

REPRESENTAÇÕES DO RELEVO PARTIR DA REALIDADE AUMENTADA: O uso da caixa de areia no ensino de geografia física

*REPRESENTATIONS OF RELIEF FROM AUGMENTED REALITY: The use of the sandbox in the teaching of
physical geography*

*REPRESENTACIONES DEL RELIEVE A PARTIR DE LA REALIDAD AUMENTADA: El uso de la caja de arena
(sandbox) en la enseñanza de la geografía física*

RESUMO

O objetivo deste artigo é mostrar como que o uso da sandbox, auxiliada por produtos cartográficos, pode contribuir para o ensino da geografia física como uma ferramenta pedagógica. Para tal, considerou-se a representação das formas de relevo como ponto de partida para a compreensão dos fenômenos e processos geológicos, geomorfológicos e climatobotânicos em diferentes escalas, ratificando a importância da análise espacial a partir dos domínios morfoclimáticos proposto por Ab'Saber (1967, 2003). A metodologia utilizada segue a classificação de relevo proposta por Ross (2008), que apresenta seis níveis taxonômicos a partir da planialtimetria do relevo e que foi representada a partir de diferentes linguagens cartográficas, como mapas temáticos, perfis topográficos, MDTs, fotografias, e, por fim, o uso da sandbox para a representação dessas formas, contextualizadas em diferentes escalas. Os resultados foram satisfatórios, de modo que foi possível representar cinco dos seis níveis taxonômicos na sandbox, por alunos do ensino médio técnico. A pesquisa concluiu que os alunos mostraram maior facilidade e interesse nos conteúdos abordados, quando estes foram apresentados a partir da sandbox, em relação aos mapeamentos temáticos previamente apresentados. Por outro lado, salientaram que sem a introdução/apresentação dos mapas, perfis topográficos e fotografias não seria possível a compreensão de todas as formas de relevo e sua relação com as questões socioambientais relacionadas ao domínio de mares de morros.

Palavras-chave: Prática de Ensino. Sandbox. Mapas. Geomorfologia.

-  Raphael Rodrigues Brizzi ^a
-  Francisco Carlos Moreira Gomes ^b
-  Rodrigo Batista Lobato ^c
-  Andréa Paula de Souza ^d
-  Alexander Josef Sá Tobias da Costa ^e
-  Kelly Souza Costa ^f

^a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^b Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^c Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil

^d Faculdade de Educação da Baixada Fluminense (FEBF/UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^e Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^f Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP/UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

DOI: 10.12957/geouerj.2022.56278

Correspondência:

raphael.brizzi@ifrj.edu.br

francisco.gomes@ich.uff.br

rodrigolobato.geo@gmail.com

andreaps.uerj@gmail.com

ajcostageo@gmail.com

kellycostageo@gmail.com

Recebido em: 28 nov. 2020

Revisado em: 18 jul. 2022

Aceito em: 25 ago. 2022





ABSTRACT

The purpose of this article is to show how the use of the sandbox, aided by cartographic products, can contribute to the teaching of physical geography as a pedagogical tool. In order to do this, It easy considered the representation of landforms as a starting point for understanding the phenomena and geological, geomorphological and climatobotanical processes at different scales, confirming the importance of spatial analysis from the morphoclimatic domains proposed by Ab'Saber (1967, 2003). The methodology used follows the relief classification proposed by Ross (2008), which presents six taxonomic levels based on the planialtimetry of the relief and which was represented by means of different cartographic languages, such as thematic maps, topographic profiles, MDTs, photographs, and, finally, the use of the sandbox to represent these forms, contextualized at different scales. The results were satisfactory, so that it was possible to represent five of the six taxonomic levels in the sandbox, by high school students. The research concluded that students showed greater ease and interest in the taught contents, when they were presented from the sandbox, in relation to the thematic mappings previously presented. On the other hand, they stressed that without the introduction / presentation of maps, topographic profiles and photographs, it would not be possible to understand all forms of relief and their relationship with socio-environmental issues related to the domain of seas of hills.

Keywords: Teaching practice. SandBox. Maps. Geomorphology.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es mostrar cómo el uso de la caja de arena (sandbox), con la ayuda de productos cartográficos, puede contribuir a la enseñanza de la Geografía Física como herramienta pedagógica. Para ello, se consideró la representación de accidentes geográficos como un punto de partida para la comprensión de fenómenos y procesos geológicos, geomorfológicos y climatobotánicos a diferentes escalas, confirmando la importancia del análisis espacial basado en los dominios morfoclimáticos propuestos por Ab'Saber (1967, 2003). La metodología que se empleó sigue la clasificación de relieve propuesta por Ross (2008), que



presenta seis níveis taxonômicos a partir de la planialtimetría del relieve, que se representa a partir de diferentes lenguajes cartográficos, como mapas temáticos, perfles topográficos, MDT, fotografías y, finalmente, el uso del sandbox para la representación de las formas de relieve, contextualizadas en diferentes escalas. Los resultados fueron satisfactorios, por lo que fue posible representar cinco de los seis niveles taxonômicos en la caja de arena por estudiantes de secundaria. La investigación concluyó que los estudiantes mostraron mayor facilidad e interés en los contenidos discutidos cuando fueron presentados desde el sandbox, en relación a los mapeos temáticos presentados anteriormente. Por otro lado, destacaron que sin la introducción / presentación de mapas, perfles topográficos y fotografías, no sería posible comprender todas las formas de relieve y su relación con las cuestiones socioambientales relacionadas con el dominio de mares de cerros.

Palavras-chave: Prática de Enseñaza. Sandbox. Mapas.

Geomorfología.



INTRODUÇÃO

Desenvolver e/ou saber manipular um instrumento de realidade aumentada aplicada ao ensino de geografia pode não ser uma tarefa muito fácil. Primeiro, porque é preciso dominar a linguagem de programação e segundo, porque tais conhecimentos não fazem parte da grade curricular dos cursos de licenciatura da ciência geográfica. Desse modo, o professor de geografia teria que sair da sua área de conhecimento para aprender novos conceitos e técnicas, principalmente àqueles relacionados ao ramo da informática. Essa questão dificulta muito a inserção de tecnologias digitais no ensino de geografia, sobretudo por ser a variável “tempo” associada a recursos financeiros. Ou seja, a busca por maior carga horária em sala de aula, isto é, o tempo para produzir materiais e/ou práticas inovadoras no ensino geografia se torna cada vez mais dificultada ou até mesmo inexistente para muitos professores da rede pública e, principalmente, da rede privada.

Entretanto, o potencial pedagógico das ferramentas digitais para a geografia e outras áreas do ensino são confirmadas por Ide (2014) ao afirmar, por exemplo, que a realidade aumentada amplia a cognição, memória e percepção, sendo esta última, fundamental para o raciocínio integrado e crítico dos fenômenos inerentes à relação Homem-Natureza materializados no espaço geográfico (OLIVEIRA, 2012).

Considerando o potencial da ferramenta de realidade aumentada, chama-se a atenção para o desenvolvimento de um projeto desenvolvido por pesquisadores da Universidade da Califórnia, em Los Angeles - O Ar-SandBox. Esse projeto combina ferramentas de visualização 3D com exibição em uma caixa preenchida com areia (*sandbox*), que permite aos usuários criarem moldes topográficos, e em tempo real, representados por um conjunto de cores, curvas de nível e simulação do fluxo de água na topografia gerada (UCLA, 2019). O *software* para tratar as variáveis programadas é livre, o que permite ampla utilização pelos alunos e professores do mundo inteiro, além de possibilitar programar novos módulos dentro da plataforma, que está



disponível

em:

<https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/Instructions.html>.

A programação de novos módulos no *software Ar-Sandbox*, tais como a dinâmica de erupções vulcânicas, estruturas moleculares e ligações químicas que representem a contaminação dos solos e recursos hídricos, o aumento do intervalo das curvas de nível para o melhor detalhamento das formas de relevo e a representação da fauna submarina, torna essa prática necessária e rica, o que confirma o seu potencial pedagógico, considerando também, o envolvimento dos alunos de iniciação científica na pesquisa e na extensão.

Tal aplicação possibilita a interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento, como a biologia, a física e a química, reconhecidas como disciplinas propedêuticas comumente abordadas no ensino médio e técnico. Embora tal instrumento de aplicação no ensino seja favorável ao aprendizado dos alunos, o domínio da informática pode ser um limitador para o desenvolvimento dessa prática, assim como a construção da caixa de areia adaptada aos equipamentos e à realidade do local de trabalho no qual o professor leciona.

Assim, há necessidade de que os docentes das áreas propedêuticas e das ciências da computação e engenharias desenvolvam métodos e/ou projetos juntos, fortalecendo de forma inovadora as práticas pedagógicas que existem dentro dos Institutos Federais de Educação – instituição na qual essa pesquisa foi desenvolvida. Ressalta-se que essa pesquisa tem como fio condutor o tripé ensino-pesquisa-extensão, sendo realizada com as turmas de ensino médio técnico (Meio Ambiente e Informática) e da Pós-Graduação em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) do *campus* Arraial do Cabo.

Em vista disso, é importante que se discuta/insira o uso das tecnologias digitais nos currículos de licenciatura em geografia para estimular e desenvolver materiais didáticos e práticas de ensino com essas ferramentas e possibilitar aos futuros



professores à qualificação necessária para o desenvolvimento, aplicação e, portanto, autonomia pedagógica no processo de ensino e aprendizagem.

Em seguida, destaca-se que essa prática tem o relevo como ponto de partida para o ensino, compreensão e análise espacial (geográfica) e que o professor deve considerar os processos que transitam em diferentes escalas de análise e de tempo, tendo como gênese ou resultante, a indissociável relação entre a sociedade e a natureza. Dessa forma, o ensino dos conteúdos da geografia física ganha destaque na compreensão dos fenômenos naturais que condicionam e são condicionados pelas ações antrópicas.

Ademais, salienta-se que a inserção dessas novas tecnologias/metodologias nas práticas de ensino apenas facilita a compreensão do real (objeto em análise) pelo universo da sala de aula, sendo o uso da *sandbox*, também auxiliada pelo uso da cartografia, mais uma prática de ensino que ajuda a reduzir as abstrações de conceitos desenvolvidos pela geografia aos alunos, a partir do ensino das formas de relevo e seus processos formadores.

Por esse motivo, o professor de geografia deve ter ciência de que, não somente ter autonomia na construção de novas práticas é importante, como também a construção de uma formação sólida em relação à temática a ser abordada, pois, se fragilizada, pode resultar em uma falsa evolução no próprio ensino do objeto - o relevo, que, neste caso em particular, é o ponto de partida para a construção da compreensão espacial.

No que tange a essa formação, é indispensável que o domínio da técnica para a produção e/ou a manipulação de produtos de representação espacial (cartas, mapas e perfis topográficos) estejam inseridos na formação do professor de geografia que vai se apropriar desta prática. Essa recomendação é importante, pois se considera que a representação cartográfica das formas de relevo tem sido a mais utilizada no ensino de geografia física, haja vista a variedade de dados disponíveis pelos órgãos governamentais.



Entretanto, aponta-se que ainda há dificuldades ao ensino dos conteúdos da geomorfologia tanto no ensino médio como no ensino superior, onde a cartografia, com sua má utilização ou até mesmo a sua ausência, ganham destaque nessa abordagem, sendo a matemática um parâmetro desestimulante para essa última opção (SEEMANN, 2013).

Segundo Afonso e Armond (2009), essa fragilidade também é reflexo da dicotomia geografia “física e humana”, presente em boa parte da geografia escolar do século XX e ainda presente no século XXI. Por outro lado, é extremamente importante que o docente esteja atento às terminologias/classificações apresentadas em diversos mapeamentos geomorfológicos, principalmente os governamentais, e suas escalas de representação, pois podem gerar confusões significativas no entendimento da morfogênese e, conseqüentemente, na taxonomia. Como exemplo, Pelech *et al.* (2019) destacam ambiguidades nas classificações de relevo em relação ao que pode ser identificado como serra e o que é planalto.

Embora não seja o foco deste artigo, entende-se também a importância de discussões mais aprofundadas sobre o currículo dos cursos de licenciatura em relação às disciplinas de prática de ensino com foco no desenvolvimento e no uso de tecnologias digitais voltadas para os conteúdos da geografia física. E ratifica-se que essa forma de ensinar é mais uma possibilidade para a prática de ensino em geografia disponível à formação de futuros docentes, a partir da construção e do uso de mapas e da *sandbox*, considerando a representação das formas de relevo como ponto de partida para a compreensão dos processos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e climato-botânicos em diferentes escalas.

Desse modo, a proposta aqui apresentada foca no ensino da compreensão e análise espacial baseada nos conteúdos de geografia física a partir dos conceitos produzidos para a classificação dos domínios morfoclimáticos e fitogeográficos propostos e discutidos por Ab’Saber (1967; 2003) e, posteriormente, refinados no mapeamento de Ross (2008), em detrimento de insumos tecnológicos que



possibilitaram a realização da análise espacial em escalas de maior detalhe cartográfico.

Com o propósito de colaborar com novas práticas no ensino, o objetivo desta pesquisa é mostrar como a aplicação do uso da realidade aumentada, auxiliada por instrumentos cartográficos, ajuda no ensino e na aprendizagem das temáticas que envolvem a geografia física, a partir da representação das diferentes formas do relevo.

Evolução das classificações do relevo brasileiro e suas aplicações

O mapeamento das formas de relevo no Brasil começou na década de 1940 com o professor Aroldo de Azevedo da Universidade de São Paulo (USP). No mapeamento proposto pelo autor, as formas de relevo no Brasil eram classificadas de duas formas: Planaltos (altitudes acima de 200 metros) e planícies (altitudes inferiores a 200 metros). Até esse momento, nenhum mapeamento geomorfológico havia sido realizado, o que colaborou e muito para o reconhecimento do relevo brasileiro em escala territorial. Assim, o território brasileiro foi classificado com oito unidades de relevo: o planalto das Guianas, a planície Amazônica, o planalto Central, a planície do Pantanal, o planalto Atlântico, a planície costeira, o planalto Meridional e a planície do Pampa.

No final da década de 50 uma nova classificação de relevo é apresentada pelo professor Aziz Nacib Ab'Saber, também do departamento de geografia da Universidade de São Paulo. Aziz Ab'Saber, discípulo de Aroldo de Azevedo, rompe com a metodologia de classificação planialtimétrica e chama a atenção para os processos geomorfológicos. Segundo o autor, os agentes exógenos (principalmente os fatores climáticos) são fundamentais para modelar a superfície do planeta. Ou seja, quando a erosão for maior do que a sedimentação, têm-se a formação de relevos de degradação (planaltos), e quando a sedimentação for maior do que a erosão se têm a formação de relevos de aggradação (planícies). E, assim, as unidades de relevo no Brasil aumentaram para dez: o planalto das Guianas, a Planície e Terras Baixas Amazônicas, o planalto Central, o planalto do Maranhão-Piauí, o planalto Nordeste, a planície do Pantanal,



as serras e planaltos do Leste e Sudeste, as planícies de terras baixas costeiras, o planalto Meridional e o planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense.

Com o avanço da tecnologia, principalmente a partir da década de 1990, as operações cartográficas aumentaram suas escalas de mapeamento em função do nível de detalhe que as imagens de radar, ortofotos e satélites passaram a oferecer. Foi então que o professor Jurandir Luciano Ross, também do departamento de geografia da Universidade de São Paulo, lançou um novo mapeamento geomorfológico do território brasileiro, desdobrando em 28 unidades de relevo, sendo: 11 planaltos, 6 planícies e 11 depressões. Esta última é uma classificação nova e que difere dos mapeamentos anteriores. Neste mapeamento são representados os seis níveis taxonômicos de classificação de relevo (ROSS, 2008), e que foram criadas a partir das concepções do projeto RADAMBRASIL (1983), conforme sequenciado abaixo:

1º táxon – (Unidades morfoestruturais): correspondem as macroestruturas, como bacias sedimentares, depósitos sedimentares quaternários, cinturões móveis e crátons;

2º táxon – (Unidades morfoesculturais): correspondem aos planaltos, planícies e depressões;

3º táxon – (Padrões fisionômicos e formas): corresponde ao agrupamento de formas de agradação e degradação (relevo de acumulação) e formas de denudação (relevo de dissecação);

4º táxon – (Conjunto de formas semelhantes): correspondem às tipologias do relevo com formas aguçadas, convexas, tabulares e aplanadas nos relevos de degradação, e planícies fluviais e flúvio-lacustres nos relevos de agradação;

5º táxon – (Tipos de vertentes): corresponde a análise de vertentes, individualizando-as em retilíneas, planas, côncavas e convexas, podendo haver combinação ou não entre esses tipos;

6º táxon – (Formas de processos atuais): sulcos, ravinas, voçorocas e movimentos de massa.



Cabe destacar que essa evolução das classificações do relevo brasileiro não consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do ensino médio como temática, mas sim, os processos morfodinâmicos que dependem do entendimento dessa evolução pelo docente. Portanto, o PCN (2020) aborda o estudo das formas do relevo como um componente importante para o entendimento de outras temáticas, como por exemplo, o estudo das diferentes paisagens, mas não um objeto de estudo em si. Este último, destina-se às disciplinas específicas do terceiro segmento do ensino, presentes nos cursos superiores de Geografia, Geologia e áreas afins, que são contempladas nas disciplinas de Geomorfologia.

Tratando-se das formas de relevo do Brasil, é necessário compreender que essas são condicionadas pelas diferentes litologias e pela distribuição climática, que também condiciona a vegetação sobreposta (AB'SABER, 2003). Dessa maneira, é importante que o docente compreenda os processos endógenos e exógenos como agentes modeladores na evolução do relevo (morfogênese) – fundamental para deflagrar processos geomorfológicos como a erosão e os movimentos de massa, bem como condiciona a dinâmica das inundações com diferentes magnitudes e frequências, e em diferentes sistemas.

Em síntese, o aumento do detalhamento para a classificação das formas de relevo, sem dúvida, tornou o ensino e a aprendizagem da geomorfologia mais complexa para dentro da sala de aula. Se antes era comum decorar o que era planalto e planície, agora é mais importante saber como os processos endógenos e exógenos se relacionam, e como a tecnologia possibilita avanços metodológicos para novas práticas de ensino, além de novas descobertas processuais/evolutivas que resultam em novas classificações do modelado terrestre em grande escala cartográfica.

A escala dos processos na representação geomorfológica: cuidados ao ensinar

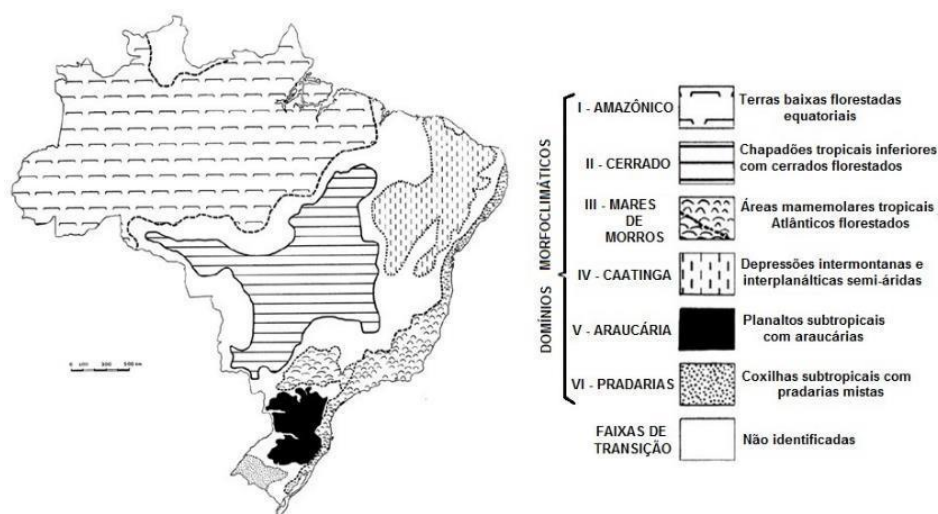
Antes de começar a representação das formas de relevo para subsidiar a análise espacial, o professor deve ter o cuidado de explicar que elas são a resultante de uma evolução condicionada em diversas escalas, por processos endógenos e exógenos. Ou



seja, as forças atuantes no interior do planeta possibilitam a orogenia, que, sustentada por diferentes litologias, e submetida à interação entre elementos e fatores climáticos (pluviosidade, temperatura, umidade, radiação solar, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos; altitude, latitude, continentalidade, maritimidade e massas de ar, respectivamente), permitem a compreensão da dinâmica hídrica de superfície e subsuperfície, resultando em diferentes formas de relevo, solos e vegetação na paisagem.

No Brasil, essa maneira de compreender a evolução do relevo é herdada da escola francesa, a partir dos trabalhos de Bertrand e Jean Tricart, que influenciaram nos trabalhos desenvolvidos por Ab'Saber (1967; 2003), quando este último procurou compreender e sistematizar as diferentes paisagens territoriais a partir dos domínios morfoclimáticos (figura 1) (ABREU, 1983). Ou seja, para Ab'Saber havia uma coerência entre geologia, geomorfologia, clima e vegetação, e que permitiu avanços no estudo das formas de relevo do Brasil. Entretanto, os mapeamentos realizados por esse autor tiveram maior enfoque na escala de análise territorial, considerando a dinâmica dos processos, e não apenas uma classificação planialtimétrica, como proposta por Azevedo (1949).

Figura 1: Domínios morfoclimáticos do Brasil.



Fonte: AB'SABER (1967).



Cabe destacar, que dentro da classificação proposta por Ab'Saber (1967) existem diferenças na litologia, clima e, conseqüentemente, na geomorfologia, pedologia e vegetação. Desse modo, é preciso entender que a proposta do autor foi executada em pequena escala cartográfica, não sendo possível reproduzir tais informações para escalas de maior detalhe - questão importante quando se pensa em trabalhar a realidade local do discente, como, por exemplo, a partir do conceito de paisagem.

Entretanto, com o aumento do detalhe nos produtos cartográficos, devido aos avanços tecnológicos, torna-se mais acessível trabalhar a realidade local do aluno a partir das formas de relevo classificadas por Ross (2008). Mas, destaca-se a necessidade de ser abordada a temática dos domínios “morfoclimáticos”, uma vez que a base da construção do tema abordado está pautada na integração das características do espaço físico, e que resulta em uma melhor compreensão de processos naturais.

Como exemplo, Ab'Saber (2003) classifica parte significativa do litoral brasileiro como “domínio tropical atlântico”, caracterizado pelo relevo de “mares de morros” (figura 2) e chapadões florestados, que apresentam diferenças climáticas em grande escala cartográfica (figura 3).

Ao discutir esses “domínios de relevo” com os alunos, o professor pode e deve apresentar as possíveis diferenças dentro desse espaço físico em nível de maior detalhe cartográfico; pois a não apresentação dessas diferenças pode levar o aluno ao equívoco de entender que todo o domínio tropical atlântico seria homogêneo.

Desse modo, sugere-se a apresentação de uma ilustração com a representação de um perfil de relevo onde se destaca a representação de três patamares definidos pela identificação dos valores de altitude médias (figura 2): 1º patamar – caracterizado por relevos de agradação (planície); 2º patamar (intermediário) – caracterizado por dinâmicas de acúmulo e perda de sedimentos (agradação e degradação) e 3º patamar – caracterizado por relevos de denudação (planalto).

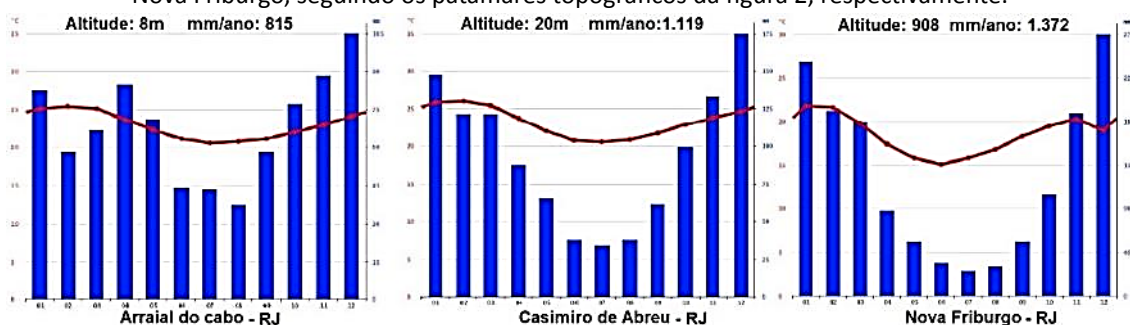
Figura 2: Perfil topográfico representando relevo de Mar de Morros, em patamares escalonados, a partir da planície de inundação da região dos lagos até o planalto da Serra do Mar – RJ.



Fonte: Perfil extraído do SRTM na escala de 1:250.000, com resolução espacial de 90m.

Enquanto a figura 3 apresenta os climogramas dos municípios inseridos na região hidrográfica VI do estado do Rio de Janeiro na mesma sequência dos compartimentos apresentados na figura 2: o climograma do município de Arraial do Cabo representando o 1º patamar, Casimiro de Abreu representando o 2º patamar e Nova Friburgo representando o 3º patamar.

Figura 3: Apresentação da variação climática dos municípios de Arraial do Cabo, Casimiro de Abreu e Nova Friburgo, seguindo os patamares topográficos da figura 2, respectivamente.

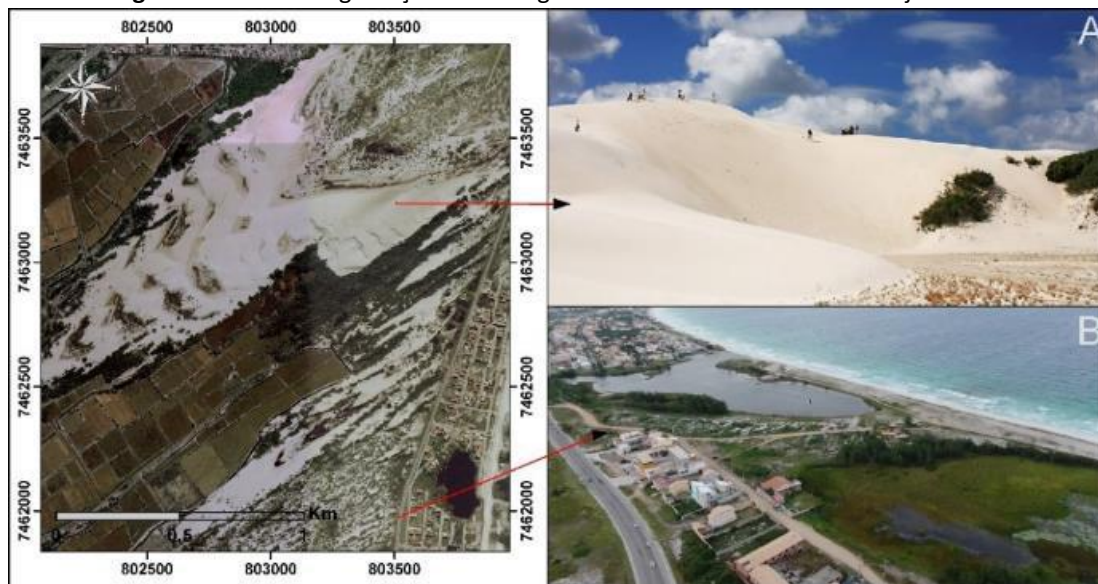


Fonte: climate-data.org

A associação das formas de relevo com o clima é fundamental, uma vez que elas também são registros de períodos climáticos pretéritos. Além disso, o clima também é um controlador na distribuição da vegetação sobre as formas de relevo e condiciona a formação de ecossistemas atuais, que serão apresentados a seguir, de acordo com os mesmos patamares apresentados na figura 2:

a) 1º patamar – caracterizado pela extensa planície com formas de relevo bastante suavizadas, como as colinas, apresentando altitudes inferiores a 200m. Por se tratar de uma morfoescultura favorável à baixa atuação dos rios, formam-se ambientes de baixa energia com acúmulo de sedimentos finos que favorecem, por exemplo, a formação de mangues, dunas, lagunas e lagoas (figura 4).

Figura 4: Relevo de agradação: morfologia litorânea e ecossistemas sobrejacentes.



Legenda: Ortofotocedida pelo IBGE na escala de 1:25.000 do ano de 2008, representando as dunas do município de Cabo Frio, no bairro do Foguete. (A) Dunas - Paradiso Però Praia Hotel, (B) Restingas e manguezais - Drone Carioca – Youtube (2020).

O ecossistema apresentado para a região de Cabo Frio-RJ é típico de áreas com extensas planícies, disponibilidade de sedimentos arenosos, com ventos frequentes e de direção de incidência bem marcados que favorecem a formação das dunas na região. Isso ocorre devido a influência da zona de alta pressão atmosférica semipermanente do Atlântico Sul, que favorece a formação do clima tipo semiárido quente (BSh), com chuvas inferiores a 800mm/ano. Já os sistemas lagunares estão associados à dinâmica de transgressão e regressão marinha no período Quaternário e aos rios de baixa energia que drenam uma área de morfologia muito suavizada, onde a manutenção da elevada salinidade está relacionada não só a chegada de sais marinhos, como também ao déficit hídrico (evaporação > precipitação) da região.

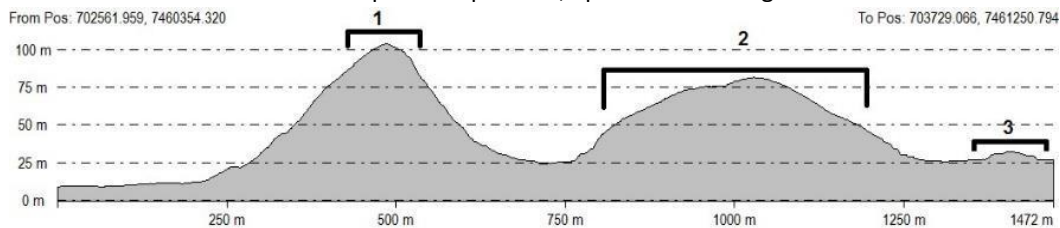
Cabe destacar, que embora a formação de dunas esteja condicionada à morfoescultura de planícies, não quer dizer que outras formas de relevo deixem de ser encontradas, como as colinas, por exemplo (figura 5). Nesse momento é importante mostrar para o aluno que, conforme as tecnologias avançam e melhoram a resolução cartográfica dos mapeamentos, maior é o nível de detalhamento do espaço objeto

mapeado. Assim, a figura 5 mostra um perfil topográfico mais detalhado referente ao 1º patamar, com colinas inferiores a 110m de altitude (atenção à escala vertical).

Nota-se também que as colinas representadas possuem diferentes distâncias interfluviais, sendo a forma aguçada marcada pelo número 1 e forma ondulada marcada pelo número 2 e 3, respectivamente.

Isso permite ao professor trabalhar a importância da litologia e da dinâmica fluvial desses compartimentos, relacionadas às questões de escala e evolução das formas de relevo dentro de um mesmo domínio morfológico: o tropical atlântico, representado na área de estudo por “mares de morros”.

Figura 5: Perfil topográfico representando em detalhe os tipos distintos de relevo de Mar de Morros referente ao primeiro patamar, apresentado na figura 2.



Legenda: (1) Colinas com topo aguçado; (2) Colinas com topo arredondado suavizado; (3) Colina com topo arredondado e com tendência ao aplainamento.

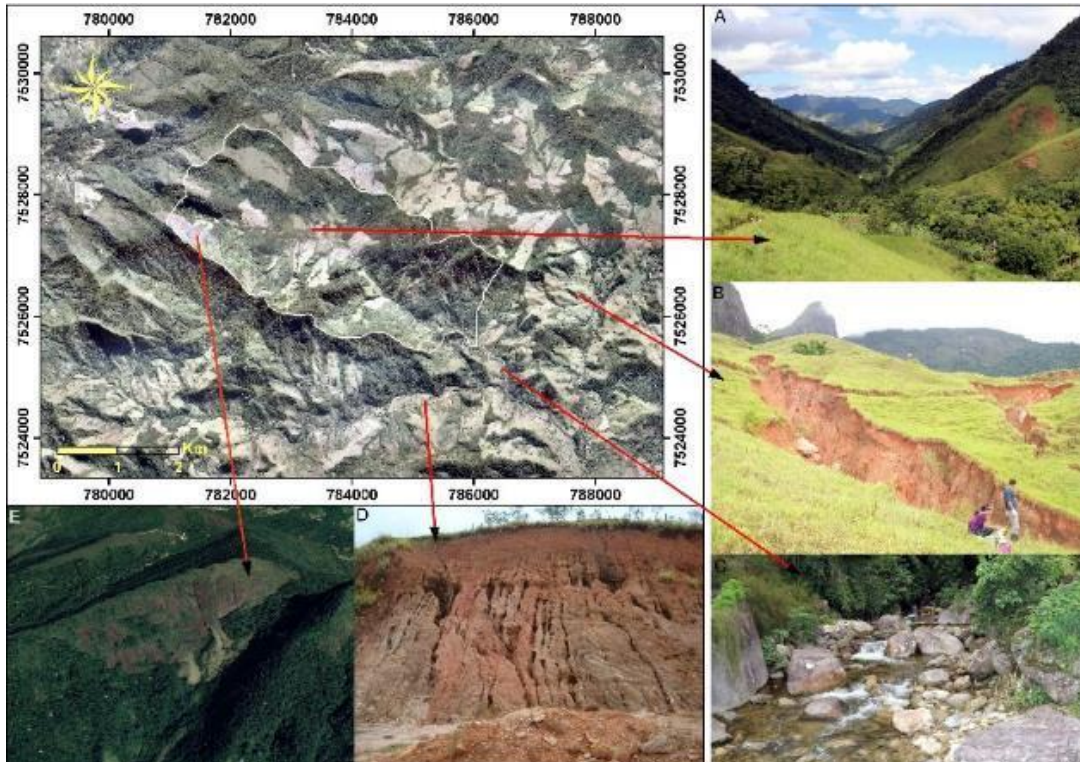
Fonte: Perfil extraído de LIDAR na escala de 1:5.000, com resolução espacial de 1,0 metro.

Todavia, quando se analisa esta área em uma outra escala espacial, encontramos um outro tipo de morfoescultura: os planaltos. Esses que são caracterizados como sendo relevos de denudação, onde os processos geomorfológicos de erosão e movimentos gravitacionais de massa são mais frequentes e intensos se comparados aos domínios de planície.

Na figura 6 são apresentados distintos aspectos do relevo de uma bacia hidrográfica localizada na região serrana do estado do Rio de Janeiro (Planalto Atlântico). Nas ilustrações apresentadas observa-se a ocorrência de altitudes e declividades elevadas que caracterizam vales fluviais muito encaixados (figura 6A), formação de ravinas e voçorocas (figuras 6B e 6D), rios de alta energia que transportam

blocos de rocha de diferentes diâmetros (figura 6C) e afloramentos de rocha nas encostas (figura 6E).

Figura 6: Diferentes formas e ecossistemas representados em relevos de degradação.



Legenda: Ortofoto cedida pelo IBGE na escala de 1:25.000 do ano de 2008 associada às fotos produzidas pelos autores, com exceção da foto “E” – retirada do Google Earth em 2019. Fotos de campo na bacia hidrográfica do rio São Romão, Nova Friburgo - RJ e adjacências: (A) Escarpa serrana com floresta alto montana nos divisores topográficos e deslizamentos planares em área de pastagem, (B) Voçorocas, (C) Rio de alta energia com blocos e matacões rochosos, (D) Ravinas em corte de estrada, (E) Afloramento rochoso em alta declividade.

Deste modo, torna-se necessário compreender que o ensino da dinâmica evolutiva das formas de relevo, conforme proposta por Ab’Saber (2003), a partir da análise de relevos de denudação e agradiação, fica ainda mais complexo quando comparado à proposta de Azevedo (1949), que considera apenas a planialtimetria para compreender as formas de relevo, e não os processos geomorfológicos existentes. Essa questão é muito importante, pois são os processos de formação e evolução do relevo que nos permite identificar e compreender diferentes paisagens.

Considerando a classificação de relevo de Ross (2008) chama-se a atenção para o 2º, 3º, 4º e 5º táxons de classificação, pois são estes os melhores de serem



representados na *sandbox*. Isto ocorre porque os 1º e 6º táxons podem ser “mesclados” com os demais, já que não há um ambiente matematicamente controlado (cartesiano) para reconhecer as formas de relevo de maneira precisa e clara para o aluno, como por exemplo, dentro de um sistema de coordenadas geográficas associado a um modelo digital de elevação.

Diante disso, chamamos a atenção para duas questões que envolvem a utilização de *sandbox* no ensino:

a) a não representação do 1º táxon na *sandbox* exigirá mais do professor, caso ele transite por explicar, por exemplo, a forma da bacia sedimentar da Amazônia, que apresenta as três classes de morfoesculturas do 2º táxon: depressões, planícies e planaltos. Isso pode dificultar o ensino da temática “O relevo brasileiro”, o que justifica a utilização de fotografias e materiais cartográficos previamente à utilização da *sandbox*, como, por exemplo, cartas topográficas e modelos digitais de elevação em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

b) a representação do 6º táxon na *sandbox* é muito difícil, já que visualmente seria necessário modelar um determinado tipo de relevo com essas feições na própria forma de relevo já modelada. Isso demandaria muito tempo, e seria necessário utilizar material adequado para a modelagem, já que somente com a areia fina não seria possível. Assim, é interessante que o professor apresente aos alunos fotos de campo que mostrem ravinas, voçorocas e movimentos gravitacionais de massa nos tipos de relevo que estão sendo representados na *sandbox*, como uma colina, por exemplo, no momento da aula.

c) o docente de ensino superior, ou seja, que queira exemplificar o uso da *sandbox* para ensinar geomorfologia deve procurar chamar atenção para a necessidade de se manter o rigor da complexidade das interações e que resultam nas mais diversas formas de relevo na superfície terrestre. Seja tanto no bacharelado (para atuar no mercado de consultorias e/ou pesquisa), quanto na licenciatura (que formará novos docentes e/ou irá colaborar para a formação do pensamento crítico na sociedade nos ensinos fundamental e médio).



Ademais, embora os exemplos citados para esse subitem estejam direcionados para o “domínio tropical atlântico” brasileiro, devido a melhor representação do relevo em escala de grande abrangência, a mesma lógica de raciocínio serve para a montagem de um plano de aula para outras regiões do Brasil. Entretanto, deve ser considerado também, que a disponibilidade de dados altimétricos em escalas de detalhe e/ou semidetalhe (disponíveis pelos órgãos governamentais – como o IBGE e CPRM) tende a diminuir para áreas mais planas ou deprimidas do Brasil central, o que pode dificultar o ensino do relevo, se for considerado os táxons 4, 5 e 6.

MATERIAL E MÉTODOS

O auxílio à representação das diversas formas do relevo brasileiro está baseado nos níveis taxonômicos propostos por Ross (2008), nas fotos e comentários de Maio (1980), no panorama sobre os recursos naturais do Brasil (IBGE, 1997) e no Manual técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009). Os tipos de relevo apresentados partem das formas encontradas no estado do Rio de Janeiro, uma vez que apresentam amplitudes altimétricas e morfológicas discrepantes e capazes de agrupar boa parte das formas encontradas em todo o território brasileiro. Além disso, a escolha pelo Rio de Janeiro parte do princípio que considera a realidade local e regional na qual o aluno está inserido, conforme amplamente discutido por Cavalcanti (1998), Callai (2002), e Lima e Vlach (2002).

Foram utilizados previamente (em aulas anteriores a essa prática) insumos cartográficos para introduzir os alunos na leitura do modelado terrestre, tais como: cartas topográficas, mapas temáticos, fotos aéreas, Modelo Digital de Terreno (MDT) e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica - SIG em sala de aula.

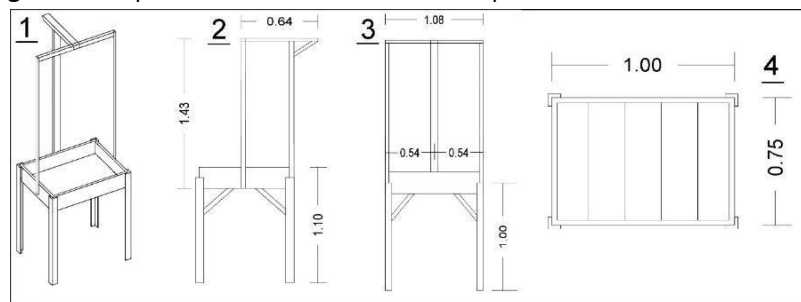
A produção de mapas e dos perfis topográficos contou com os arquivos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE - Projeto RJ25), nos formatos *shapefile*, além dos Modelos Digitais de Terreno (MDT) que foram produzidos em escalas maiores que 1:25.000. Também foi utilizado o MDE da base de dados do *software* Global Mapper 23.0®, produzido pela *National Aeronautics and*



Space Administration (NASA), apelidado como SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução espacial de 90 metros. O *layout* dos mapas foi realizado no *software* ArcGis® 10.8 e os perfis topográficos no *software* Global Mapper 23.0®.

Por fim, foi utilizada uma caixa de areia (*sandbox*) (figura 7), conforme apresentado por Lobato *et al.* (2020), seguindo as recomendações da UCLA (2019), para a representação de diferentes formas de relevo.

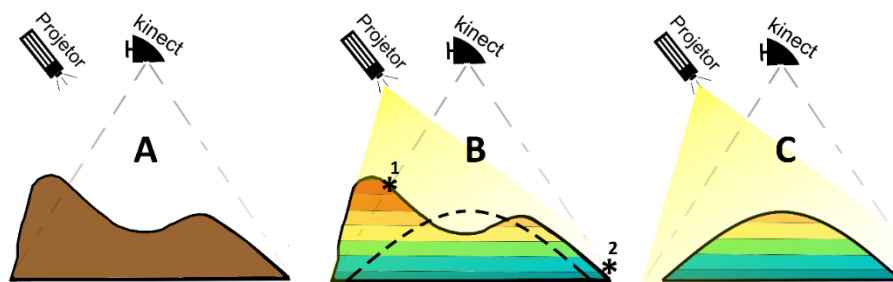
Figura 7: Croqui da caixa de areia com suas respectivas dimensões em metros.



Legenda: 1 – Visão frontal; 2 – visão lateral; 3 – visão traseira; 4 – visão ortogonal.

Considerando que a *sandbox* é um recurso na prática de ensino em que a areia contida dentro da caixa está em constante manipulação pelos alunos, tem-se a representação das curvas de nível de maneira dinâmica, uma vez que os sensores do *Kinect* permitem ler e reler a distância da areia modelada e modificada em tempo real, respectivamente (figura 8A). Ou seja, o sensor vai identificar o objeto representado (a areia) em mais de um ponto (figura 8B) e, instantaneamente, ao mudar a forma (figura 8C), fará uma nova representação. Isso possibilita formar curvas de nível sobrepostas às diferentes cores que são formadas sobre a areia, o que facilita a identificação e o entendimento das formas de relevo pelos alunos, além da compreensão das diferenças de altitude existentes.

Figura 8: Modelagem e mudança das formas de relevo interpretadas pelo sensor *Kinect*.



Legenda: A – Modelagem das formas de relevo com retroprojektor desligado. B – Sensores do Kinect realizam a leitura das diferentes distâncias entre os pontos 1 e 2 das formas, além da capacidade de leitura de uma nova forma em tempo real (linha pontilhada). C – Reajuste da leitura dos sensores após nova modelagem e a consequente representação das cores e curvas de nível sobre a forma colinosa.

Assim, é possível representar as formas de relevo e as curvas de nível de duas maneiras: tridimensional – quando modeladas e visualizadas dentro da caixa de areia; e, bidimensional – quando as mesmas formas produzidas pelos alunos na caixa de areia são reproduzidas na televisão (em planta).

Destaca-se que cada tipo de cor projetada na forma modelada dentro da *sandbox* corresponde a uma cota topográfica “x”, que é representada pelas curvas de nível. Na construção de mapas temáticos essa representação gera redundância cartográfica, já que é utilizada duas técnicas com o mesmo sentido (a utilização da cor e das curvas de nível) para ensinar o que está representado – o relevo. Entretanto, como se trata de uma prática de ensino, essa redundância ajuda na didática do professor ao ensinar as diferentes formas de relevo, pois, para o aluno, pode não ser tão simples identificar a representação das formas na *sandbox* somente projetando as curvas de nível. Por esse motivo, é recomendável apresentar previamente aos alunos, mapas das formas de relevo somente com as curvas de nível, que antecedem a modelagem das formas na *sandbox*.

Antes do surgimento da técnica de visualização da realidade aumentada só era possível perceber as formas de relevo de forma tridimensional, em ambiente SIG ou no *Google Earth*, hoje esse avanço permite aos alunos reproduzir e interagir com essa forma de representação de maneira mais atraente e didática em sala de aula.

Essa prática foi realizada com alunos do segundo ano do ensino médio técnico em Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de



Janeiro – IFRJ do campus Arraial do Cabo, com idades entre 15 e 16 anos, na disciplina de Geografia Física.

RESULTADOS

Os resultados a seguir mostram algumas representações cartográficas (figuras 9, 10, 13, 15 e 17) que orientaram a reprodução das formas de relevo na *sandbox* pelos discentes (figuras 12, 14, 16, e 18), de forma qualitativa. A figura 9 mostra um mapa de relevo sombreado do estado do Rio de Janeiro realizado a partir de do modelo digital de elevação, que introduz os alunos ao 2º táxon proposto por Ross (2008) e ao conceito de bacias hidrográficas, a partir da representação espacial da região hidrográfica VI (RH-VI) – Região dos Lagos (figura 10). E foi na RH-VI onde se deu a maior parte das experiências vivenciadas pelos alunos mediante a modelagem das formas de relevo na *sandbox*.

Figura 9: Transição do planalto para a planície costeira no Estado do Rio de Janeiro.

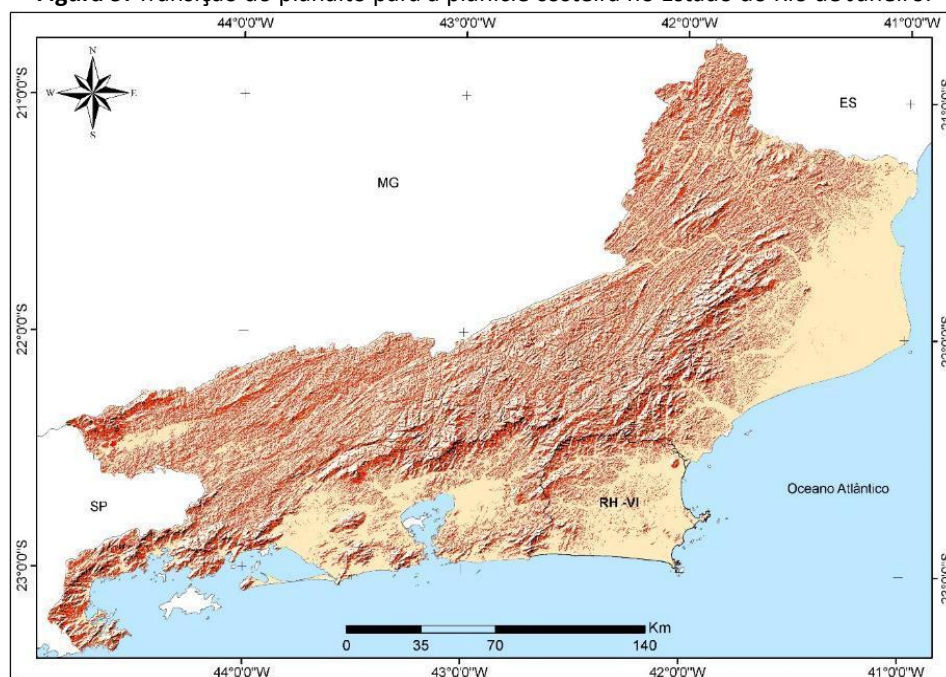
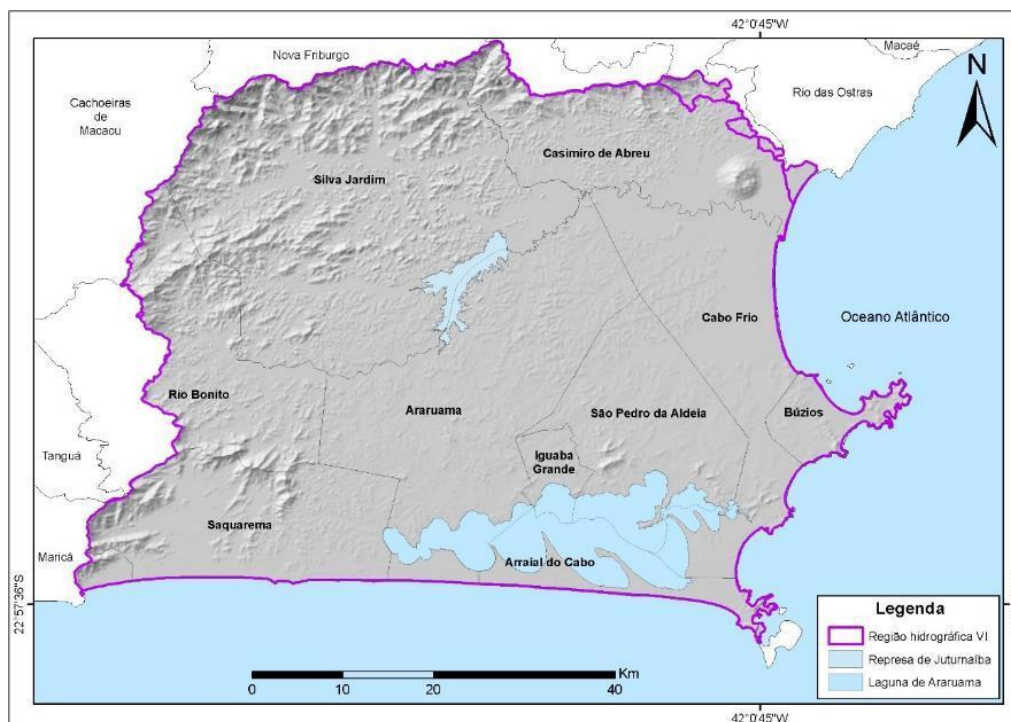


Figura 10: Recorte espacial da Região Hidrográfica (RH-VI) com representação de feições morfológicas representativas do 2º táxon: lagoa e laguna.

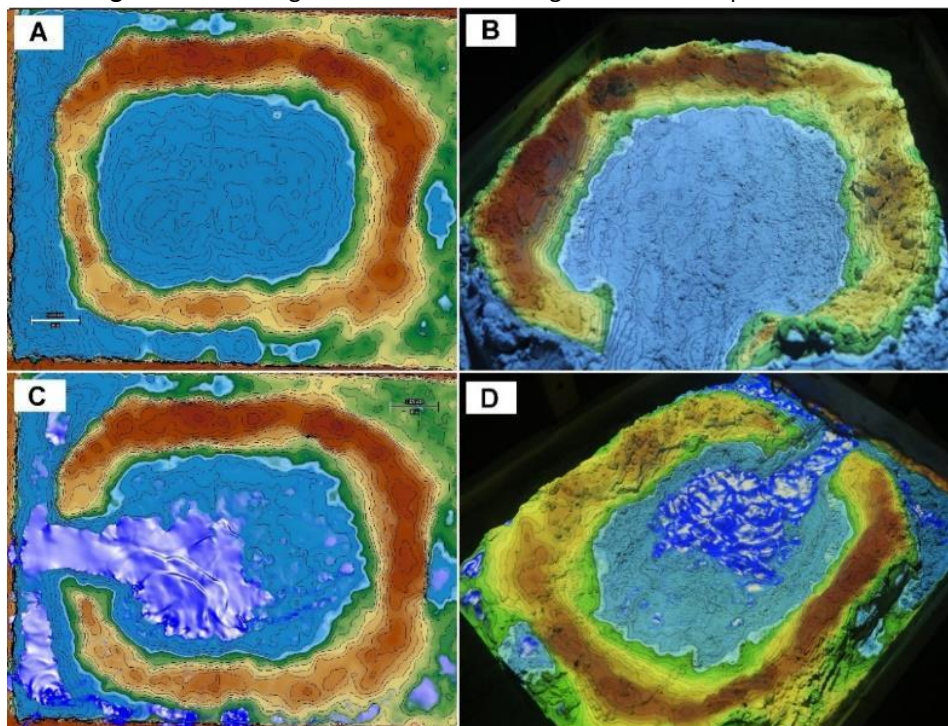


As figuras 9 e 10 possibilitam o professor introduzir de forma clara a ideia de escala, já que, por meio delas, é possível dialogar com o aumento e a diminuição do nível de detalhamento de representação de relevo e trazer o conceito de bacias hidrográficas; considerando ser esse recorte fundamental para evolução dos processos geomorfológicos e, também, das dinâmicas socioambientais. Na figura 11, observa-se os alunos modelando o que eles entenderam por: a) bacias hidrográficas dentro da região hidrográfica VI (figura 12); b) vulcão (figuras 13 e 14), colinas (figuras 15 e 16), vales e perfis topográficos (figuras 17 e 18).

Figura 11: Alunos moldando na *sandbox* e ativando o módulo de chuva ao fazer sombra com as mãos.



Figura 12: Modelagem de uma bacia hidrográfica realizada pelos alunos.



Legenda: A e C são imagens extraídas da representação da *sandbox* no computador. B e D são fotografias tiradas da própria *sandbox*; A e B - representam a modelagem de uma bacia hidrográfica pelos alunos, propositalmente com formato circular, para melhor compreensão da ideia de “bacia”; C e D representam o fluxo de água gerado pelos alunos após colocarem as mãos próximas do *Kinect*, de modo que o sensor interpreta a sombra realizada como sendo uma nuvem e ativa o fluxo de água programado.

Figura 13: Mapa do vulcão Morro São João, Município de Casimiro de Abreu - RJ.

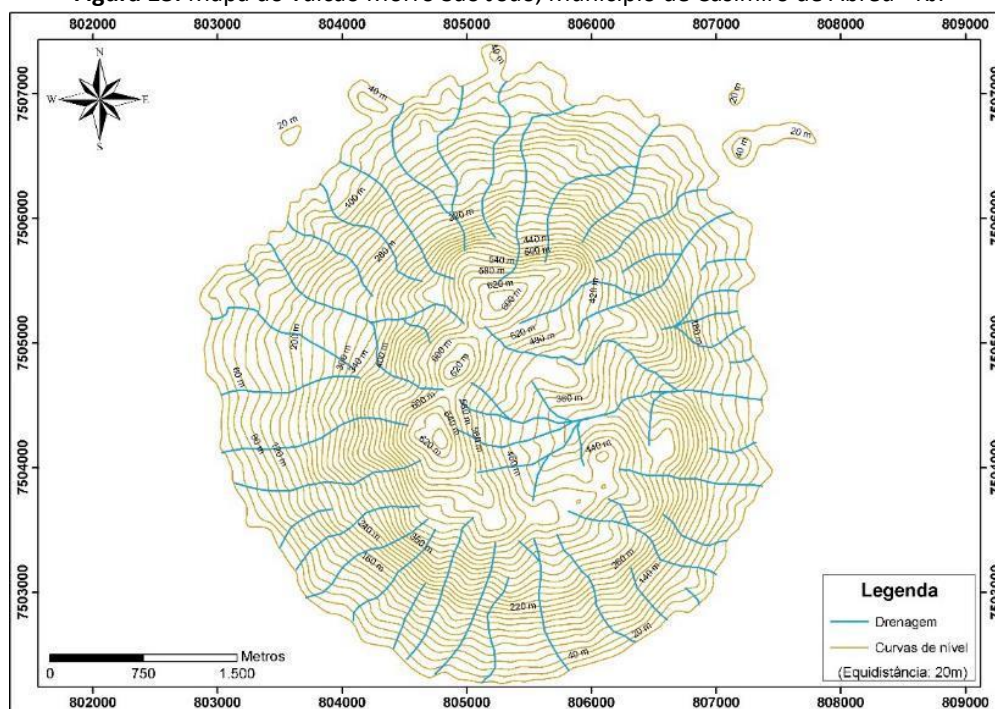
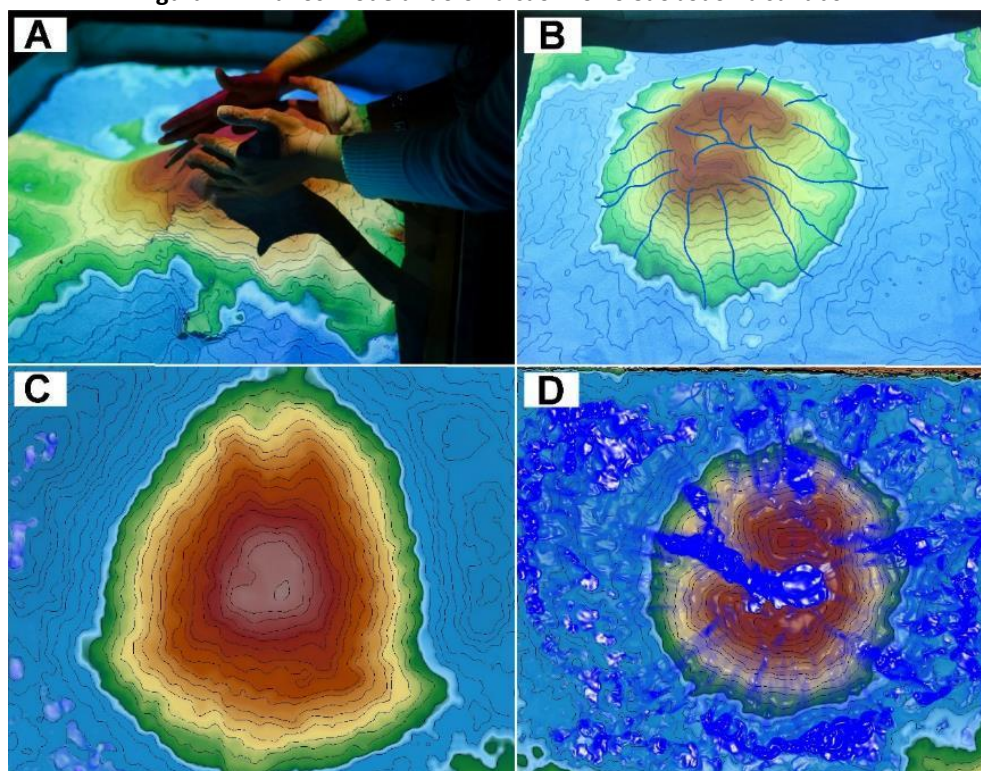


Figura 14: Alunos modelando o vulcão Morro São João na *sandbox*.



Legenda: A e B são fotografias. C e D são imagens extraídas da representação da *sandbox* no computador. A - representa o momento de modelagem de um vulcão pelos alunos (também



representado na imagem C); B - vetorizada com a drenagem “anelar” após ter sido retirada da *sandbox*, e mostrada aos alunos nas aulas seguintes; D - representa a simulação do fluxo de água orientada para os segmentos depressivos da cratera do vulcão na qual se formam as drenagens.

Figura 15: Mapa mostrando domínio colinoso (4º táxon) e divisores de águas que auxiliam o estudo das formas de encosta (5º táxon).

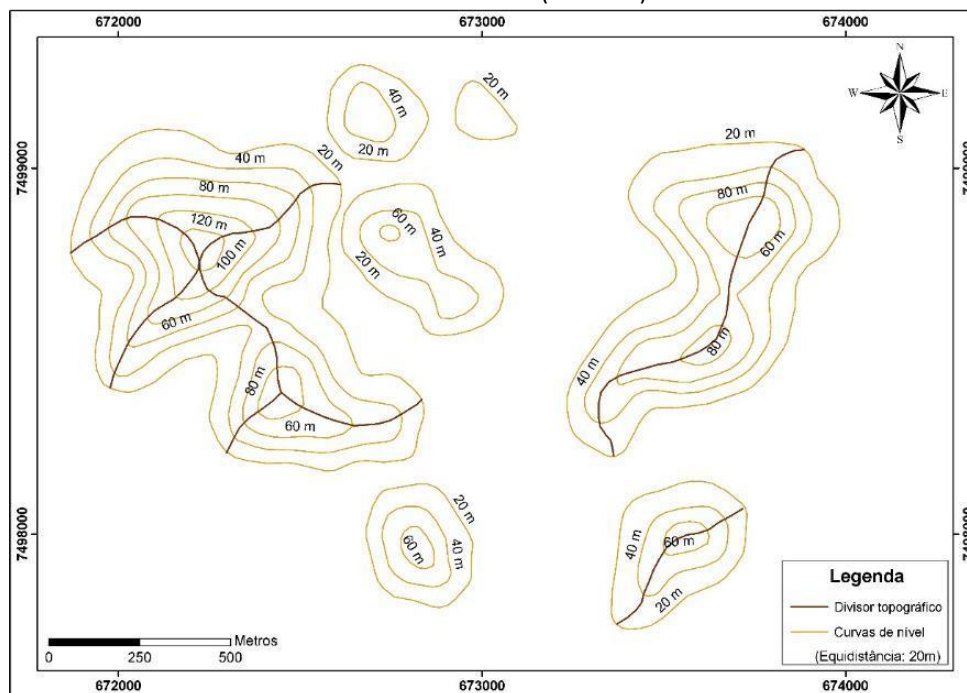
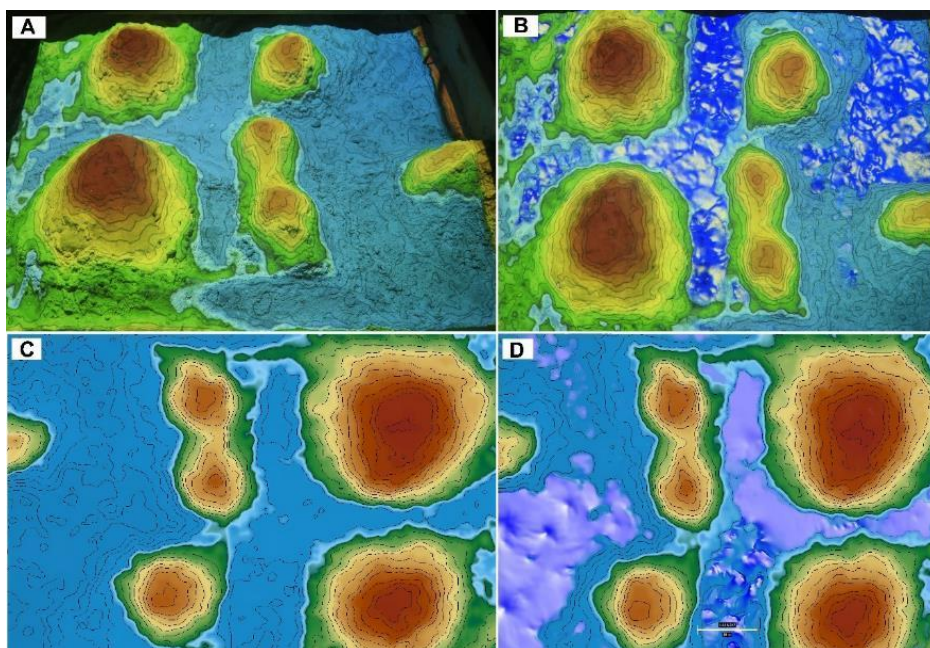


Figura 16: Modelagem realizada por alunos na *sandbox*, representando colinas e a formação de lagoas.





Legenda: A e B são fotografias; C e D são imagens extraídas da representação na *sandbox* e reproduzidas no computador/televisão. Nas imagens A e C estão representadas as colinas que se destacam na planície costeira, enquanto as imagens B e D representam a formação de lagoas e/ou áreas inundadas após um evento chuvoso, depois que os alunos simularam a chuva com a sombra das mãos.

Figura 17: A - Imagem extraída do modelo digital de elevação do estado do Rio de Janeiro mostrando perfil topográfico transversal do vale do rio Paraíba – RJ, com destaque para a cidade de Itatiaia (ponto representado na cor vermelha); B - Imagem mostrando ortofoto sobreposta ao modelo digital de elevação que permite a extração do perfil topográfico representando a bacia do rio São Romão (Nova Friburgo - RJ), com forma de vale bem encaixado, em forma de “V”.

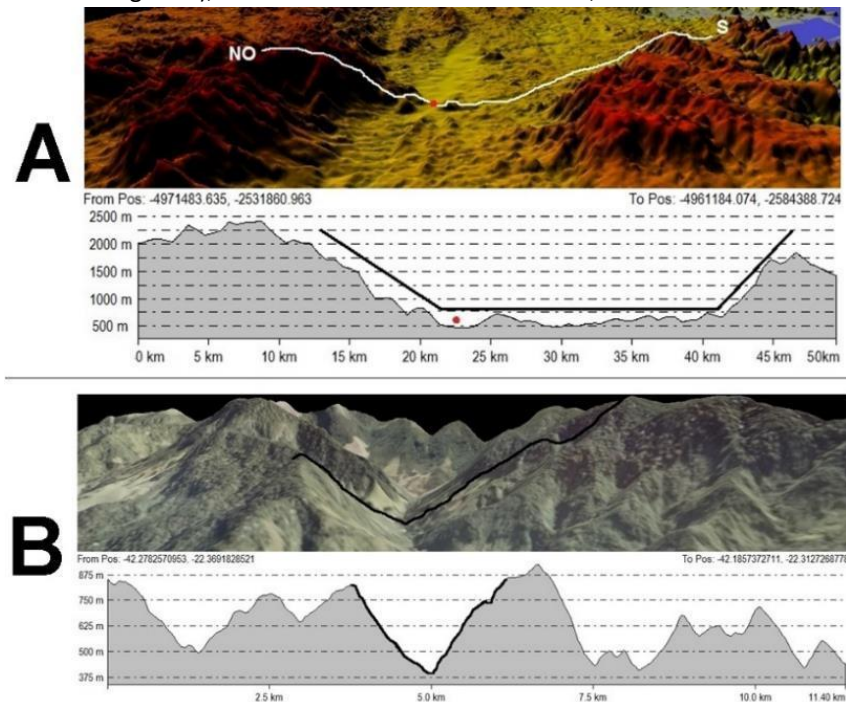
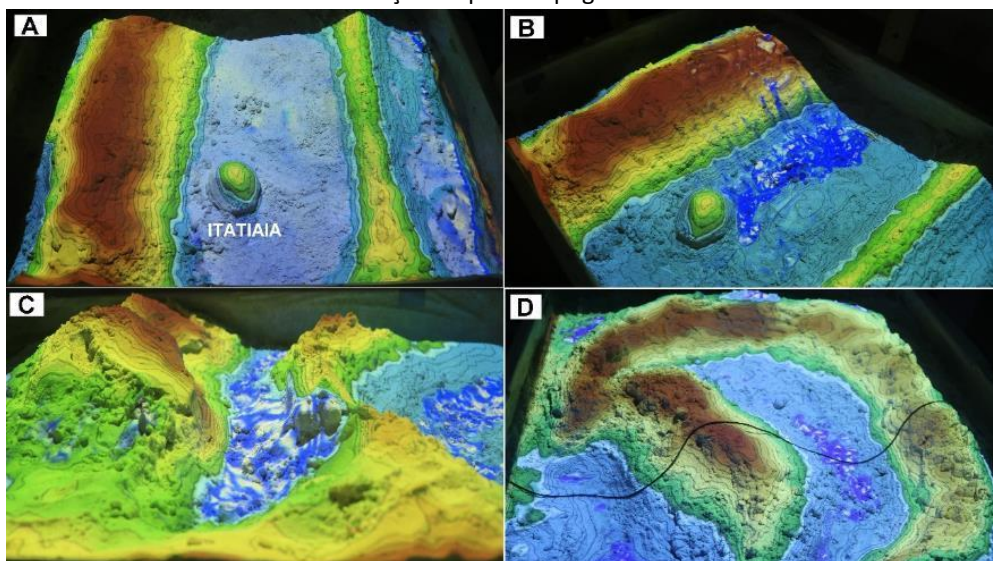


Figura 18: Modelagem tridimensional realizada por alunos na *sandbox* representando diferentes formas de vale e simulação de perfil topográfico com um fio.





Legenda: **A e B** - fotografias referentes a modelagem do Vale do Paraíba; **C** - representa a formação do vale em “V” referente a figura 17B; **D** - representa o perfil topográfico com a utilização de um fio (destacado na cor preta).

DISCUSSÃO

As discussões a seguir são norteadas de forma propositiva aos leitores desse artigo, trazendo possibilidades de reflexões mediante a metodologia aqui utilizada. Desse modo, trata-se das formas de relevo aqui apresentadas em quatro subitens que se seguem:

Representação de bacias hidrográficas (figuras 10 e 12)

Mediante a apresentação de mapas deve se trazer para debate as problemáticas ambientais sobre os locais onde essas formas de relevo estão inseridas. Desse modo, é possível buscar a compreender conceitos que envolvem essas formações, por exemplo, bacias hidrográficas, colinas, vulcões e vales fluviais.

Nas figuras 12A e 12B foi possível reproduzir a ideia de “bacia” com certa facilidade, mas os alunos não conseguiram compreender de forma clara a questão de ser “hidrográfica”, pois eles não visualizaram as nascentes e seus afluentes. Daí, a importância do módulo “chuvas” estar inserido no *software* “Ar-Sandbox”. Em outras palavras, ao colocar as mãos na direção dos sensores do *Kinect*, fazendo uma espécie de “sombra” em cima da *sandbox*, o aparelho entende a mão como uma nuvem, executando imediatamente o fluxo da água de acordo com as curvas de nível reproduzidas na *sandbox* (figura 12C e 12D). Com isso, os alunos compreenderam a ideia de drenagem a partir das curvas de nível, em tempo real, e a partir do fluxo de água gerado.

Outros conceitos importantes trabalhados se referem as nascentes, os divisores de águas e a foz de bacias hidrográficas. Vale apontar que o degrade de cores representado na *sandbox* facilita essas explicações, de modo que as cores mais escuras (vermelhas) representam os divisores e a presença de nascentes. Já o tom de azul claro, localizado no fundo da bacia hidrográfica, representa por onde a drenagem percorre com maior volume de água em direção a foz (saída da água na bacia hidrográfica). O conceito de sub-bacia também foi trabalhado, uma vez que um rio



pode desaguar em outras bacias hidrográficas, o que também traz a ideia de conectividade dos rios, e, portanto, ratifica a importância de se trabalhar a natureza a partir de uma visão sistêmica.

Tendo como ponto de partida a representação desses fenômenos e o entendimento dos alunos sobre o conceito de bacia hidrográfica, foi possível abordar o tema da questão hídrica do país e sua relação com os regimes climáticos e as diferentes formas de uso e manejo das terras. Por se tratar de um país com dimensões continentais, que abrange diferentes latitudes e longitudes, as diferenças climáticas variam em diferentes escalas, o que resulta em regiões com déficits hídricos consideráveis, ao ponto de influenciar o desenvolvimento econômico regional e local.

Nesse caso, foi trazido como problemática a questão da crise hídrica que ocorreu no estado de SP nos anos de 2014 e 2015 e sua relação com o manejo dos recursos hídricos associados aos tipos de uso das terras. E, assim, foi trazido para debate o uso por: pastagens; agricultura; urbanização; florestas, e a relação com a absorção de água nesses sistemas. Bem como, nos atemos a discutir a importância da mata ciliar ao redor dos mananciais e represas e, ainda, a questão do déficit hídrico na região dos Lagos do estado do Rio de Janeiro, uma vez que as taxas de evaporação são maiores do que o volume de chuvas precipitado (INEA, 2010).

Assim, ratificou-se a importância do conceito de bacias hidrográficas como um recorte espacial para o planejamento ambiental.

Representação vulcânica – Figuras 13 e 14

A feição de intrusão vulcânica se trata de uma forma de relevo sobressalente na parte nordeste da região hidrográfica VI (figura 13) e, também, emblemática em livros, filmes, documentários e diversas formas de ilustração. Assim, o tratamento dessa temática com os alunos fluiu de forma bastante satisfatória.

Os alunos rapidamente conseguiram modelar essa forma (figuras 14A e 14B) de maneira muito próxima com o mapa apresentado na figura 13, o que facilitou a discussão do tipo de drenagem que se instala nesse relevo. Trata-se de um tipo de relevo com forma circular, ou seja, como se fosse um “anel” (figura 14B) e, por isso,



possui a denominação de padrão de drenagem anelar (CRISTOFOLETTI, 1980); sobre a qual, após a ocorrência de um evento pluviométrico, conforme apresentando na figura 14D, os alunos perceberam que fluxos d'água mais intensos que vêm a partir do divisor de águas da cratera do vulcão.

Segundo Horton (1945) e Ruhe (1975), as tipologias das formas de relevo (côncavo, convexo e retilíneo), e suas 9 possíveis combinações, influenciam diretamente na hidrologia das encostas, sendo a morfologia do tipo côncava favorável à concentração do fluxo de água nas encostas, de modo que a energia dos fluxos de água atingem maior trabalho na média encosta, quando há maior acúmulo de água.

O destaque dessa formação também foi mostrado aos alunos, resgatando o 2º táxon, posto que essa formação se encontra numa grande planície de inundação com altitudes muito baixas (entre 5m e 200m), próximas ao nível do mar. Entretanto, essa formação ultrapassa os 600m de altitude nessa planície costeira.

Aqui também se considera a ideia de estabilidade tectônica do terreno, fortalecendo à compreensão do papel de processos endógenos para a formação do relevo e, também, influenciando tipos de padrões de drenagem, uma vez que sobre o vulcão inativo (morro São João) desenvolveu-se um tipo de arranjo de drenagem específico. Entretanto, o professor deve trabalhar a ideia de estabilidade tectônica da plataforma Sul-Americana, considerando os “pequenos” eventos que estão associados à neotectônica.

Nesse processo, houve alguns questionamentos interessantes feitos pelos alunos, como “Quando o vulcão vai expelir lava novamente?” e “É possível ver lava ainda no local, professor?”. Essas questões despertaram muito interesse para a discussão de processos endógenos e o perigo de ocupar essas áreas em lugares de intensa atividade sísmica, como no círculo do fogo – Oceano Pacífico. O segundo questionamento ficou como *link* para o entendimento da formação de minerais e rochas, que eles já haviam visto em aulas anteriores, assim como a importância desses processos para a compreensão da história da vida no planeta Terra.



Representação de domínio colinoso - Figuras 15 e 16

Diferentemente das explicações em relação a formação vulcânica na região hidrográfica VI, muito associadas aos processos endógenos de formação do relevo, o domínio colinoso foi apresentado aos alunos (figura 15) como sendo um produto de formação de processos exógenos (principalmente do regime climático), conforme foi apontado nas figuras 2, 3 e 5.

Num primeiro momento, a ideia de que o relevo “evolui” pareceu estranha para os alunos, mas essa estranheza entende-se como parte da curiosidade em saber o motivo disso. Assim, se introduziu nesse momento as ações antrópicas como fundamentais para essa evolução, tal como a dinâmica de erosão pluvial e fluvial, os movimentos de massa, as construções (urbanização) e a prática da agricultura nas encostas (4º e 5º táxons).

Na modelagem dessas formas na *sandbox* (figura 16A) e na simulação de chuva com o acúmulo de água na planície (figura 16B), os alunos conseguiram compreender melhor a evolução do relevo a partir do perfil topográfico exemplificado na figura 2. Dessa forma, a erosão pluvial, de cima para baixo (*Wearing-down*), faz com que o aluno compreenda o rebaixamento do relevo. Por outro lado, a erosão fluvial (*Wearing-back*), faz com que eles compreendam o recuo lateral das vertentes, possibilitando a formação dessas colinas. Assim, o clima também deve ser protagonista para o aluno, já que tais formas são condicionadas pela disponibilidade hídrica, que é diferente em várias regiões do país. Isso dá sentido ao estudo dos diferentes tipos de relevo no Brasil a partir dos domínios morfoclimáticos.

Segundo o mapa geomorfológico do estado do Rio de Janeiro (DANTAS, 2000), o domínio colinoso pode estar presente em relevos de degradação entremeados nos segmentos de Baixada Fluminense (como o caso de colinas isoladas na região hidrográfica VI – 2º patamar apresentado na figura 2); assim como em planaltos dissecados ou em superfícies aplainadas com presença de colinas inferiores a 100m. Esse último é típico do domínio de “mar de morros” ou relevo de “meia laranja” -



conforme apontado por Ab'Saber (1967; 2003) ou, sob o ponto de vista da geometria dessas vertentes, também chamadas de vertentes policonvexas (LIBAUT, 1971).

Assim, fechamos a explicação sobre essas formações refletindo sobre a dificuldade ou a facilidade com que a agricultura tem em se desenvolver de acordo com as formas de relevo. Nesse caso, saindo da planície (relevo de ganho de sedimentos) em direção ao planalto (relevo de perda de sedimentos) aumentam as dificuldades de uma produção agrícola em grande escala, principalmente devido à implementação de maquinário em grandes declividades, que são inerentes dos sistemas montanhosos.

Representação de vales - Figuras 17 e 18

A modelagem de diferentes formas de vales e encostas na *sandbox* (figura 18) foi interessante, pois muitos alunos informaram não ter a percepção dessas formas na paisagem, assim como, em relação ao recorte de bacias hidrográficas trabalhado anteriormente.

Associa-se a forma das encostas (figuras 17A e 17B) novamente com a questão dos processos geomorfológicos, já que os deslizamentos e o tempo de resposta hídrica das bacias hidrográficas são consequências de declividades acentuadas, altimetria e comprimento das encostas. Logo, foi necessário comparar ambientes de menor e maior energia (figuras 4 e 6, respectivamente) para a ocorrência desses eventos.

Ficou claro para os alunos que a ocorrência de deslizamentos nas encostas está mais associada a relevos montanhosos (relevos de degradação exemplificados na figura 3 – 3º patamar), com característica de encostas mais íngremes e vales mais encaixados – o que resulta em menor resistência física no contato solo-rocha (aqui cabe um paralelo para trabalhar com professores de física e matemática em caso de aulas interdisciplinares, pois o ângulo das encostas é parâmetro fundamental na modelagem computacional desses eventos) e maior tempo de resposta hídrica, pois a água chega mais rápido no rio principal das bacias hidrográficas. Já nas áreas mais planas (devido à baixa energia), outros processos são mais frequentes, como enchentes, inundações e a



movimentação de dunas (em caso de disponibilidade de pacote sedimentar e ventos constantes na mesma direção, como o da região dos lagos).

Na figura 18C, os alunos conseguiram reproduzir a passagem de um rio sobre um vale fluvial em forma de “V”; e a construção de um perfil topográfico representado por um fio preto em uma bacia hidrográfica (figura 18D), que eles entenderam ser em uma área montanhosa localizada no município de Nova Friburgo - RJ.

Já na figura 17A, embora fora da região hidrográfica VI, achamos conveniente a apresentação de um vale de fundo plano para os alunos, numa tentativa de comparar com os ambientes serranos, onde, novamente, a tectônica ganha expressividade. Nesse caso, tem-se nas figuras 18A e 18B a modelagem realizada pelos alunos referente a Serra da Mantiqueira e a Serra da Bocaina, respectivamente, tendo o vale do rio Paraíba do Sul encaixado entre ambas as serras.

Nesse caso, a abrangência, a largura do vale e o tipo climático montanhoso de áreas serranas têm importância significativa na vazão do rio Paraíba do Sul e são responsáveis pelo abastecimento de água da Região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro (RMRJ).

Desse modo, compreender a importância dos perfis topográficos como ferramenta para a interpretação das paisagens e seus respectivos processos formadores se torna fundamental, uma vez que é possível extrair parâmetros como altimetria, declividade, forma das encostas e tipos vales, comprimento das encostas e a distância entre os interflúvios. Essas informações ajudam a subsidiar políticas de gestão para uma determinada área, assim como para estados e municípios.

Síntese

De acordo com os resultados apresentados, nota-se a importância da geomorfologia como “fio condutor” no ensino de geografia física, fazendo com que o aluno perceba, a partir da prática apresentada, como as variáveis geológicas, geomorfológicas, pedológicas e climatobotânicas estão conectadas e influenciam as ações antrópicas em diferentes sistemas ambientais, sendo o domínio de “mares de



morros” tido destaque nessa prática. Em seguida, listaremos alguns tópicos que podem auxiliar o professor a trabalhar com a *sandbox* associada ao uso de mapas. São eles:

(1) parâmetros morfológicos, como morfografia e morfometria - que possibilitam a identificação de macroformas de relevo (depressões, planaltos e planícies), como abordado nas figuras 9 e 10, e que, por sua vez, estão associadas a processos escalares de pequena e média escala cartográfica;

(2) forma de bacias hidrográficas e tipos de padrões de drenagem - sendo essas, associadas à morfogênese, mas controladas inicialmente pelos processos endógenos relacionadas à geologia estrutural;

(3) dinâmica de processos geomorfológicos nas encostas - com movimentos gravitacionais de massa e processos erosivos, conforme trabalhados na figura 6 junto com as figuras 9, 13, 15, e 17;

(4) condicionamento do relevo à ocorrência de inundações, deslizamentos e à formação de dunas em diferentes regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, associados à ocupação desordenada, que é, muitas vezes, negligenciada pelo poder público;

(5) abastecimento e escassez de água – como o caso dos reservatórios da região que é uma questão geoestratégica/geopolítica, com destaque pra a reserva de Juturnaíba – destacada no centro do mapa apresentado na figura 10. Essa reserva é responsável pelo abastecimento de boa parte da região hidrográfica VI, caracterizada também por apresentar déficit hídrico;

(6) obras de engenharia e possíveis consequências – como o caso da construção e posterior rompimento das barragens em Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais;

(7) distribuição biogeográfica;

(8) Turismo – contemplação de belezas cênicas associadas às atividades em trilhas;

(9) alteração de paisagens – sendo esta uma das categorias de análise da geografia para decodificar as relações existentes no espaço geográfico, e que está inserida em outras categorias;



(10) dentre as várias possibilidades de se trabalhar com as outras áreas do conhecimento, como à História – entendendo as ações antrópicas a partir da geo-história ambiental; à Química – refletindo sobre a contaminação dos solos e corpos hídricos, além dos ciclos bio-geo-químicos que são inerentes às geobiocenoses (trocas de energia e matéria em ecossistemas); à física – com suas forças atuantes, como peso e gravidade, que auxiliam na geração de trabalho; à Biologia – com a dinâmica da fauna e da flora em múltiplos ecossistemas; à Matemática – como ciência que tenta explicar com exatidão ou probabilidade essas trocas de energia e matéria nos sistemas, considerando o Homem como uma variável dessa natureza.

Ademais, a experiência revelada pelos alunos mostrou que a introdução aos assuntos da geografia física a partir da utilização de mapas temáticos, modelos digitais de terreno, curvas de nível e/ou perfis topográficos antes de manusear a *sandbox* foi mais eficaz, pois familiariza o aluno com as formas e possibilita ensinar outras temáticas com mais diversão e interesse do que somente diante da prática com o instrumento de realidade aumentada.

CONCLUSÃO

Acredita-se que a construção da *sandbox* e sua aplicação como prática de ensino na geografia facilitam e despertam o interesse do discente para as temáticas abordadas em sala de aula. No entanto, essa prática não se sobrepõe como a mais importante e/ou exclui outras metodologias de ensino desenvolvidas até então. Na verdade, ela se mostra como mais um instrumento facilitador do processo ensino-aprendizagem, de modo que o professor de geografia deve estar atento aos avanços tecnológicos, assim como à sua qualificação para a manipulação e/ou desenvolvimento de novos recursos didáticos, que reforçam a prática docente e a autonomia do geógrafo em sala de aula.

Os conteúdos e o conhecimento da geomorfologia reforçam a importância do professor em trabalhar a escala dos processos, a partir dos domínios morfoclimáticos e fitogeográficos no ensino de geografia física, inserindo as categorias da ciência



geográfica (como espaço, região, lugar, paisagem e território). Essa abordagem permite problematizar a relação Homem-Natureza, e não um tipo de ensino que privilegie a distribuição e/ou a caracterização dos biomas, uma vez que este último é objeto de análise da biologia. Esse equívoco pode levar o discente à construção do conceito de natureza a partir da interação, apenas, do meio biótico com o meio abiótico – o que traz a ideia de ecossistema. Todavia, o espaço geográfico deve ser analisado, em suas múltiplas escalas, de forma Geossistêmica, evitando assim, uma construção “biologizante” da natureza.

A apresentação prévia das formas de relevo em cartas topográficas, mapas, fotos e em SIG facilitou a modelagem das formas de relevo na *sandbox* pelos alunos, além de familiarizar a leitura do relevo pela técnica das curvas de nível, pelo dregadê de cores e/ou pelo relevo sombreado, através do Modelo Digital de Terreno – MDT. Também foi possível representar a modelagem das formas de relevo pelos alunos na *sandbox* em formato 3D, e na televisão (muito semelhante ao que se reproduz em sistemas de informações geográficas para mapeamentos, quando se detém do MDT).

Por fim, embora as dificuldades no desenvolvimento de pesquisas voltadas para a inovação tecnológica sejam inerentes ao processo, foi possível e satisfatória a construção da *sandbox* e desta prática de ensino para o aprendizado dos bolsistas e dos alunos das disciplinas dos cursos técnicos em Meio Ambiente e Informática do Campus Arraial do Cabo, uma vez que os alunos e os bolsistas conseguiram compreender os conceitos abstratos da geografia física que permitem uma interpretação crítica da paisagem, além do contato com a linguagem de programação e, ao mesmo tempo, com a montagem e manutenção de *hardwares* (inerentes da grade curricular do curso de informática), respectivamente.

Desse modo, tais relações demonstram e ratificam a necessidade de aproximar pesquisas inovadoras ao ensino e também a necessária aplicação do produto final às políticas de extensão dos Institutos Federais de Educação e à comunidade local. Por fim, essa prática de ensino, por meio da compreensão da linguagem de programação (C++) abre uma lacuna para a programação de novos módulos dentro do *software*



Ar-SandBox e o aperfeiçoamento das aulas de forma interdisciplinar nos três segmentos do ensino: fundamental, médio e superior.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), pelo financiamento desta pesquisa através do edital interno Nº03/2018 (PROINOVA), e à direção do campus Arraial do Cabo pelo apoio na realização das práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. A. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.4, n.1-2, p.5-23, 1983.
- AB’SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. **Orientação**, v. 3, p. 45–48, 1967.
- AB’SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AFONSO, A. E.; ARMOND, N. B. **Reflexões sobre o ensino de Geografia Física no ensino fundamental e médio**. In: X ENPEG - Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia. **Anais...**Porto Alegre: X Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- AZEVEDO, A. O planalto brasileiro e o problema da classificação de suas formas de relevo. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 2, p. 43–53, 1949.
- CALLAI, H. C. A Geografia e a Escola: Muda a Geografia? Muda o Ensino? In: AGB Associação dos Geógrafos Brasileiros. Paradigmas da Geografia. Parte- I. **Revista Terra Livre**. n.16, p. 133-152, 2002.
- CAVALCANTI, L. S. **Geografia, escola e construção de conhecimento**. Campinas, SP: Papirus, 1998.
- CLIMATE-DATA.ORG - Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/rio-de-janeiro-853/>
Acesso em: 16 ago. 2020.
- CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980.
- DANTAS, M. E. **Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro - RJ**. Escala 1:500.000. 2000.
- HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society Of America Bulletin**, v. 56, n. 1, p. 275–370, 1945.



IBGE. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IDE, D. S. Considerações iniciais sobre a experiência da realidade aumentada. **Revista Geminis**, v. 5, n. 3, p. 177–190, 2014.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. **O Estado do Ambiente - Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro**, 2010.

LIBAUT, A. C. O. Pão de açúcar e mar de morros. **Boletim Paulista de Geografia**, 46. Associação de geógrafos Brasileiros. São Paulo, 1971.

LIMA, L. H.; VLACH, V. R. Geografia escolar: relações e representações. **Caminhos de Geografia**, v. 3, n. 5, p. 44–51, 2002.

LOBATO, R. B.; BRIZZI, R. R.; GOMES, F. C. M.; FERNANDES FILHO, C. A. O professor-pesquisador e seus multiletramentos aplicados ao ensino: construção da arandbox e seu uso na geografia. **Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, v1, n1, p. 2-20, 2020.

MAIO, C. R. **Geomorfologia: fotos e comentários**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

OLIVEIRA, L. de. Percepção ambiental. **Revista Geografia e Pesquisa**, v.6 n.2, p. 56-72, 2012.

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino médio - Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cienciah.pdf> Acesso em: 16 ago. 2020.

PELECH, A. S.; NUNES, B. T. A. ; GATTO, L. C. S.; BOTELHO, R. G. M. Considerações sobre o mapeamento geomorfológico do território brasileiro: algumas abordagens na representação regional. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 3, p. 681–690, 2019.

RADAMBRASIL. **Projeto RADAMBRASIL - V.32 - Folha SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória**, 1983.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2008.

RUHE, R. V. **Geomorphology: geomorphic processes and surficial geology**. Boston: Houghton Mifflin, 1975.

SEEMANN, J. **Carto-crônicas: uma viagem pelo mundo da cartografia**. 1. ed. Fortaleza: Expressão gráfica e Editora, 2013.

UCLA - Augmented Reality Sandbox – Disponível em: <http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/index.html>. Acesso em: 16 de agosto de 2020.