

A utilização de maquete tridimensional como recurso didático na disciplina de hidrologia e recursos hídricos, para a demonstração de técnicas compensatórias

The use of a three-dimensional model as a teaching resource in the subject of hydrology and water resources for the demonstration of compensatory techniques

- 1 Francisco Jácome Gurgel Júnior  
- 2 Thainá de Souza Jeronymo Souza 
- 3 Wendel Sousa do Carmo Souza 

-
- 1 Doutor em Ciências Ambientais e Florestais, Professor do curso de Engenharia Ambiental e Engenharia Civil do UniFOA. Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA.
 - 2 Bacharela em Engenharia Civil. Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA.
 - 3 Bacharel em Engenharia Civil. Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA.

RESUMO

As maquetes tridimensionais são um importante recurso didático e instrucional e sua utilização em sala de aula auxilia o docente, na transmissão de conhecimentos e visualização de elementos estruturais adotados pela Engenharia Civil, para a solução de inundações e alagamentos no meio urbano, contribuindo para o processo ensino-aprendizagem na disciplina de Hidrologia e Recursos Hídricos. Este estudo objetiva evidenciar as fases de construção de uma maquete dinâmica, suas especificidades, descrição das etapas de sua concepção, bem como demonstrar de maneira clara e funcional as medidas estruturais para equacionar os impactos ambientais negativos advindos da ocupação urbana desordenada e suas consequências sobre os sistemas drenagem convencionais. Na maquete elaborada especificamente para a disciplina de Hidrologia e Recursos Hídricos, será possível visualizar a função de técnicas compensatórias, como telhados verdes, alagados construídos, bacias de retenção e pavimentos permeáveis que demonstrem clara e inequivocadamente as vantagens dessas soluções alternativas de engenharia, que se mostram sustentáveis e viáveis na mitigação e/ou solução dos graves problemas de drenagem urbana que assolam grande parte dos municípios brasileiros.

Palavras-chave:

Maquete. Recurso Didático. Hidrologia. Técnicas Compensatórias.

ABSTRACT

The three-dimensional models are an important didactic and instructional resource and their use in the classroom helps the teacher, in the transmission of knowledge and visualization of structural elements adopted by Civil Engineering, for the solution of floods and inundations in the urban environment, contributing to the process teaching-learning in the discipline of Hydrology and Water Resources. This study aims to highlight the phases of construction of a dynamic model, its specificities, description of the stages of its conception, as well as to demonstrate in a clear and functional way the structural measures to equate the negative environmental impacts arising from the disorderly urban occupation and its consequences on the conventional drainage systems. In the model created specifically for the discipline of Hydrology and Water Resources, it will be possible to visualize the function of compensatory techniques, such as green roofs, constructed wetlands, retention basins and permeable pavements that clearly and unequivocally demonstrate the advantages of these alternative engineering solutions, which are show sustainable and viable in mitigating and/or solving the serious problems of urban drainage that plague a large part of Brazilian municipalities.

Keywords:

Mockup. Didactic Resource. Hydrology. Compensatory Techniques.

1 INTRODUÇÃO

No estudo da disciplina de Hidrologia e Recursos Hídricos, a maquete tridimensional se torna um valioso método, a fim de demonstrar algumas soluções para o problema de drenagem urbana que, atualmente, já não pode mais ser taxado como um assunto secundário em relação ao desenvolvimento de uma cidade, principalmente no cenário brasileiro, onde destacamos o quanto as grandes metrópoles sofrem com os volumes elevados de chuva, com relevante quantidade de famílias atingidas por consequência de uma infraestrutura deficiente e do crescimento desordenado. Problemas causados pela má gestão da drenagem urbana têm ligação direta com a saúde e a segurança da população, com a mobilidade, saneamento e aspectos econômicos, pilares que são fundamentais para o bem-estar de uma sociedade.

De acordo com Braga (2016), inundações e enchentes são fenômenos naturais que ocorrem com frequência nos cursos d'água, geralmente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. Esses eventos naturais têm sido intensificados, principalmente nas áreas urbanas, por alterações antrópicas. Desastres relacionados às enchentes e inundações são muito significativos em âmbito mundial, pois, segundo Cristo (2002), muitas cidades desenvolveram suas malhas urbanas ao longo dos leitos dos rios, colocando em risco populações que, periodicamente, em consequência de chuvas intensas e concentradas, sofrem problemas com as inundações e/ou com acúmulo de águas pluviais nas vias urbanas.

Com a visível deficiência de drenagem dos municípios, alagamentos e inundações devido à impermeabilização do solo são problemas recorrentes na atualidade, além da visão de que esta é uma área com grande potencial de crescimento em oportunidades de emprego, vem se tornando comum a procura no aprofundamento em soluções relacionadas ao tema, o que torna imprescindível o desenvolvimento dos métodos para tal estudo dentro das faculdades. Carvalho (2016) registra que "o professor precisa, portanto, desenvolver formas mais criativas de ensino e de utilização dos novos e também dos antigos recursos didáticos". Nessa circunstância, foi pensada a ideia de construção de uma maquete de simples elaboração como um recurso didático, a fim de auxiliar no ensino de Hidrologia e Recursos Hídricos, propiciando uma experiência nova para os discentes, bem como para os docentes.

Gutierrez (1978) aponta que a maquete não deve ser avaliada apenas como uma possibilidade de comunicação, mas também possui a sua forma tridimensional, a qual permite visualizar a escala em espaço maior e, dessa forma, analisar o espaço próximo ao conhecido, sendo que essas visualizações instigam novas investigações e novas visualizações de campo.

Considera-se ainda importante a contribuição de Castrogiovanni (2000), que afirma que a maquete é um modelo tridimensional do espaço e que a construção dela seria um dos primeiros passos para desenvolver um projeto mais sistemático das representações cartográficas, ou seja, com o auxílio do professor, o aluno pode perceber a maquete como um recurso que lhe proporciona a compreensão do seu cotidiano, proporcionando assim a compreensão do espaço.

Interessante citar que a maquete possibilita, como ferramenta pedagógica, de acordo com Andujar e Fonseca (2009), fato de se apresentar aos estudantes uma representação do espaço geográfico em três dimensões. Isso contribui na medida em que facilita e proporciona um melhor entendimento das relações existentes entre os fenômenos e os elementos presentes, tais como o relevo, a vegetação e a formação de corpos hídricos. Nessa perspectiva, a utilização de recursos ou materiais didáticos diversificados é de suma importância para o processo de construção das noções técnicas e práticas pelos discentes em sala de aula, visto que estudar essas técnicas, como telhado verde, pavimento permeável, preservação da mata ciliar, entre outros, é tratar, de forma integrada, a discussão ambiental. Dispor de recursos visuais, como a maquete, fotos e vídeos, torna-se indispensável para o ensino de Hidrologia e Recursos Hídricos, sendo estas apenas algumas ferramentas que o professor pode utilizar em seus planejamentos de aula.

Com isso, o presente trabalho apresenta técnicas compensatórias de Engenharia Civil para o controle da drenagem urbana, e propõe a utilização da maquete como recurso didático-pedagógico para auxílio do docente em sala de aula, para melhor compreensão dos discentes acerca das técnicas apresentadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tucci (2001) registra que, com o desenvolvimento urbano, ocorre a impermeabilização do solo através de telhados, ruas calçadas e pátios, entre outros. Dessa forma, a parcela da água que infiltra passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoar lentamente pela superfície do solo e fica retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções. Ao planejar o uso de ocupação do solo, dividindo as áreas de forma que o meio ambiente seja respeitado e explorado da melhor maneira possível, espera-se que o problema com as cheias seja resolvido. O uso de técnicas compensatórias é uma saída muito utilizada, quando o uso de ocupação do solo não é respeitado ou mal projetado nas cidades. Essas técnicas incluem a utilização de telhado verde, bacias de retenção e detenção, pavimento poroso, valas vegetadas, captação da água das chuvas, entre outras. Os primeiros registros de uso municipal de medidas compensatórias de drenagem no Brasil foi o uso de bacias de detenção, utilizadas desde 1940, na cidade de Belo Horizonte/MG (FONSECA, 2006).

Além de contribuir para o desenvolvimento sustentável, os sistemas de drenagem podem ser desenvolvidos para melhorar o traçado urbano, melhorando o ambiente construído. O *Sustainable Urban Drainage System (SUDS)* visa à redução dos problemas de qualidade e quantidade, além da maximização das oportunidades de revitalização do espaço urbano e incremento da biodiversidade (CIRIA, 2007).

2.1 Telhado Verde

Minke (2005) afirma que o telhado verde é composto basicamente por uma camada superior de solo, a vegetação escolhida e uma subcamada inferior drenante, apoiada na cobertura ou laje, não se esquecendo da impermeabilização necessária entre ambas.

Conforme a bibliografia estudada, pode-se afirmar que o telhado verde tem benefícios e malefícios. A escolha desse tipo de técnica tem um impacto não só ambiental e econômico, mas também social, pois se trata de uma área com melhor respiro em meio a poluição. A natureza de coberturas tem despertado também um interesse especial na gestão pública de algumas cidades, pois se tornou uma estratégia de sustentabilidade que possibilita a implantação de vegetação na área urbana sem disputar pelo uso e ocupação do espaço do solo, já que se utiliza da cobertura das edificações para isso (CAETANO TIBIRIÇÁ; SANTOS, 2010). A Figura 1 ilustra a aplicação do telhado verde em casas.

Figura 1 - Telhado Verde em residência unifamiliar.



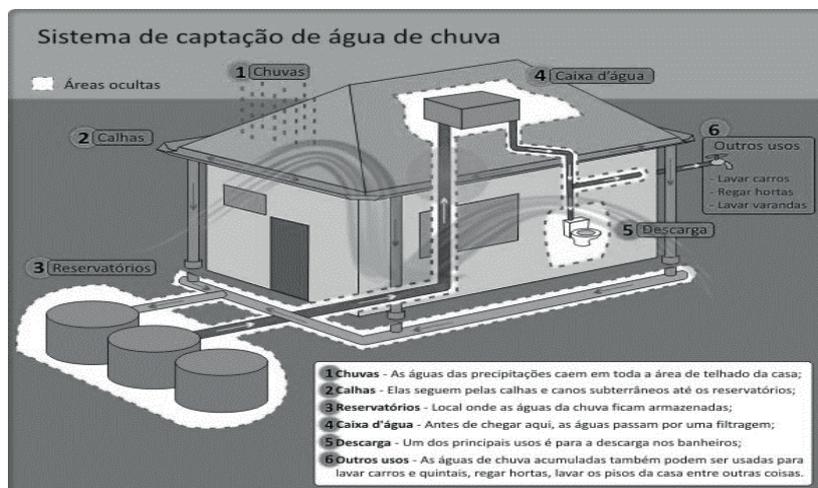
Fonte: 123Projetei (2022)

2.2 Captação de Água de Chuva

O sistema de captação da água pluvial pode ser simples ou de complexas instalações, podendo conter diversos tipos de dispositivos. Os sistemas simples dependem fundamentalmente de três elementos: precipitação, condutos horizontais e verticais e do reservatório de armazenamento. Já os sistemas complexos, são indicados para empreendimentos de grande porte, pois requerem assistência profissional, investimentos e reservatórios maiores ou interligados para armazenar grandes volumes de água (WATERFALL, 2002).

A água pluvial é uma forma antiga e das mais simples de abastecimento. Relatos referentes ao armazenamento e aproveitamento da água pluvial têm sido um método exercido por diferentes civilizações ao longo do tempo, em vários lugares do mundo. Registros históricos indicam inúmeras cisternas escavadas em rochas, utilizadas para o armazenamento da água da chuva, que são anteriores a 3000 a.C. (SAUTCHÚK, 2004). Nessa região, por apresentar cerca de 80% da área geográfica do subsolo por formação cristalina, sem lençol freático, o armazenamento da água pluvial tem se apresentado como opção mais indicada para suprir o consumo humano (MAY, 2004). Na Figura 2, se observa um modelo típico de sistema de águas pluviais.

Figura 2 - Sistema tradicional de captação de águas pluviais.

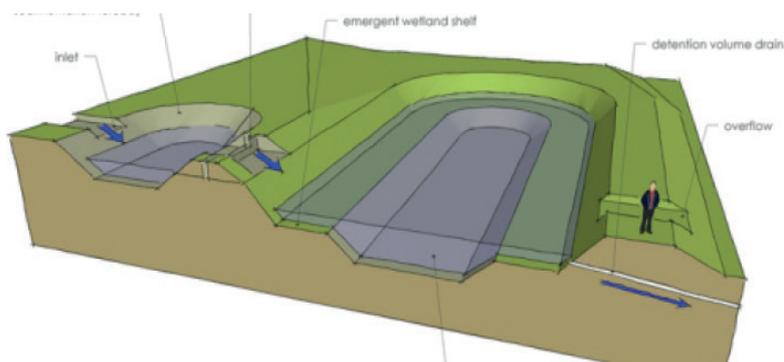


Fonte: Porte (2022)

2.3 Bacia de Detenção

A bacia de detenção é uma estrutura que tem por objetivo regular as vazões pluviais efluentes de uma bacia hidrográfica, pois a infiltração não é o aspecto principal da bacia e, sim, a detenção do escoamento, permitindo a transferência de vazões compatíveis com o limite tolerado pela rede de drenagem ou curso d'água existente. As bacias de detenção podem ser construídas de várias formas e com tipos de funcionamento variados (BAPTISTA, 2005). Na Figura 3, se observa uma bacia de detenção.

Figura 3 - Vista de uma bacia de detenção.



Fonte: Aquafluxus (2013)

2.4 Bacia de Retenção

As bacias de retenção mostram-se, em geral, como uma estrutura física composta dos seguintes constituintes (METHODS & DURRANS, 2003): **Corpo da bacia**, o qual inclui as bermas ou taludes laterais, com inclinações, em consonância com o fato de se tratar ou não de uma bacia acessível ao público, com o fundo, o qual pode ser impermeabilizado, devendo apresentar sempre inclinação por forma a evitar a estagnação da água e criação de zonas pantanosas; **Dique de jusante**, onde são instalados, geralmente, os dispositivos de descarga em condições normais, sendo a capacidade de armazenamento máxima da bacia definida pela altura vertical do bordo livre; **Dispositivos de descarga normal**, constituídos por coletores, orifícios e válvulas, dimensionados por forma a escoar os caudais efluentes em função da capacidade do meio receptor; **Dispositivos de segurança**, é, geralmente, constituído por um descarregador de superfície instalado no bordo livre do dique de jusante, permitindo a descarga de volumes de água que excedam a capacidade de retenção da bacia em episódios de precipitação extrema ou no caso de obstrução dos dispositivos de descarga em condições normais; **Dispositivo de descarga de fundo**, instalado quando se pretende o esvaziamento total da bacia, no caso de bacias com nível de água permanente, por exemplo, para operações de limpeza e manutenção, sendo, geralmente, instalado na base do dique de jusante. A Figura 4 ilustra a estrutura de uma bacia de retenção.

Figura 4 - Vista de uma bacia de retenção situada no município de Guimarães (Portugal).

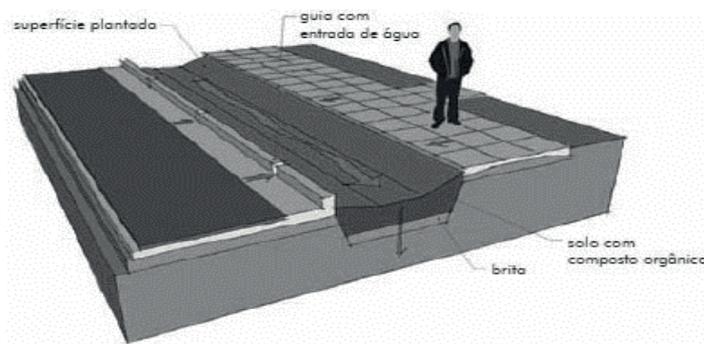


Fonte: Câmara Municipal de Guimarães (2016)

2.5 Valas Vegetadas

Herzog (2010) explica que as valas vegetadas ou biovaletas são “jardins lineares em cotas mais baixas ao longo de vias e áreas de estacionamento” que recebem “as águas contaminadas por resíduos de óleos, borracha de pneus, partículas de poluição e demais detritos”, promovendo assim, uma “filtração inicial”. O escoamento superficial é primeiro filtrado através da vegetação de superfície, removendo sedimentos grossos a médios. Em seguida, percola através de um meio filtrante, onde as partículas finas são removidas e os nutrientes solúveis são absorvidos pelas raízes das plantas e micróbios do solo. Na Figura 5, se visualiza a função de uma vala vegetada ou biovaletas.

Figura 5 - Esquema tridimensional de uma vala vegetada.



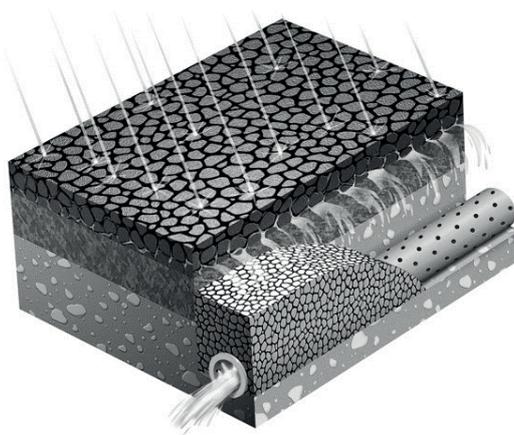
Fonte: reformafacil.com.br (2011).

2.6 Pavimentos Permeáveis

Pavimentos permeáveis são definidos como sendo aqueles que possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água pode escoar, podendo infiltrar no solo ou ser transportada através de sistema auxiliar de drenagem. Esse tipo de pavimento busca reduzir o volume de água referente ao escoamento superficial e, por consequência, reduzir a solicitação do sistema de drenagem urbana e a probabilidade de enchentes (FERGUSON, 2005). Segundo EPA (1999), algumas vantagens do uso de pavimentos permeáveis são:

- Tratamento da água da chuva, através da remoção de poluentes;
- Diminuição da necessidade de meio-fio e canais de drenagem;
- Aumento da segurança e conforto em vias, pela diminuição de derrapagens e ruídos;
- Dispositivo de drenagem que se integra completamente à obra, não necessitando de espaço exclusivo para o dispositivo. Na Figura 6, abaixo, se observa a atuação dos pavimentos permeáveis na infiltração de águas pluviais.

Figura 6: Figura tridimensional dos pavimentos permeáveis na absorção de águas pluviais.



Fonte: engenharia360.com, S/D.

3 A MAQUETE COMO RECURSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

Para a definição das medidas compensatórias a serem expostas na maquete, adotou-se a pesquisa exploratória em artigos acadêmicos, livros, teses e dissertações acerca do assunto tratado, bem como a pesquisa voltada para a construção e funcionamento da maquete tridimensional e a definição dos melhores materiais a serem utilizados no artefato.

A utilização de maquetes como recurso didático-pedagógico foi realizada pioneiramente por Simielli *et al.* (1991). Sua experiência sobre a confecção de maquete no Brasil foi publicada com o título "Do Plano ao tridimensional: a maquete como recurso didático". Outro artigo de Simielli *et al.* (2007) confirmou a metodologia, "Maquete de relevo: um recurso didático tridimensional", ambos publicados no Boletim Paulista de Geografia (BPG), da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção São Paulo (AGB – SP).

De acordo com Simielli *et al.* (2007), o objetivo primeiro em se construir maquetes de relevo é o de possibilitar uma visão tridimensional das informações que, no papel, aparecem de forma bidimensional. Dessa maneira, pode-se trabalhar várias outras funções correlacionadas com essas formas topográficas. Diante da publicação feita por Simielli *et al.* (2007), a utilização de maquetes como ferramenta didático-pedagógica, além do fato de esses recursos permitirem ao meio acadêmico atingir resultados positivos, tem levado docentes a aderir a essa metodologia de ensino. Um exemplo é o da professora Dra. Mafalda Nesi Francischett, do curso de Geografia da UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Francisco de Beltrão. Sua maquete teve como objetivo representar as longitudes, latitudes e altitudes.

Dessa forma, Francischett (2004) afirma que, como ferramenta metodológica, as maquetes fornecem importante subsídio para a apropriação da complicada linguagem cartográfica, superando a impressão de que essa ciência apenas representa o real, avançando para um entendimento de que a Cartografia confere instrumentos necessários para ler o mundo, compreender, pensar e refletir sobre a relação dos homens entre si e com a natureza, na produção de sua vida.

Ferneda *et al.* (2011) usaram o recurso através da utilização de maquetes físicas tridimensionais em madeira, para o aprendizado em projeções geométricas e perspectivas. Concluíram que o uso das maquetes físicas tridimensionais se apresentou como uma ferramenta facilitadora no ensino das disciplinas de desenho técnico e expressão gráfica. Sousa (2014) usou a maquete como um recurso didático de relevo, com o objetivo de auxiliar os docentes no ensino e aprendizagem de alunos do ensino fundamental. Concluiu que todos os participantes da oficina ficaram interessados pelas atividades das aulas práticas, e que a maquete proporcionou, de forma excelente, a integração entre todos. Acredita-se que a oficina de maquete de relevo é um recurso didático, de fato efetivo, como metodologia para auxiliar no ensino e aprendizagem para professores, alunos do ensino fundamental, médio, técnico e de graduação, com aulas práticas.

Carvalho *et al.* (2016) propuseram a elaboração da prática pedagógica a ser desenvolvida com alunos de Ensino Fundamental ou Médio, em aulas de Geografia, cujo tema é hidrologia, tendo como objetivo a elaboração de maquetes de bacias hidrográficas. Consideraram, ao final, que se evidencia 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. Os resultados revelaram um grande interesse dos educandos, ao fazerem uso da maquete nas aulas, permitindo inferir a significativa eficiência dessa ferramenta para o ensino de Geografia. Esse recurso tem sido adotado em outras áreas acadêmicas de ensino, como Arquitetura e em campos administrativos. Nesses casos, a maquete é usada para representação de um empreendimento a ser implementado.

A maquete pode ser útil também em áreas como *marketing*, indústrias, loteamentos residenciais e comerciais. Com a utilização de variados tipos de materiais, ela terá o foco de explorar todo espaço trabalhado para apresentação do projeto, causando, assim, uma impressão diferenciada de quem observa, assim como sua compreensão e entendimento.

3.1 A construção da Maquete

A primeira etapa para a construção da maquete se iniciou com levantamentos bibliográficos e pesquisa sobre possíveis materiais a serem utilizados. Posteriormente, se iniciou a busca pelos materiais em lojas físicas e virtuais, visando à maior economia financeira no projeto. Definido os locais de compra, foram feitas as aquisições dos itens iniciais da maquete, que foram levados para o local de montagem, conforme se observa na Tabela 1. Iniciada a estrutura da maquete, apresentou-se o carrinho que a sustenta. Esse carrinho foi fabricado em metalon (Figura 7) e encomendado na serralheria, com as medidas já previstas em esboço (vide Tabela 1). Para que tudo saísse conforme o projeto, foi acompanhada a soldagem peça por peça. As

peças de vidro foram encomendadas na vidraçaria. O furo para a colocação da torneira de saída de água e a montagem do aquário foram realizados no mesmo local, para a garantia na qualidade de vedação. Como parte de maior custo na maquete, foi dada a atenção necessária em cada detalhe de sua montagem e, após essa etapa, foi retirado todo o excesso de silicone usado para a vedação. Para poder iniciar a montagem da maquete, o primeiro passo foi encaixar o vidro junto à estrutura de *metalon*, com o devido cuidado, para não trincar ou arranhar.

Figura 7 - Base da maquete (estrutura e aquário).



Fonte: Autores (2019)

Tabela 1 - Lista de materiais utilizados, quantidade e respectivos custos de aquisição.

Item	Atividade	Quantidade	Valor unitário	Custo Global
1	Aquisição de livros	1	R\$ 114,45	R\$ 114,45
	Insumos de impressão			
2	- Papel (resma)	2	R\$ 23,00	R\$ 46,00
	- Encadernações	10	R\$ 5,00	R\$ 50,00
	Traslados e Alimentação			
3	- Traslados	10	R\$ 45,00	R\$ 450,00
	- Alimentação	10	R\$ 30,00	R\$ 300,00
	Materiais para a maquete			
	- Carrinho para locomoção	1	R\$ 130,00	R\$ 130,00
	- Vidro	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
	- Rodinhas	4	R\$ 7,00	R\$ 28,00
	- Placa de isopor 10mm	1	R\$ 4,00	R\$ 4,00
	- Placa de isopor 20mm	1	R\$ 5,00	R\$ 5,00
	- Cola adesiva	4	R\$ 10,00	R\$ 40,00
	- Espuma D20 laminado	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
	- Espuma D28	0,6	R\$ 100,00	R\$ 60,00
	- Carpete com resina verde	1	R\$ 32,90	R\$ 32,90
	- Ramos de suculentas	6	R\$ 15,90	R\$ 95,40
	- Plantas artificiais pequenas	4	R\$ 1,99	R\$ 7,96
	- Pistola de cola quente	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
	- Bastões de cola quente	50	R\$ 0,60	R\$ 30,00
	- Esmalte sintético 112,5ml	1	R\$ 7,00	R\$ 7,00
	- Esmalte sintético 225ml	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
	- Caixa d'água 1512 Frateschi	1	R\$ 24,82	R\$ 24,82
	- Sobrado 1521 Frateschi	1	R\$ 26,40	R\$ 26,40
	- Tintas de tecido	9	R\$ 3,50	R\$ 31,50
	- Carrinho de brinquedo	1	R\$ 4,50	R\$ 4,50
	- Lixa d'água nº 150	2	R\$ 1,99	R\$ 3,98
	- Regadores	2	R\$ 10,00	R\$ 20,00
	- Tecido para proteção	1	R\$ 6,00	R\$ 6,00
	TOTAL			R\$ 1.734,91

Fonte: Autores, 2019.

Tendo a estrutura em posse e montada, efetuou-se a aquisição das partes pequenas que compõem a maquete e todo o material que utilizado para a representação do solo. Anteriormente à manufatura das técnicas que compuseram a maquete, pensou-se na durabilidade do artefato. Após alguns testes iniciais, foi constatado que a espuma, em contato com o vidro, não permitiria que água utilizada na maquete escoasse para o ponto de saída. Com tal preocupação, decidiu-se por não manter as espumas, e tudo o que ficaria em contato com o vidro. Ao fabricar um suporte em isopor, foi dado à maquete a possibilidade de que toda a água utilizada nas demonstrações não ficasse presa nos materiais, danificando-os com o aparecimento de mofo. Para a fabricação do suporte, foram usadas duas placas de isopor com 50cm de largura por 100cm de comprimento, sendo uma com 20mm de espessura, para fazer as tiras transversais, e uma com 10mm de

espessura, para fazer as tiras longitudinais. Cada tira na transversal, ficou com 10cm de largura por 50cm de comprimento e, cada tira na longitudinal, ficou com 12cm de largura por 90cm de comprimento. As peças foram unidas por cola quente.

3.1.1 O Solo

Para a representação das camadas do solo, decidiu-se pela utilização de diferentes densidades de espuma laminada. A camada mais profunda foi confeccionada com espuma D28 com 7cm de espessura, visto que a ideia é usá-la para representar uma camada de solo mais espessa, onde ocorra uma demora para água fazer a sua passagem e chegar até o vidro. Como a espuma vem, por padrão, com a medida de 190cm de comprimento, optou-se pela compra de 60cm de largura, condizente à largura da própria maquete, sendo também a opção de compra que resultaria em menos desperdícios. Nas medidas correspondentes à saída de água da estrutura (torneira), fez-se um furo para a facilitação da saída da água utilizada na apresentação aos discentes. Seguindo com a parte representativa do solo, foram necessárias três camadas da espuma D20 com 2cm de espessura que, por ser menos densa, facilitou a penetração de água e o manejo para formação de relevo, declives e aclives, corte para o rio e para as bacias de retenção e detenção. Inicialmente, todas as camadas tiveram 60cm de largura por 100cm de comprimento. Após a secagem da etapa anterior, foram feitas as marcações na espuma superior, determinando os locais e as dimensões de cada técnica a ser esclarecida pelo projeto. Foram delimitados: o leito do rio, a pista, o estacionamento, as bacias de retenção e detenção, a localização da casa e a vala vegetada, conforme demonstrado na Figura 8.

Figura 8 - Localização das técnicas compensatórias na maquete.



Fonte: Autores, 2019.

O rio foi representado com uma largura média de 4 cm, variando essa medida ao longo do seu curso. A primeira camada de espuma D20 foi retirada, fazendo-se cortes em diagonal, dando a forma desejada para a calha do rio e, ao longo de sua extensão, a segunda camada foi sendo extraída, obtendo, assim, a variação de profundidade desejada até atingir os 4cm.

3.1.2 Os Pavimentos

A pista foi desenhada com uma largura constante de 8cm e tingida com uma mistura de tintas de tecido nas cores branco e preto. Posteriormente, ela foi coberta com E.V.A. preto (relatado com detalhes na etapa de

finalização), conferindo ao traçado a representação do revestimento asfáltico impermeável. Essa estrutura é uma parte importante, pois faz a ligação entre a casa e a bacia de detenção, passando ao lado da vala de infiltração e sobre o rio, através de uma ponte. Para a representação do asfalto permeável, foi selecionado o estacionamento ao lado da bacia de detenção, tingido igualmente à pista, com uma mistura de cores de tinta de tecido preto e branco, e feitos os detalhes das faixas de trânsito com as tintas de tecido, nas cores branco e amarelo ouro. Como acabamento da parte superficial da maquete, utilizou-se carpete na cor verde com característica visual semelhante a de um gramado, tornando-o ainda mais interessante para uso. Foram cobertos com o carpete, todos os espaços destinados à cobertura vegetal.

4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir, ao fim da construção da maquete tridimensional, após o êxito dos testes, que cada técnica representada foi submetida a variados volumes de água e se provaram eficientes e visíveis. A escolha dos materiais propostos na construção, conforme Tabela 1, resistiu como previsto e agradou na estética, mesmo após constantes testes e apresentações.

Tendo em vista que o projeto piloto tem como objetivo disponibilizar a maquete ao docente para o uso na disciplina, os resultados obtidos nos testes foram satisfatórios, pois a vida útil da maquete é um importante aspecto a ser assegurado.

Compreende-se que a maquete é um importante recurso devido à clareza, visibilidade e objetividade na apresentação das técnicas utilizadas, permitindo, ao discente, interação diretamente com o assunto abordado e, conseqüentemente, um melhor aproveitamento do conhecimento transmitido e complementar ao teórico presente no conteúdo da disciplina.

As primeiras apresentações da maquete realizadas para discentes e docentes foram elogiadas por ambos grupos, pois permitiram a observação das técnicas e seus objetivos em um ambiente urbano que retrata a situação de grande parte dos municípios brasileiros.

Cabe registrar também que o custo-benefício da maquete é relativamente baixo (R\$ 1.734,91), conforme apresentado na Tabela 1, pois o artefato construído tem durabilidade alta e pode ser utilizado por vários anos, como também por disciplinas de outros cursos afins, além da Engenharia Civil. A maquete pode ser um incentivo para a feitura de outras técnicas compensatórias voltadas para a mitigação de alagamentos e inundações em áreas urbanas. A construção de maquetes pelos discentes e protagonistas se constitui como uma metodologia ativa, pois auxilia no desenvolvimento e entendimento das competências da disciplina de Hidrologia e Recursos Hídricos.

A maquete pode também ser montada sobre rodas, pois essa característica permite o deslocamento do artefato com facilidade para outros ambientes além da sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ANDUJAR, P. V.; FONSECA, Ricardo Lopes. **A utilização de maquetes como instrumento metodológico nas aulas de Geografia**. In: Simpósio Nacional de Recursos Tecnológicos Aplicados à Cartografia e XVIII Semana de Geografia, 21 a 25 de set. 2009. Maringá, Paraná.
- AQUALUXUS. Consultoria Ambiental em Recursos Hídricos. **Um pouco mais sobre retenção de águas pluviais**. 2013. Disponível em: <https://www.aquafluxus.com.br/um-pouco-mais-sobre-detencao-das-aguas-pluviais/?lang=en>. Acesso em: 1 ago. 2022.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. 1. ed. Porto Alegre: ABRH, 2005.
- BRAGA, Júlia Oliveira. **Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF**. Brasília, 2016. Monografia de graduação (Disciplina Prática e Pesquisa de Campo 2), - Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/19267/1/2016_JuliaOliveiraBraga.pdf. Acesso em: 14 dez. 2018.
- CAETANO, Fernando D. N.; TIBIRIÇÁ, Antônio C. G.; SANTOS, Glaucio, L. A. A. Sistema de cobertura verde para uma edificação na área de saúde numa IFES. **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Canela, out. 2010.
- CÂMARA MUNICIPAL DE GUIMARÃES. **Bacias de retenção em Guimarães são exemplo nacional na prevenção de cheias em meio urbano**. Disponível em: <https://www.cm-guimaraes.pt/conhecer/noticia/bacias-de-retencao-em-guimaraes-sao-exemplo-nacional-na-prevencao-de-cheias-em-meio-urbano>. Acesso em: 1 ago. 2022.
- CARVALHO, Juliana Wilse Landolfi Teixeira de; MYSCZAK, Luciano Augusto; DE OLIVEIRA, Fabiano Antonio. Bacias hidrográficas simuladas em maquetes: prática pedagógica para ensino fundamental e médio. **Geosaberes**, Fortaleza, volume 7, novembro de 2016. ISSN 2178-0463. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/336>. Acesso em: 8 maio 2019.
- CASTROGIOVANNI, Antonio *et al.* **Ensino de Geografia: práticas e textualizações no cotidiano**. Porto Alegre: Mediação, 2000.
- CIRIA. 2007. **The SuDS manual** - Construction Industry Research and Information Association. 2007.
- CRISTO, S. S. V. **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados a enchentes e deslizamentos do setor leste da Bacia Hidrográfica do Rio Itacurubi, Florianópolis, Santa Catarina**. Florianópolis, 2002. 211 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- ENGENHARIA 360. **Modelo de Pavimento Permeável**. 2013. Disponível em: <https://engenharia360.com/pavimentos-permeaveis-reduz-inundacoes/>. Acesso em: 29 jul. 2022.
- EPA, 1999. **Storm Water Technology Fact Sheet, Porous Pavement**. EPA 832-F-99. Office of Water, Washington, D.C.
- FERGUSON, B. K. **Porous Pavements. Integrative Studies in Water Management and Land Development**. Florida, 2005.
- FERNEDA, M. C., DIAS, G. B. C, BRUM, L. S. **Uso de maquetes físicas tridimensionais para o ensino/aprendizagem em desenho técnico**. XXXIX COBENGE - Blumenau, SC – 2011. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/8/sextoestec/art1688.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

FONSECA, P. L. DA, NASCIMENTO, E. A. DO, & LONGO, O. C. **Gestão ambiental de bacias hidrográficas: medidas não convencionais no controle de cheias urbanas – principais aspectos, considerações e ações integradas.** XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de novembro de 2006.

FRANCISCHETT, Mafalda Nesi. **A cartografia no ensino de geografia: a aprendizagem mediada.** Cascavel, Paraná. EDUNIOESTE, 2004.

GUIERREZ, Francisco. **Linguagem Total: uma Pedagogia dos Meios de Comunicação.** São Paulo: Summus Editorial, 1978.

HERZOG, C., & ROSA, L. (2010). Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista LABVERDE**, (1). Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i1p92-115>. Acesso em: 15 jan. 2019.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

METHODS, H., & DURRANS, S. R. (2003). **Stormwater Conveyance Modeling and Design.** Waterbury: Haestad Press.

MINKE, Gernot. **Techos Verdes.** Espanha: EcoHabitar, 2005.

PORTE Engenharia Ambiental e Sanitária. **Figura de sistema de captação de águas pluviais.** 2018. Disponível em: <https://portejr.com.br/captacao-de-aguas-pluviais/> Acesso em: 2 ago. 2022.

123 PROJETEI. **Figura de Telhado Verde em residência unifamiliar.** 2020. Disponível em: <https://conteudo.123projetei.com/telhado-verde-vantagens-desvantagens/>. Acesso em: 2 ago. 2022.

REFORMA FÁCIL. **Infraestrutura Verde: biovaletas.** Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=qb_HL8_scWU. 2011. Acesso em: 1 ago. 2022.

SAUTCHÚK, C. A. **Formulação de diretrizes para a implantação de programas de conservação de água em edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SIMIELLI, Maria Elena Ramos; GIRARDI, Gisele; MORONE, Rosemeire. Maquete de relevo: um recurso didático tridimensional. **Boletim Paulista de Geografia.** São Paulo, n. 87, 2007.

SIMIELLI, Maria Elena; GIRARDI, Gisele; BROMBERG, Patrícia; MORONE, Rosemeire; RAIMUNDO, Sílvia Lopes. Do plano ao tridimensional: a maquete como recurso didático. **Boletim Paulista de Geografia,** São Paulo, n. 70, 1991.

SOUSA, R.R. **Oficina de maquete de relevo. Um recurso didático.** Terræ Didática, 2014. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>. Acesso em: 8 maio 2019.

TUCCI, C. M. Gerenciamento de drenagem urbana. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, volume 7. 2001. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/GEREN02.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2018.

WATERFALL, P.H. **Harvesting Rainwater for Landscape Use.** University of Arizona Cooperative (2002). Disponível em: <http://ag.arizona.edu/pubs/water/az1052/>. Acesso em: 25 mar. 2019.