

BACIAS HIDROGRÁFICAS SIMULADAS EM MAQUETES: PRÁTICA PEDAGÓGICA PARA ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

*WATERSHEADS SIMULATED IN MODELS: EDUCATIONAL PRACTICE FOR ELEMENTARY AND HIGH
SCHOOL*

*CUENCAS EN MODELOS SIMULADOS: PRÁCTICA EDUCATIVA PARA LA EDUCACIÓN PRIMARIA Y
SECUNDÁRIA*

Juliana Wilse Landolfi Teixeira de Carvalho*

Luciano Augusto Mysczak**

Fabiano Antonio de Oliveira***

RESUMO

O trabalho apresenta proposta de prática pedagógica a ser desenvolvida em aulas de Geografia com alunos de Ensino Fundamental ou Médio. Propõe-se elaboração de três maquetes de bacias hidrográficas referentes a bacia vegetada, bacia desmatada e bacia desmatada e posteriormente urbanizada. Busca-se com o experimento demonstrar a importância da vegetação e da presença de áreas permeáveis para manutenção da dinâmica hídrica de uma bacia de drenagem. É proposto um roteiro de elaboração das maquetes e sequência de atividade didática para aplicação da experiência em sala de aula. Ao final do experimento as maquetes simulam de modo satisfatório o funcionamento de bacias hidrográficas reais, especialmente com relação à problemática hídrica em ambientes urbanos.

Palavras-chave: Bacias Hidrográficas; Dinâmica Hídrica; Maquete.

ABSTRACT

This article presents a teaching practice to be developed in Geography classes with students from elementary and high school. Three watershed models were developed referred to vegetated, deforested and deforested and later urbanized watersheds. The experiment aims to demonstrate the importance of vegetation and the presence of permeable areas for maintenance of water dynamics in a drainage basin. Technical indication for models construction and a sequence of didactic activity for application in interactive class is provided. At the end of the experiment the models simulate satisfactorily the functioning of real watersheds, especially in relation to urban environments.

Keywords: Watershed; Hydro Dynamics; Models

RESUMEN

La propuesta se presenta en papel de práctica pedagógica que se desarrolla en las clases de geografía con estudiantes de la escuela primaria o secundaria. Se propone la producción de tres modelos de cuencas hidrográficas en relación cuenca vegetada, deforestada y cuenca deforestada pero más tarde urbanizada. Se busca con el experimento demostrar la importancia de la vegetación y de la presencia de áreas permeables para el mantenimiento de la dinámica del agua de una cuenca de drenaje. Se propone un guión para la fabricación de modelos y secuencia de actividad didáctica para aplicación de la experiencia en el aula. Al final del experimento, los modelos simulan de manera satisfactoria el funcionamiento de las cuencas hidrográficas real, sobre todo en lo que respecta a los problemas del agua en el medio urbano.

Palabras-llave: Cuencas Hidrográficas; Hidro Dinámica; Maqueta.

(*) Geógrafa - Departamento de Geografia - Setor de Ciências da Terra - Universidade Federal do Paraná - Centro Politécnico, CEP: 81531-990, Jardim das Américas, Curitiba (PR), Brasil, Tel: (041)98527.4062 - ju_wlt@hotmail.com

(**) Geógrafo - Departamento de Geografia - Setor de Ciências da Terra - Universidade Federal do Paraná - Centro Politécnico, CEP: 81531-990, Jardim das Américas, Curitiba (PR), Brasil, Tel: (041)98505.4565 - lucianomm84@gmail.com

(***) Docente - Departamento de Geografia - Setor de Ciências da Terra - Universidade Federal do Paraná - Centro Politécnico, CEP: 81531-990, Jardim das Américas, Curitiba (PR), Brasil, Tel: (041)3361.3454 - foliveira@ufpr.br

INTRODUÇÃO

Em seu recente livro intitulado *Sustentabilidade*, Boff (2015), chama-nos a atenção para uma crescente e generalizada crise socioambiental, dada em especial em função da falta de cuidado e planejamento no uso dos recursos naturais em ambiente urbano. Acontecimentos recentes ligados à crise hídrica em capitais brasileiras, especialmente São Paulo no ano de 2014, apontam para a necessidade de um melhor planejamento na utilização de recursos naturais como a água e o solo, bem como da manutenção do meio para que ele tenha capacidade de prover serviços ambientais.

Juntamente com o planejamento, caminha a necessidade de investimentos em educação ambiental, que pode ser amplamente aplicada e inserida em conteúdos de Geografia do ensino básico escolar. De acordo com a Lei nº 9795/1999, Art 1º da Política Nacional de Educação Ambiental (2009):

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

De acordo com Kodato (2011), no entanto, o ensino escolar público brasileiro encontra-se adoentado e deficitário no sentido de prover de fato a educação. O desafio que se coloca ao ensino escolar é o de recuperar nos alunos o desejo de aprender e recuperar nos professores o desejo de ensinar de forma criativa, de modo a proporcionar ao aluno um nível de vivência com o conteúdo. A educação deve contribuir para a formação do aluno e ajudá-lo a tornar-se de fato cidadão (MORIN, 1921) e reforçar o processo emancipatório humano, no qual os alunos passam de espectadores passivos a sujeitos ativos da história (BOFF, 2015).

Este trabalho, por um lado busca – em um conteúdo específico da Geografia escolar - propor formas mais criativas de ensino e didática e por outro, criar uma possibilidade de inculcar no aluno consciência ambiental e de cuidado para com a Terra e seus recursos naturais.

O presente artigo se refere à elaboração de uma proposta de atividade didática a ser desenvolvida com alunos de Ensino Fundamental ou Médio, em aulas de Geografia, cujo tema seja Hidrologia, dentro do conteúdo estruturante “dimensão socioambiental do espaço geográfico” (PARANÁ, 2008). Busca-se com ela, proporcionar ao aluno a experiência da educação ambiental, bem como a tomada de consciência da importância da preservação de recursos naturais – neste caso a água - em uma perspectiva socioambiental.

Trata-se da elaboração de três maquetes de bacias hidrográficas, com simulações simplificadas de relevo, vegetação, urbanização, hidrografia e precipitação. A maquete nº 1 representa uma bacia hidrográfica vegetada, com solo 100% permeável. A nº 2 representa uma bacia hidrográfica submetida a desmatamento. A maquete nº 3, por sua vez, simula uma bacia desmatada e posteriormente urbanizada, com predominância de solo impermeabilizado. Todas as maquetes submetidas à mesma quantidade e intensidade de precipitação simulada, a fim de evidenciar a diferença entre os caminhos percorridos pela água em cada caso. Busca-se, portanto, destacar a importância da vegetação e da presença de áreas permeáveis para diminuição dos índices de vazão máxima dos rios e prevenção de possíveis enchentes, bem como para realimentação de aquíferos e do lençol freático.

Propõe-se que a construção das maquetes e o experimento final sejam feitos juntamente com os alunos, a fim de proporcionar a vivência do conteúdo e

consequentemente, maior interesse por parte dos discentes. Ressalta-se que a forma de abordagem do conteúdo deve adaptar-se à faixa etária de cada turma selecionada para desenvolvimento da atividade.

O principal objetivo do presente artigo é executar o experimento e validá-lo. De maneira específica, objetiva-se:

- Simular nas maquetes substrato rochoso, solo, relevo, canais de drenagem, vegetação, precipitação, desmatamento e elementos antrópicos de forma simplificada;
- Demonstrar, através do experimento, a importância da vegetação e da presença de áreas permeáveis para manutenção da dinâmica hídrica de uma bacia de drenagem;
- Demonstrar, através do experimento, que áreas submetidas à impermeabilização do solo apresentam maiores picos de vazão máxima durante eventos de precipitação, bem como apresentam redução nas taxas de infiltração de água no solo e reabastecimento do lençol freático.
- Propor roteiro de construção das maquetes como atividade didática a ser desenvolvida com alunos do Ensino Fundamental ou Médio para abordagem de conteúdos ligados à Hidrologia e educação ambiental;
- Apresentar a possibilidade de uma atividade didática que seja capaz de dinamizar os processos de transmissão do conhecimento para os conteúdos de Hidrologia no ensino básico, colocando o aluno em contato com a Geografia de forma mais prática, vinculada à sua realidade e de modo mais atrativo.

Verifica-se que frequentemente no cotidiano das salas de aula o desafio não é o que ensinar, mas como ensinar. Tendo em vista a quantidade de estímulos proporcionados pelos atuais recursos tecnológicos, observa-se o crescente desinteresse dos alunos com as formas tradicionais de ensino-aprendizagem. O papel do professor é dar sentido ao conteúdo, de modo a vinculá-lo à realidade do aluno. O professor precisa, portanto, desenvolver formas mais criativas de ensino e de utilização dos novos e também dos antigos recursos didáticos.

É neste contexto de busca por propostas mais criativas de ensino, que este artigo propõe a elaboração de tal atividade didática (maquetes de bacias hidrográficas), que pode ser utilizada por docentes em salas de aula ou laboratórios para explanação de conteúdos ligados à Hidrologia.

Com relação ao conteúdo escolhido, destaca-se a importância da temática para que o aluno tenha consciência de que habita uma bacia hidrográfica. De acordo com Botelho (2011), poucos são os indivíduos que possuem esta noção, especialmente em áreas urbanizadas, onde grande parte dos rios estão canalizados no subterrâneo e “invisíveis” aos olhos da população.

Compreender o funcionamento e a dinâmica de uma bacia hidrográfica, bem como as consequências da impermeabilização de seu solo permite que o aluno conheça e compreenda melhor o lugar onde habita e possa contribuir na conservação do mesmo, pois só se pode cuidar daquilo que se conhece. Não se pode proteger o desconhecido (BOTELHO, 2011). O ser humano deve ter os pés no chão local e a cabeça aberta para o global. Ele deve cuidar de seu nicho ecológico, conhecê-lo, vivenciá-lo. Isso, de acordo com Boff (2007), depende essencialmente da educação.

UTILIZAÇÃO DE MAQUETES COMO RECURSO DIDÁTICO

De acordo com Francischett (2001, p.222) “uma metodologia de ensino será tão mais rica quanto maiores possibilidades de auto-expressão oferecer ao educando”. Neste sentido, a utilização da atividade de confecção de maquetes para transmissão de

conhecimento no ensino básico pode ser amplamente explorada, especialmente para compreensão e representação do espaço geográfico.

A maquete é um recurso didático que representa o que se deseja estudar, estimulando o aluno a transformar o bidimensional em tridimensional. Com ela pode-se apresentar de forma clara a noção de espaço, permitindo a compreensão da realidade na qual os alunos estão inseridos, além de estudar o espaço vivenciado por eles, permitindo o desenvolvimento da cognição e percepção (LUZ & BRISKI, 2009).

INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS NO CICLO HIDROLÓGICO E NA DINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

De acordo com Silveira (2014), uma bacia hidrográfica se constitui em um sistema aberto bem delimitado no espaço. É uma área de captação natural da água precipitada que converge escoamento a um único exutório. Isto se deve às características das terras que são delimitadas por interflúvios ou divisores de águas e topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes. Seu conceito está atrelado à noção de sistema, tendo em vista que todos os eventos nela ocorridos, sejam eles de natureza antrópica ou não, interferem em sua dinâmica e qualidade ambiental.

O balanço hídrico de uma bacia é dado pela diferença entre a entrada e a saída de água do sistema, também chamado de variação de armazenamento. A morfologia do rio e de sua bacia nunca é estática, pois há materiais sendo constantemente removidos ou depositados. O estado de estabilidade para corpos d'água ou para a bacia é atingido e mantido pela interação mútua das características dos canais, tais como declividade, forma do perfil transversal, rugosidade e padrões morfológicos. Trata-se de um sistema auto-regulador. Qualquer alteração nos fatores controlantes pode causar desequilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Ciclo hidrológico é o movimento contínuo que a água realiza em ambiente terrestre, desde sua circulação nos oceanos, continentes (superficialmente e subsuperficialmente) até a atmosfera. As forças que regem este ciclo são as forças da gravidade e a energia solar, alterando seu estado físico e posicionamento.

O ciclo inicia-se com a precipitação da água acumulada na atmosfera, podendo esta precipitação ocorrer em forma de chuvas, neve, granizo ou orvalho. Já no continente, a água precipitada pode percorrer diversos caminhos: infiltração no solo e posterior percolação, podendo formar aquíferos, alimentar lençóis freáticos e realimentar rios e córregos; escoamento superficial em casos de saturação ou impermeabilização do solo; interceptação da água pela vegetação ou outros elementos; congelamento; evaporação ou evapotranspiração, fazendo-a retornar à atmosfera (BOTELHO, 2011). Voltando a condensação, o ciclo inicia-se novamente.

Interferências humanas no uso e ocupação do solo alteram geralmente o regime de escoamento, o movimento da água e dos sedimentos, mudando o padrão de variação hidrológica, a perturbação natural e a dinâmica de habitats. As últimas décadas são testemunhas do acelerado crescimento urbano e alteração das paisagens naturais. Crescimento este que gera pressão sobre o patrimônio natural (biodiversidade, solo, atmosfera e recursos hídricos) e que, quando de forma desordenada, compromete a manutenção dos ecossistemas e sua capacidade de prover serviços ambientais (BOTELHO, 2011).

A urbanização traz, inevitavelmente, impactos tanto para a qualidade quanto para a quantidade de água nos cursos d'água. Em relação à qualidade, destaca-se a contaminação de corpos d'água através da poluição difusa, efluentes domésticos, industriais e resíduos sólidos, com aumento do risco de propagação de doenças

transmitidas pela água em eventos de enchentes. No que se refere à quantidade, Botelho (2011), Tucci (2008), Moretti (2004) e Jacobi (2004) enfatizam que o aumento da vazão em períodos de chuva se dá em função da impermeabilização do solo urbano, aumentando os pontos de risco de enchentes, especialmente em áreas periféricas e de ocupação irregular. Destacam também que há redução da vazão nos cursos d'água em períodos de estiagem, ocasionada pela redução da infiltração da água no solo, com diminuição da taxa de recarga de aquíferos, do lençol freático e conseqüentemente, dos reservatórios destinados ao abastecimento público.

Destaca-se ainda o aumento da erosão das margens dos rios, da quantidade de sedimentos sólidos presentes na água e assoreamento devido também a impermeabilização o solo e às alterações feitas nos leitos e margens dos rios, como retificações e canalizações.

ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DAS MAQUETES SIMULADORAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para facilitar o entendimento, o processo de construção das maquetes foi dividido em quatro fases: confecção da base, desmatamento, urbanização, equipamento de simulação de chuva e montagem final.

Confecção Da Base

Procurou-se utilizar no experimento materiais de baixo custo e de fácil disponibilidade. O quadro 1 exhibe a relação de materiais utilizados nesta primeira etapa.

Quadro 1 Materiais utilizados para confecção da base

MATERIAIS UTILIZADOS
TRÊS BACIAS DE PLÁSTICO RETANGULARES, MEDINDO 30(C) X 25(L) X 08(H) CM
PEDRA BRITA
AREIA
TERRA ADUBADA PARA JARDIM
ALPISTE (SEMENTE DE RÁPIDA GERMINAÇÃO PARA SIMULAÇÃO DA VEGETAÇÃO)
BORRIFADOR DE ÁGUA

Primeiramente foi colocada em cada uma das bacias de plástico, uma camada de pedra brita (figura 1A), sobreposta por uma camada de areia (figura 1B) e outra de terra (figura 1C), representando o substrato rochoso, o lençol freático e o solo. Tais materiais foram moldados no recipiente de modo a simular as formas do relevo de uma bacia hidrográfica, dando forma ao canal fluvial, a fim de direcionar o escoamento da água infiltrada para o ponto exutório da bacia.

Em seguida o alpiste foi semeado de modo uniforme ao longo de toda a área das bacias (figura 1D). Uma fina camada de terra peneirada foi adicionada sobre as sementes para facilitar a germinação (figura 1E). Ressalta-se que nesta etapa, a montagem das três bacias se deu de maneira semelhante, a fim de retratar três vezes a mesma bacia hidrográfica. As maquetes foram então irrigadas e colocadas ao sol diariamente, durante uma semana, para que as sementes de alpiste pudessem germinar e crescer. Em função de sua fragilidade, elas foram mantidas longe de ventos fortes, chuvas ou animais que pudessem danificá-las. Após uma semana, as maquetes se encontravam conforme apresentado na figura 2.

Figura 1: Construção da base das maquetes 01, 02 e 03



Figura 2 Maquetes 01, 02 e 03 uma semana após o plantio do alpiste



Desmatamento

Quadro 2: Materiais utilizados para simulação de desmatamento

MATERIAIS UTILIZADOS
TESOURA
SAL

Nesta etapa, utilizou-se a tesoura para cortar a vegetação que cresceu sobre as maquetes 02 e 03, simulando processo de desmatamento (figura 3A). Posteriormente, foi adicionado sal sobre a terra para diminuir a fertilidade do solo, simulando possíveis agentes contaminantes inseridos no sistema pela ação antrópica (figura 3B).

Figura 3: retirada da vegetação das maquetes 02 e 03; B- adição de sal nas maquetes 02 e 03



Urbanização

O quadro 3 mostra a relação de materiais utilizados nesta etapa.

Quadro 3 Materiais utilizados para simulação de urbanização

MATERIAIS UTILIZADOS
ARGILA
TINTA DE TECIDO
30 CM DE CANO DE PVC 15MM
COLA BRANCA
PINCEL
FACA OU ESTILETE

A simulação de urbanização foi feita apenas na maquete n° 3. Primeiramente, o cano de PVC foi cortado ao meio (formato meia lua) e alocado na parte central da maquete, representando um rio retificado e canalizado com concreto. Foi necessário fazer uma abertura com estilete na bacia para que o cano viesse até a parte externa do recipiente. O revestimento dos rios, as ruas, casas e prédios foram feitos com argila e posteriormente pintados com tinta de tecido – não solúvel em água - (figura 4A). Tais elementos foram adicionados à maquete com cola branca, a qual foi espalhada também por toda a superfície exposta, para auxiliar na impermeabilização do solo (figura 4B). Algumas poucas regiões continuaram com área vegetada e solo permeável.

Foi simulada também uma área de ocupações irregulares, com um aglomerado de casas à beira do rio na porção mais baixa na bacia, a fim de ilustrar áreas de suscetibilidade socioambiental urbana. Após o término na construção da maquete n° 3 (figura 5), foi necessário esperar 04 dias para que a argila e a cola estivessem completamente secas, para que fosse possível dar continuidade ao experimento.



Figura 4 A- Inserção do cano de PVC e ruas de argila; B- inserção das casas e prédios de argila com cola branca



Figura 5 Maquete nº 3 finalizada

EQUIPAMENTO DE SIMULAÇÃO DE CHUVA

Quadro 4 Materiais utilizados para confecção do equipamento simulador de chuva

MATERIAIS UTILIZADOS
1M DE CANO PVC 25MM
01 REDUTOR COM ROSCA DE 25MM
01 REDUTOR COM ROSCA DE 25MM PARA 5MM
03 CONEXÕES EM TÊ
03 ASPERSORES DE ÁGUA
15 CM DE MANGUEIRA DE 05MM
01 TAMPA PVC 25MM
FITA VEDA ROSCA
COLA DE PVC
MANGUEIRA DE JARDIM
01 ENGATE ROSCA
01 ENGATE RÁPIDO
LIXA
01 REGISTRO

*Os materiais utilizados para confeccionar o equipamento de simulação de chuva foram adquiridos em loja especializada em implementos agrícolas.

Primeiramente, para montar a estrutura principal, o cano de PVC foi cortado em dois pedaços de 20cm e dois pedaços de 05cm (para as extremidades do irrigador). Para garantir a posterior vedação das peças com cola de PVC todas elas foram lixadas após terem sido cortadas. Em seguida os pedaços de cano foram fixados por dentro dos T com cola PVC, conforme figura 6. Os T também foram lixados internamente.

Em uma das extremidades da estrutura principal foi colada a tampa de 25mm e na outra um registro com conector com rosca de 25mm para possibilitar a utilização de um engate com mangueira de jardim. Nas aberturas que restaram sem conexão em cada um dos tês, foi montada a estrutura de irrigação.

A estrutura de irrigação, por sua vez, foi montada com três esquemas de conexão entre quatro peças, sendo elas, nesta sequência a partir do T: redutor com rosca de 25mm para 05mm, adaptador, 05cm de mangueira de 05mm, e aspersor de água (figura 7). As conexões com os T foram feitas com fita veda rosca.

Para poder fazer controle do fluxo de água esta estrutura foi plugada ao registro, seguido de um engate rápido, que por sua vez, conectou-se a uma mangueira de jardim. Para que houvesse água no sistema, quando ativado, foi necessário que a mangueira de jardim estivesse ligada a um fornecedor de água sobre pressão, neste caso, uma torneira.

Figura 6 Esquema de montagem do equipamento de irrigação



Figura 7 Materiais utilizados para confecção do aspersor de água



Montagem Final

Quadro 5 Materiais utilizados para montagem final do experimento

MATERIAIS UTILIZADOS
PRATELEIRA DE AMARADO
03 TIJOLOS
02 RIPAS DE MADEIRA
ARAME FLEXÍVEL
05 PEDAÇOS DE CANO PVC DE 15MM CORTADOS EM FORMATO MEIA LUA
FACA OU ESTILETE
SILICONE
COLA PVC
06 COPOS TRANSPARENTES

Para que fosse possível a realização do experimento com escoamento da água para uma das extremidades de cada bacia foi necessário posicioná-las de modo que ficassem inclinadas. Para isso foi montada uma base para a prateleira aramada com três tijolos. Dois foram posicionados em pé no seu lado posterior e o terceiro foi colocado deitado no centro da parte inferior. As maquetes foram colocadas em sequência lado a lado sobre a prateleira aramada, conforme figura 8. Em cada uma das maquetes foi feita uma abertura para saída de água no fundo da bacia – para saída de água do escoamento subsuperficial - e outra abertura na parte de cima – para saída de água proveniente do escoamento superficial (figura 9). Os pedaços de cano PVC em formato meia lua foram colados com cola PVC e vedados com silicone em cada uma das aberturas para conduzir a água até os copos transparentes (figura 8).

Para dar suporte ao irrigador, duas ripas de madeira foram colocadas nas extremidades da prateleira aramada, presas com arame flexível. O irrigador foi preso às ripas também com arame. A mesa com a estrutura da maquete final foi preparada ao lado de um tanque com torneira para acoplar a mangueira de jardim.

Figura 8: Montagem final das maquetes



Figura 9 Saídas de água da maquete



RESULTADOS DO EXPERIMENTO

Ao total, o experimento teve duração de 15 minutos, no qual durante os 13 primeiros as maquetes foram submetidas à simulação de chuva. Ao longo dos 02 últimos minutos foi observado o padrão de comportamento de escoamento superficial e subsuperficial após ter cessado o evento de precipitação.

A maquete n° 1 foi a primeira a apresentar escoamento subsuperficial, aos 02 minutos e 30 segundos, apresentando também maior volume acumulado para o mesmo quesito (1870ml). Não manifestou, no entanto, ao longo dos 15 minutos decorridos do início do experimento, escoamento superficial.

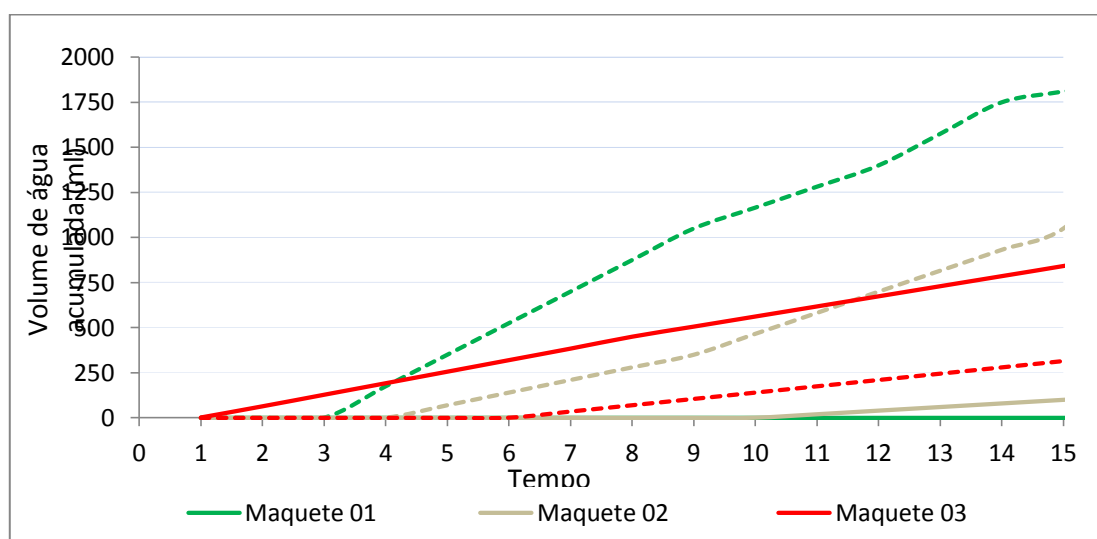
A maquete n° 2 apresentou início de escoamento subsuperficial mais tardiamente que a n° 1, aos 03 minutos e 40 segundos. O total acumulado foi de cerca de 1400ml de

água. A água escoada em superfície iniciou aos 9 minutos, resultando em 120ml de água turva e carregada de sedimentos.

A maquete n° 3, por sua vez, gerou escoamento superficial logo no início da simulação de precipitação, chegando ao final com 900ml acumulados. O escoamento de subsuperfície teve o início mais tardio, aos 05 minutos e 30 segundos, acumulando apenas 350ml.

A partir da observação do gráfico de volume de água acumulada por intervalo de tempo (figura 10), é possível perceber as marcantes diferenças nos padrões de comportamento de cada maquete, onde ambientes mais permeáveis apresentaram maiores índices de alimentação do lençol freático e menores taxas de escoamento superficial. Evidencia-se, portanto, a importância da vegetação e da presença de áreas permeáveis para manutenção da dinâmica hídrica de uma bacia de drenagem.

Figura 10 Gráfico de volume de água acumulada por intervalo de tempo



As maquetes simulam de modo satisfatório bacias hidrográficas reais, especialmente em relação à problemática hídrica em ambientes urbanos em se tratando da ocorrência de enchentes e da escassez de água para abastecimento público. O experimento evidencia também que bacias hidrográficas desmatadas possuem qualidade ambiental inferior a bacias vegetadas, pois nelas diminuem as taxas de infiltração da água no solo e aumentam as taxas de erosão do solo e de assoreamento dos rios.

Não se pretende com esta atividade trazer um olhar negativo aos centros urbanos. Uma vez que desconstruir as cidades é algo incabível e ilusório, é preciso refletir a cerca de intervenções que produzam menor impacto na malha urbana ou até mesmo que criem mecanismos alternativos que possam substituir alguns processos hidrológicos fundamentais, como é o caso da infiltração da água no solo. Expandindo o tempo de chegada das águas no final de cada sistema hidrográfico, diminuem-se os picos de vazão máxima e os gradientes erosivos (BOTELHO, 2011).

PROPOSTA DE ATIVIDADE DIDÁTICA

A atividade didática sugerida no presente artigo baseia-se na mescla de aulas expositivas – com explanação de conceitos ligados à hidrologia - e práticas – para construção das maquetes e execução do experimento. Propõe-se que a construção das

maquetes e o experimento final sejam feitos juntamente com os alunos, a fim de proporcionar a eles a vivência do conteúdo. A atividade ora descrita pode ser desenvolvida em qualquer ano do Ensino Fundamental ou Médio. Faz-se apenas necessário adaptar a abordagem do conteúdo e linguagem a cada etapa selecionada.

A atividade necessita de cerca de três semanas para ser desenvolvida na íntegra, levando em conta a combinação de aulas práticas e teóricas, bem como o tempo necessário para determinadas etapas da construção das maquetes, como o crescimento da vegetação e a secagem da maquete nº 3. A quadro 6 apresenta a sequência de aulas proposta para desenvolvimento da atividade.

Quadro 6 Sequência de aulas para desenvolvimento da atividade proposta

TIPO DE AULA	CONTEÚDO EXPOSTO/ATIVIDADE PRÁTICA
Expositiva	Conceitos básicos de Hidrologia
Prática	Construção da base das maquetes de bacias hidrográficas
Expositiva	Desmatamento no Brasil e seus efeitos
Prática	Desmatamento das maquetes nº 2 e 3
Expositiva	Dinâmica espacial urbana
Prática	Urbanização da maquete nº 3
Expositiva	Crise hídrica e enchentes urbanas
Prática	Montagem final das maquetes e realização do experimento
Prática	Discussão sobre os resultados do experimento e elaboração de gráfico

Sugere-se que inicialmente seja exposto o conteúdo dos conceitos básicos de Hidrologia, como o conceito de bacia hidrográfica, ciclo hidrológico, rio, escoamento superficial, escoamento subsuperficial, dentre outros. Recomenda-se mostrar aos alunos a bacia hidrográfica em que a escola está inserida. Após ter oferecido aos alunos um primeiro contato com o conteúdo, propõe-se a primeira aula de caráter prático, para construção das bases das três maquetes, aplicando alguns dos conceitos anteriormente aprendidos. A construção das maquetes pode ser feita em grupos – com cada um dos grupos cuidando de uma maquete diferente – ou coletivamente.

Em seguida, outra aula teórica - sobre desmatamento no Brasil e seus efeitos - dá base para a segunda aula prática, onde os alunos irão desmatar as maquetes nº 2 e 3, uma semana após as sementes terem sido plantadas. A terceira aula teórica é sobre dinâmica espacial urbana, chamando a atenção especialmente para a formação e configuração de áreas de ocupações irregulares, áreas nobres e para a retificação e canalização de rios urbanos. A utilização de exemplos conhecidos pelos alunos - como da bacia hidrográfica em que a escola está inserida - ajuda na compreensão e fixação do conteúdo. Na próxima aula prática, sugere-se que os alunos construam a área urbana da maquete nº 3, aplicando alguns dos conceitos aprendidos na aula anterior.

Uma última aula teórica, agora sobre crise hídrica e enchentes urbanas, fundamenta a discussão a cerca do experimento final, que por sua vez, é realizado logo na sequência. Para montagem final das maquetes, é interessante que o professor traga a estrutura de irrigação pronta para os alunos, tendo em vista a complexidade envolvida na construção da mesma. Durante o experimento, o professor deve organizar uma equipe para anotar os resultados observados em cada uma das maquetes ao longo do tempo.

Após ter realizado o experimento juntamente com os alunos o professor deve conduzir uma discussão a cerca dos resultados obtidos e motivar a construção do gráfico de análise em papel milimetrado. A avaliação referente a presente prática pedagógica fica a critério do professor que irá aplicá-la.

Destaca-se que a prática pedagógica sugerida pode ser desenvolvida não apenas em aulas de Geografia. Por possuir potencial multidisciplinar, pode integrar-se em aulas de Biologia (para tratar da vegetação), Artes (no âmbito da construção das maquetes) e Matemática (para elaboração do gráfico).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Reflexões a cerca dos resultados obtidos neste trabalho mostram que o material desenvolvido é eficiente em retratar a dinâmica de bacias hidrográficas reais, além de possuir grande potencial e abrangência didática. Além dos conteúdos aqui sugeridos, possui muitas mais possibilidades a serem exploradas em aulas de Geografia ou atividades interdisciplinares.

Os objetivos postos ao início do artigo foram alcançados com êxito, desde a construção das maquetes e realização do experimento, até a elaboração da atividade didática para alunos de Ensino Fundamental e Médio para abordagem de conteúdos ligados à Hidrologia e educação ambiental de forma prática e vinculada à realidade dos alunos.

Por fim, evidencia-se também a importância de utilizar materiais alternativos no ensino da Geografia escolar, para incitar curiosidade nos discentes, bem como o desejo do aprendizado. O professor tem o trabalho de traduzir a realidade em conhecimento e dar ao conteúdo exposto, um sentido claro e palpável. Para isso, a conduta por ele adotada faz toda a diferença. Ensinar na escola é muito mais do que ensinar a ler e escrever, é ensinar o aluno a olhar o mundo com olhos críticos e questionadores.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 9795 de 27, de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental.
- BOFF, L. **Saber Cuidar: ética do humano – compaixão pela terra**. 13. Ed – Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. 04. Ed – Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.
- BOTELHO, R.G.M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- CHRISTOFOTELLI, A. Geomorfologia. 2.ed. São Paulo: Editora Blucher: 1980.
- FRANCISCHETT, M.N. **Maquete Geográfica: uma alternativa metodológica para pesquisar, estudar e representar o espaço vivido**. Boletim de Geografia: *IV Colóquio de Cartografia para Escolares e I Fórum Latinoamericano*. Ano 19 (2), p. 173-245, 2001.
- JACOBI, P. Impactos socioambientais urbanos – do risco à busca da sustentabilidade. In: MENDONÇA, F. **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Editora UFPR, 2004.
- KODATO, S. **O Brasil fugiu da escola: motivação, criatividade e sentido para a vida escolar**. Butterfly: São Paulo, 2011.
- LUZ, R.M.D.; BRISKI, S.J. **Aplicação didática para o ensino da geografia física através da construção e utilização de maquetes interativas**. Periódicos do 10º Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia, Porto Alegre, 2009.
- MORETTI, R.S. **Transformações em curso nas cidades brasileiras e seus impactos na qualidade da água em meio urbano**. In: MENDONÇA, F. Impactos socioambientais urbanos. Curitiba: Editora UFPR, 2004.
- MORIN, E. **A cabeça bem feita: repensar a forma, reformar o pensamento**. 1921. Tradução: Eloá Jacobina. 20.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

- PARANÁ. Ministério da Educação. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Geografia**. Curitiba, 2008.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.
- SANTOS, R.F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SILVEIRA, A.L.L. **Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica**. In: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4º ed. 6º reimp. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014.
- TUCCI, C.E.M. **Águas Urbanas**. In: **Estudos Avançados**. v. 22, n. 63, p. 97 a 112, 2008.

Enviado em Outubro de 2016.
Aprovado em Novembro de 2016.