerca de 8 cm de largura e acrescente ao comprimento a largura da madeira.

- Utilizando a madeira naval de 15mm, acrescente 30 mm ao comprimento de cada ripa. Utilize o mesmo tipo de junta, para unir os cantos.
- Utilizando pregos, fixe as ripas parcialmente na lateral do modelo.
- Em seguida, aplique cola e aparafuse os cantos, para unir as ripas.

- Em seguida, corte o compensado de 6mm nas medidas do quadro formado pelas ripas.
- Aplique cola ao longo de todo o perímetro e fixe o compensado nas ripas, com pregos.
- Remova a tampa e envernize ambos os lados.

F. Elementos Finais

Esta é uma etapa bastante criativa e divertida, podendo ser realizada durante qualquer estágio de construção do modelo de bacia de drenagem.

Materials

Tinta
Pincéis
Sobras de isopor
Esponja
Vegetação Natural Representativa
Verniz
Silicone
Lixa

Ferramentas

Faca
Tesouras
Aplicador de silicone

- As sobras de isopor podem ser utilizadas para se criar marcos e elementos como casas e edifícios representativos, existentes na área da bacia de drenagem. Pinte-os. Quanto mais cor, melhor.
- Para criar árvores, pode-se utilizar esponja. Pinte a Esponja de verde e cole-a em pequenos gravetos. Para representar espécies diferentes de árvores, pode-se utilizar cores variadas. Com um pedaço fino de isopor, pintado da mesma cor que o terreno, faça uma base e cole as árvores nessa base, que é então colada no modelo.
- Colete vegetação natural, para criar pequenas áreas representativas. Para preservar a vegetação natural, aplique verniz na mesma e deixe secar.
- Para fixar a vegetação e marcos de terreno no modelo, utilize uma pistola para cola quente. Aplique uma pequena quantidade de silicone ao redor da base de cada elemento.

Você pode colocar o que quiser, no modelo, incluindo carrinhos de brinquedo, barcos, animais e pontes feitas de palitos de picolé.

G. Manutenção

Construído com cuidado, com alguma pequena manutenção de vez em quando, o seu modelo de bacia de drenagem deverá durar por muitas apresentações. Pode ser que você tenha que renovar o verniz, a certos intervalos, e é sempre bom ter uma pistola de cola disponível, durante as apresentações! Recomendo que você deixe o seu modelo secar num local quente, com a extremidade de montante escorada. () Se deixado ao sol durante longo período, o modelo pode sofrer sérios danos. Tente evitar isso.

H. Dicas Úteis sobre Poluentes

Você pode utilizar produtos alimentícios que não sejam prejudiciais ao meio-ambiente e que possam ser descartados com segurança, após as apresentações. Exemplos:

- **cristais de suco**, imitando pesticidas, herbicidas e fertilizantes
- **Molho de Soja**, imitando óleo de motor.
- **Corante verde para alimentos**, dissolvido em água, fica bastante convincente como líquido anti-congelante
- **Pedacinhos de isopor** para representar lixo.

Use um recipiente plástico para coletar a água do modelo ela é o seu oceano ou rio principal e, misturada aos produtos alimentícios, haverá quem pense que ela está poluída de verdade!

I. Testes

Antes da grande “inauguração”, não se esqueça de testar o modelo! Vários testes completos, com água, produtos alimentícios e uma palestra ensaiada, ajudarão a aparar as arestas e a identificar quaisquer pequenos problemas, antes da apresentação ao público. Uma boa idéia seria experimentar outras estruturas de apoio para o modelo. É importante que o modelo seja montado com a inclinação correta. Se estiver pouco inclinado, os rios poderão refluir; se estiver inclinado demais, eles transbordarão e algumas áreas serão alagadas. Isto é possível de ocorrer, portanto, experimente diferentes ângulos de montagem. Use quatro cavaletes desmontáveis para apoiar o modelo e leve uma caixinha com calços de diferentes tamanhos. Em alguns locais, a superfície de apoio para o modelo pode não estar nivelada. Portanto, poderá ser necessário instalar calços entre os suportes e o modelo.

J. Apresentação

Nas apresentações, após assistirem à demonstração do modelo, as pessoas sempre querem saber mais sobre os problemas relacionados com suas bacias de drenagem. Mapas históricos e fotografias aéreas (boas cópias de nossos mapas de trabalho) são um excelente complemento para os modelos. Além disso, é sempre bom ter disponível, para distribuição, material informativo e dados para contato com o seu grupo, além de dados para contato com os grupos e órgãos que o apoiaram, para que você possa encaminhar as pessoas aos mesmos.