

A Realidade Aumentada no Planejamento da Paisagem

Autores
Barbara Irene Wasinski Prado
Erico Peixoto Araujo
Francisco Armond Amaral

RESUMO

Este texto apresenta a aplicação da ferramenta Realidade Aumentada - RA *Sandbox* (traduzida como Caixa de Areia de Realidade Aumentada) no Planejamento da Paisagem e no Planejamento Urbano e Rural. A partir da experiência educacional topológica que se fez com o uso do recurso semiótico da computação tangível, possibilitou inúmeras aplicações tais como: reconhecer a paisagem estudada e seu modelado; compreender a tradução gráfica desse modelado por meio da representação por curvas de níveis; interagir com as transformações do modelado (tátil e visualmente); simular o caminho das águas fluindo nas diferentes superfícies de um modelado; estudar estratégias de alcance e proteção de territórios; e, especialmente, identificar áreas suscetíveis à acidentes e desastres naturais e antrópicos. A ferramenta foi desenvolvida com a participação de professores e estudantes ampliando suas experiências e interações e acelerando o aprendizado, além de sensibilizar sobre prevenção de áreas de risco em espaços de assentamento humano.

Palavras Chave: Áreas de Risco; Educação; Planejamento da Paisagem; Realidade Aumentada; Topologia.

ABSTRACT

This text presents the application of the Augmented Reality tool - *AR Sandbox* in the Landscape and Urban and Rural Planning. From the topological educational experience that was made with the use of the semiotic resource of tangible computing, it enabled numerous applications such as: recognizing the studied landscape and its modeled; understand the graphic translation of this modeled by representing by level curves; interact with the transformations of the modeled (tactile and visually); simulate the path of the flowing waters on the different surfaces of a modeled; study strategies for the scope and protection of territories; and especially identify areas susceptible to natural and man-made accidents and disasters. The tool was developed with the participation of teachers and students expanding their experiences and interactions and accelerating learning, in addition to sensitizing about prevention of hazard risk areas in human settlement spaces.

Keywords: Risk Areas; Education; Landscape Planning; Augmented Reality; Topology.

A Realidade Aumentada no Planejamento da Paisagem

1. INTRODUÇÃO

Este texto apresenta o recurso semiótico da computação tangível para o ensino de Planejamento da Paisagem com o uso da ferramenta AR Sandbox. Suas aplicações são incontáveis, porém destacamos as que mais se relacionam ao saberes e fazeres da Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, ou seja, o modelamento da Paisagem. Podemos citar exemplos práticos de sua utilização que vão desde o uso militar no estudo de estratégias de alcance e proteção de territórios, até a previsão de acidentes e desastres.

Se para a arte da pintura, o suporte é a tela, para a Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, assim como para muitas Engenharias, o suporte é o terreno. O primeiro conhecimento nesse caso, a ser aprofundado é o do modelado do terreno e, para isso, apoia-se na ciência da Topografia, que se baseia na Geometria e Trigonometria, principalmente numa de suas divisões a Topologia.

Topologia – É a parte da Topografia que trata do estudo das formas exteriores do terreno, suas modificações e as leis que regem essas modificações.

No exercício profissional da Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, assim como nas Engenharias, o Planejamento da Paisagem é a disciplina que vai estudar a transformação da mesma, em diferentes escalas. As matérias desta disciplina consistem na compreensão da morfologia, no funcionamento da Paisagem Ativa (PRADO, 2011), as interações da Cultura com a Natureza, bem como o próprio desenho da Natureza. Um fundamento para se projetar, construir, transformar. Embora a Natureza não seja como uma Ciência Exata, há diversos padrões na paisagem que revelam uma tendência de comportamentos naturais, como muitos autores já descreveram e, neste campo especialmente, McHarg desde os anos 1970 e, como Brisson e Boulanger (in: ALVES ET ALI, 1984) e Macedo (2004).

Apesar disso, nos últimos anos, as inundações de quase todos os centros urbanos do Brasil; as enchentes anuais de boa parte dos rios brasileiros; as erosões das ressacas de marés de lua; os rompimentos das barragens brasileiras em Brumadinho e Mariana, em Minas Gerais; e outras tantas situações de desastres, cujas causas podem ser naturais e antrópicas, demonstraram que o

Planejamento da Paisagem foi negligenciado. Milhares de pessoas perderam suas vidas e aos que ficaram, além da perda de familiares, houve também a perda de bens e terras que aumentaram o sofrimento e perpetuam a pobreza.

Onde há riscos de alagamentos, enchentes, inundações, deslizamentos, o assentamento humano não pode mais ser considerado admissível. Embora haja até a norma legal brasileira, determinando a proibição da ocupação de determinadas áreas do território, não é claro para gestor público e para o público em geral, especialmente, onde estão tais áreas e que riscos são detectáveis. Foi o caso dos deslizamentos de encostas em Teresópolis e Petrópolis, no Rio de Janeiro, que pode ser considerado uns dos maiores desastres brasileiros. Embora seja proibido (desde 1965 e continuando na Lei Federal Nº12.651/2012 Art. 4º. IX) ocupar encostas com inclinação maior que 25°, porque os deslizamentos de solo e de rochas é mais suscetível, milhares de vidas e bens estiveram (e estão) nessa rota. Tais deslizamentos, em boa parte previsíveis, destruíram ocupações e assentamentos localizados desde o alto da montanha a sua base, seguindo pelo fundo de vale no “**Caminho das Águas**”¹. Muitas destas ocupações e assentamentos foram planejados e projetados, o que desmitifica a alegação de que apenas populações carentes ocupam áreas de risco. Além de serem empurradas para áreas de risco pelo mercado imobiliário (o que não discutiremos neste papel) há a reprodução de um comportamento comum a várias sociedades. Uma falha na avaliação do risco.

O risco foi definido por Appleton como: "a proximidade de algo que ameaça, ameaça ou perturba nosso equilíbrio". Essa definição também consta da teoria "Prospect-Refuge" (algo como explorar-refugiar), na qual Appleton defendeu que percebemos e adquirimos informações visuais na busca, em ambientes, das oportunidades de sobrevivência e progresso (prospect), mas também as oportunidades de sobrevivência e proteção (refuge). A falha na avaliação do risco, nesse sentido, se daria no grau de complexidade dado pelo processo de urbanização, que envolve múltiplas variáveis. Essa falha pode contribuir para uma percepção parcial dos problemas, contrapondo-se a uma percepção mais ampla e global que pode resultar em soluções pontuais dos problemas ao invés de soluções mais interativas e complexas.

Os exemplos citados anteriormente demonstraram por si mesmos, por vezes, com enredos óbvios do risco à vida, à propriedade, ao ambiente, como: sim, uma barragem pode romper; sim, o **Caminho**

¹ O Caminho da Águas é o termo utilizado aqui para simular o percurso dos fluidos por superfícies diversas, fluidos esses, que podem conter águas pluviais, fluviais, marinhas, servidas, com sedimentos, minérios, dejetos, poluentes e outros elementos químicos e físicos.

das Águas é altamente previsível; sim, um assentamento no caminho dessas “águas”, por vezes é inadmissível, apesar de Franklin Lloyd Wriqth.

Um dos percursos para tratar e aperfeiçoar tais questões pode ser tomado a partir do Estudo Morfológico da Paisagem, que levando em conta a Complexidade dos Sistemas que estão implícitos e explícitos Paisagem, pode identificar os riscos e as potencialidades de se usar e ocupar os solos. E tal estudo sendo multidisciplinar deve ser aprofundado por outras Ciências específicas, como por exemplo, a Hidrologia, a Climatologia, a Oceanografia, a Geologia que identifica as qualidades de solos e subsolos entre outras disciplinas. O Estudo Morfológico da Paisagem é uma condição “*sine qua non*” do Planejamento da Paisagem, que se defende ser uma pré-existência inequívoca do Planejamento Urbano e Territorial ou Regional.

A eficácia e eficiência do Desenvolvimento Urbano e Rural Regional passa necessariamente pela determinação dos riscos, dos conflitos, das potencialidades da Paisagem idealizando a ocupação humana sobre ecossistemas existentes mais favoráveis à vida, à economia e à conservação ambiental.

A impossibilidade da tomada de decisão plena do cidadão comum demanda uma tutela coletiva e técnica do uso e ocupação dos solos. Fundamentalmente no Brasil, as Leis de Zoneamento, Uso e Ocupação dos Solos – LZUOS - desempenham ou deveriam desempenhar tal função. Entretanto, estudando-se algumas dessas normas legais, observou-se que essas leis carecem de eficácia na prevenção de assentamentos em áreas risco de suas cidades com seus padrões paisagísticos próprios (São Luís – MA, 1992; Goiânia-GO, 1994; Petrópolis-RJ, 1998; Teresópolis-RJ, 2001), mesmo as mais recentes (Campo de Goytacazes-RJ, 2020).

O próprio conceito de zoneamento contido nessas leis, delimita territórios em ZONAS sem destacar suas variabilidades de padrões paisagísticos. Por exemplo, uma ZR2 (zona residencial 2²) delimitada tem dentro dessa mesma zona, contem margens de rio, terras inundáveis, orla marinha, dunas, mangue, curso d’água ou nascentes, entretanto os índices de uso e ocupação do solo são gerais, cabendo ao empreendedor imobiliário (em geral por meio de um projeto arquitetônico) dar a sua interpretação ao padrão paisagístico existente em seu terreno e à prefeitura municipal aprovar essa interpretação. Aqui apontando-se o caso das ocupações dirigidas, aquelas aprovadas pelo poder publico. As ocupações espontâneas, invariavelmente reproduzem métodos e técnicas de construção e

² Cada cidade tem suas leis de zoneamento e adota os nomes dessas zonas de forma variada, aqui trata-se apenas de um exemplo.

ocupação dos solos, dentro dos limites de suas condições econômicas (grande parte dessas ocupações são edificadas pelos trabalhadores da construção civil, que constroem a cidade legal, mas acessam economicamente apenas a cidade ilegal). O reconhecimento do risco de um desastre e suas ameaças não parecem, não estão mapeadas e por isso são omitidas nessas publicações legais. Ao longo da história do urbanismo houve muitas mudanças relacionadas às tipologias construtivas, porém muito pouco houve em relação aos modos de usar e ocupar os solos (PRADO, 2002).

Marchezini e Londe (2018), que estudam o Sistema de Alerta Centrado nas Pessoas, o qual, trata de uma recomendação da Estratégia internacional de Redução de Desastre (UNISDR), apontam que o reconhecimento do risco de um desastre e suas ameaças corresponde à análise de suas componentes:

“O risco de um desastre é sempre definido a partir da relação entre ameaça (s), vulnerabilidade (s), capacidade (s) de proteção e políticas públicas de mitigação/redução do risco. Conhecer o risco implica analisar essas diferentes componentes. As ameaças se referem a fenômenos de origem natural (chuvas, tornados, terremotos, secas, entre outros), tecnológica (barragens mal planejadas/mal construídas, usinas nucleares, etc.) e biológica (vírus, bactérias) que podem deflagrar um provável dano (MARCHEZINI; LONDE, 2018).”

Levando em conta os argumentos de Marchezini e Londe (2018), a respeito do SISTEMA DE ALERTA CENTRADO NAS PESSOAS, entende-se que o diagnóstico é um elemento essencial, tanto antes, como depois da cidade construída (do projeto à gestão). No entanto, até hoje se intervém na paisagem sem a devida previsibilidade das consequências ou até conferindo uma relação custo-benefício, tanto por parte de leigos, como por parte de muitos profissionais, o que atualmente pode ser considerado inadmissível.

Esses conhecimentos de fenômenos da Natureza deveriam ser educados desde a infância para formar uma cidadania consciente de riscos à vida. Muitos países investem na educação infantil como, Noruega, Holanda, Suécia e até utilizam a ferramenta AR *Sandbox*, como é o caso dos Estados Unidos da América. O conhecimento e o reconhecimento do modelado de terrenos, nos Estados Unidos, por exemplo, é promovido na educação ambiental para crianças e adolescentes, como explica Beals (2018), por meio da tecnologia AR *Sandbox*, que:

“não apenas os encanta como possibilita a interação e também possibilita o aprendizado do conceito de risco ambiental e de proteção contra ameaças de desastres”.

No Brasil, a educação de adultos especializada e técnica, e especialmente, dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, deve pretender a formação de arquitetos e urbanistas conscientes dos riscos à vida das comunidades e de sua responsabilidade em planejar a paisagem, projetar cidades e assentamentos mais seguros. Além dos desastres causados por eventos ambientais da Natureza, comumente noticiados em nossos dia-a-dia em quase todas as partes do mundo, há que se considerar o aumento do número de desastres em função das alterações climáticas apontadas como relativamente previsíveis (IPCC, 2017). Portanto, pode-se considerar que essa Educação Ambiental (neste caso a especializada e técnica, além da educação infantil para o reconhecimento do risco) é também uma necessidade mundial.

Para além da Educação Ambiental, entendeu-se aqui, que o emprego da ferramenta AR *Sandbox* para a educação profissional possibilitaria uma imersão na linguagem gráfica da Topografia por uma interação semiótica. Essa pode ser uma solução positiva para acelerar o aprendizado dos signos da Topografia e da Topologia especificamente, possibilitando a construção de um imaginário por meio das simulações estudadas a partir da tridimensionalidade das superfícies dos terrenos. A utilidade desta aplicação entusiasma conforme avançamos nas experimentações, tanto para a educação em Arquitetura Urbanismo e Paisagismo, como estendendo que o uso das simulações de possíveis desastres ambientais podem subsidiar ações preventivas da Defesa Civil ou subsidiar a criação ou revisão das Leis de Zoneamento, Uso e Ocupação de Solos, como se almeja em extensão universitária.

2. SIGNOS DA TOPOGRAFIA: CURVAS DE NÍVEL TRADUZEM O MODELADO DA PAISAGEM

A Semiótica tem por objeto de estudo todas as possíveis linguagens e se propõe a ver o mundo como linguagem. Busca em cada fenômeno (social, químico, físico, biológico, etc...) analisar e descrever os fenômenos enquanto sua constituição como linguagem (OLIVEIRA, 2000).

Assim observado, a Topografia pode ser considerada uma linguagem, utilizada para descrever e representar o relevo da superfície terrestre (ou outras superfícies). As representações gráficas da topografia são expressões bidimensionais (X e Y), que representam a tridimensionalidade do espaço (X, Y e Z). Um objeto semiótico. Uma linha “torta” desenhada no papel é apenas uma expressão gráfica. O significado dessa expressão se altera ao se definir que ela representa uma curva de nível. A curva de nível é ao mesmo tempo uma expressão bidimensional e uma expressão tridimensional, mesmo sendo a priori uma “linha torta”. Essa linha, cheia de significados e tão importante para o

desenvolvimento dos projetos de arquitetura, urbanismo, paisagismo e engenharia, **a curva de nível** – é a representação bidimensional da uma altitude de uma superfície (2D). E um **conjunto de curvas de nível** é a representação da tridimensionalidade de uma superfície, **um relevo**.

A conversão de informações e as representações gráficas de uma simulação física de um modelado da paisagem, de um relevo, do estudo da topografia, podem ser facilitadas pelo uso do meio informacional. Para isso, os computadores, máquinas semióticas, como lembra Oliveira (2000) criam, por meio do software, ambientes revelados para o usuário através dos signos de uma linguagem, a linguagem da interface (Oliveira, 2000).

A interface é um ambiente de comunicação, um espaço que por um lado comunica algo ao usuário e por outro lado, permite que o usuário se expresse, segundo as regras do sistema semiótico (linguagem) subjacente ao ambiente. Uma interface em geral contém centenas de signos que: (1) constituem "fisicamente" o ambiente, comunicando ao usuário o que o ambiente é e o que ele possui; (2) permite que o usuário participe do ambiente possibilitando a ele a comunicação, segundo o sistema semiótico do ambiente, se aplicando à outras profissões como as engenharias, odontologia, medicina, geografia, design, educação ambiental e tantas outras (Oliveira, 2000) (como a arquitetura, urbanismo e paisagismo, complementa-se aqui).

Transportando-se para o ambiente físico da sala de aula, para a significação do modelado dos terrenos nas representações gráficas, dado o alto nível de abstração necessário para compreender a representação bidimensional para realizar a significação da tridimensionalidade, observou-se que o processo de aprendizado nem sempre ocorria com a rapidez necessária para a educação de estudantes, dentro do chamado semestre letivo de um curso de Arquitetura e Urbanismo no Brasil.

Na testagem do conhecimento do alunado em relação a aspectos do Desenho da Natureza e de alguns axiomas da Natureza, fundamentalmente no exercício "**o caminho das águas no relevo**" observou-se a dificuldade em associar as **Regras de Brisson e Boulanger** (in: ALVES ET ALI, 1984) à uma carta de curva de níveis de uma bacia hídrica oferecida.

Regras de Brisson (in: Alves et ali, 1984):

“Quanto mais próximo for o rio da montanha esta é mais escarpada, e quanto mais longe, menos escarpada”.
"A declividade de um curso d'água ou linha de talvegue decresce de montante para jusante"

"Entre dois talwegues vizinhos que se originam do mesmo lado de uma linha de festo, deve haver, por mais fraco que seja, um divisor de água que os separa".

"Quando uma linha de festo (divisor de águas) separa dois cursos d'água, ela se eleva quando os cursos d'água se afastam e se abaixam quando eles se aproximam"

"Quando dois talwegues tiverem origem em lados opostos de uma linha de festo, estas se abaixa formando uma sela"

"Sempre que uma linha de festo muda de direção, lança um contraforte, ainda que curto, em sentido oposto à abertura do ângulo de deflexão".

"Se dois cursos d'água têm níveis diferentes, a linha de festo se aproxima mais daquele que tiver o nível mais elevado"

"Geralmente as curvas de nível da mesma altura se fazem seguir sobre as duas partes de uma mesma vertente, separadas, uma da outra, por um vale lateral"

"Quando um rio, durante o seu curso, se bifurca, entre as bifurcações se forma um leque chamado cone de dejeção ou aluvião"

"Projetando-se sobre um plano vertical os perfis de um curso d'água e seus afluentes, a curva perfil do curso principal envolverá as dos seus afluentes e as de cada um destes, por sua vez, a dos seus subafluentes"

"Nas sinuosidades de um curso d'água, as declividades exteriores às curvas do rio são mais acentuadas que as declividades interiores"

Regra de Boulanger (in: Alves et ali, 1984):

"Se uma das vertentes de uma montanha tem inclinação suave, a vertente que lhe fica oposta tem inclinação forte"

Os estudantes tinham educação prévia e domínio relativo em relação aos conhecimentos de Topografia, mas encontravam grande dificuldade em mapear na carta de curva de níveis de uma bacia hídrica oferecida: as linhas de cumeada, as linhas de talvegue ou de grotas, de aplicar as divisões hídricas iniciais dos estudos morfológicos da Paisagem, compreender as características morfológicas de paisagem e, por conseguinte, traçar “o caminho das águas no relevo” indicando a base para o que seria, a análise seguinte: a identificação de áreas de risco e o reconhecimento do risco de um desastre e suas ameaças.

Para construir e acelerar tal educação e avançar sobre a aplicação dos conhecimentos de topografia nos projetos de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo que se desenvolvem no curso e no Laboratório da Paisagem, recorreu-se à computação tangível. Para essa compreensão considerou-se a ferramenta Augmented Reality Sandbox - ARSandbox, ou na tradução literal, Caixa de Areia para Realidade Aumentada, que é um sistema de computadores que pode, conforme um modelado se modificar e simular as formas de um conjunto de curvas de nível projetadas sobre uma superfície.

“Sendo essencialmente mídia, sistemas de computadores são usados para veicular signos (OLIVEIRA, 2000)”.

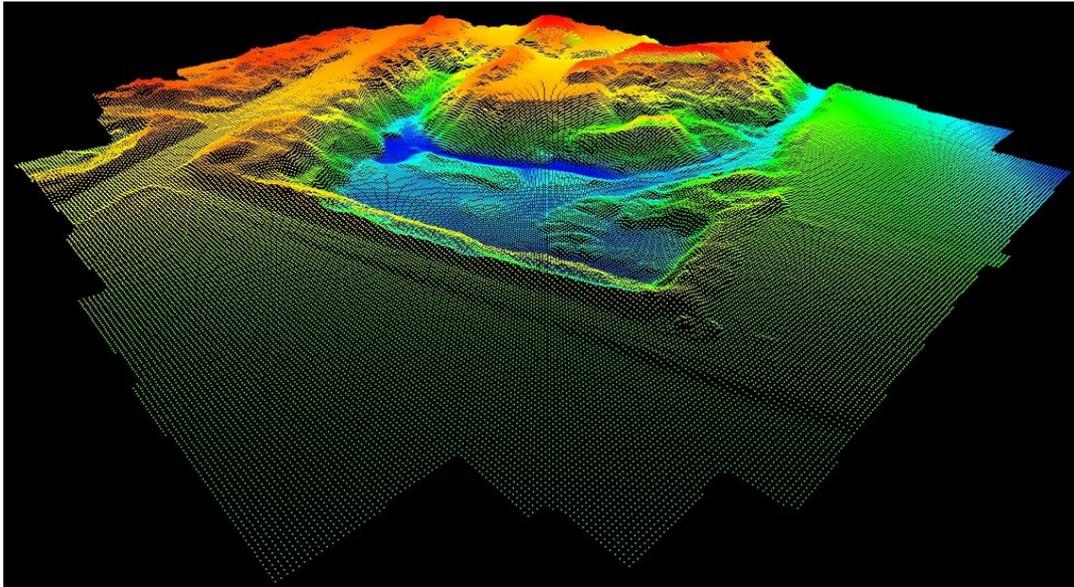


Figura 1- demonstração da hipsometria no modelado de um lote por meio de Autocad-2017

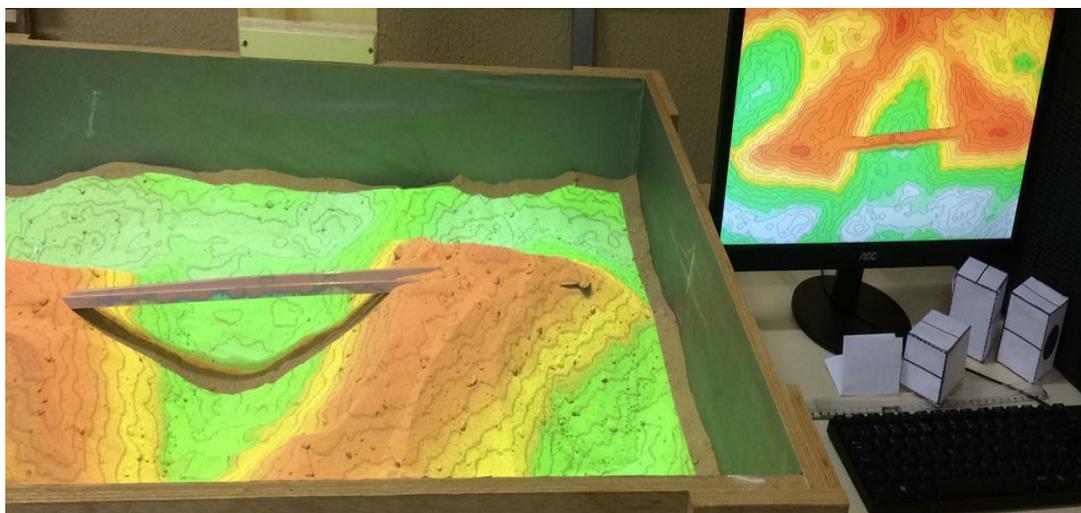


Figura 2-Um terreno simulado com interatividade no AR Sandbox. Fonte: autor, 2019.

3. REALIDADE AUMENTADA POR *SANDBOX*

A computa o tangível trata da acessibilidade aos dados intangíveis. Por meio da intera o dos indivíduos a um meio físico, material e concreto para representá-lo e favorecer a compreensão de fen menos dos mais diversos, recorre às máquinas semióticas. Elas permitem a intera o do ser humano vendo, ouvindo, sentindo ou tocando objetos (BONGARD, 2018).

Uma das ferramentas de computa o tangível   a Realidade Aumentada-AR (*Augmented Reality*) que pode possibilitar a experiência interativa para se compreender a realidade física virtualmente.   utilizada combinando-se um código de duas dimensões com um programa de computador.

Huatsch (2009) explica que a AR basicamente precisa de três componentes básicos são necessários para a existência da Realidade Aumentada:

1. Objeto real com algum tipo de marca de referência, que possibilite a interpretação e criação do objeto virtual;
2. Câmera ou dispositivo capaz de transmitir a imagem do objeto real;
3. Software capaz de interpretar o sinal transmitido pela câmera ou dispositivo.

O processo pode ser realizado com um aparelho *Microsoft Kinect* que lê o relevo ativo que se processa numa caixa de madeira preenchida com areia fina de cor clara sendo movimentada pelos usuários. Os dados da leitura dos movimentos são digitalizados em tempo real e enviados para um PC de ambiente *Linux*, com um *Software AR Sandbox* instalado.

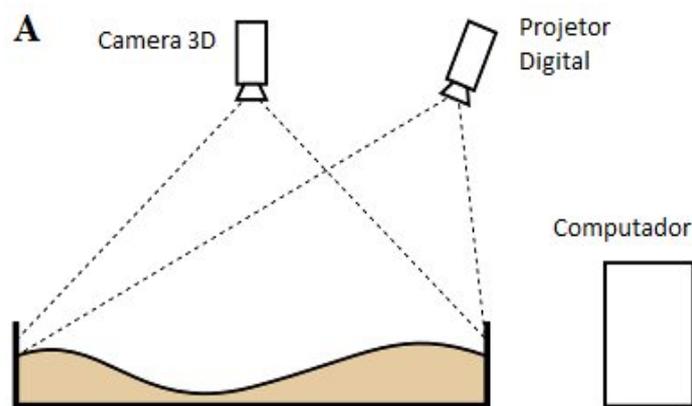


Figura 3-Esquema da disposição dos equipamentos que compõem a caixa de areia. Fonte: UC Davis.

A tecnologia gera os mapas com cores de elevação, linhas de contorno topográficas e ainda o deslocamento simulado de água, a partir de modelos topográficos em uma superfície em tempo real.

Nesse Relevo Ativo - a imagem se altera simultaneamente à movimentação da areia que está na caixa com as mãos dos usuários que estão interagindo e moldando a superfície. As movimentações são captadas pela câmera 3D e projetadas como representações de curvas de nível desse modelado sendo alterado. É um processo dinâmico e interacional grandemente pedagógico. É uma poderosa ferramenta para educação.

Considerado um sistema de média complexidade, o *AR Sandbox* necessita de uma infraestrutura relativamente acessível, porém com atendimento de requisitos mínimos para seu funcionamento.

A tecnologia *Augmented Reality Sandbox* é um método, um conceito e um programa que foi desenvolvido pelos pesquisadores da Universidade da *Califórnia Davis W. M. Keck Center for Active*

*Visualization in the Earth Sciences*³, nos Estados Unidos. A universidade, disponibiliza a tecnologia aos usuários para que construam suas ferramentas o que permite a promoção de estudos topográficos por meio da Realidade Aumentada com um código é aberto, gratuito e acessível no sítio eletrônico da instituição, no qual mapeia seus usuários pelo mundo. São inúmeras as instituições que utilizam a tecnologia de *Ar Sandbox* e a grande maioria dos usuários está localizada nos Estados Unidos, Canadá e Europa. No Norte e Nordeste América do Sul há poucos usuários ainda, especialmente do Brasil e em cursos de Arquitetura e Urbanismo (REED, 2016).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Das práticas pedagógicas de todos os dias, na disciplina de Planejamento da Paisagem, observou-se que para se chegar aos planos, parte-se da representação do terreno por curvas de níveis. Para compreender o modelado e a constituição da paisagem são essenciais a elaboração de cartas temáticas que servem para as análises preliminares: hipsometria; localização de topos, encostas e fundos de vale; localização e reconhecimento de nascentes, cursos d'água e desembocaduras; caminho das águas fluviais e pluviais; níveis do mar e simulação do futuro aumento do nível do mar.

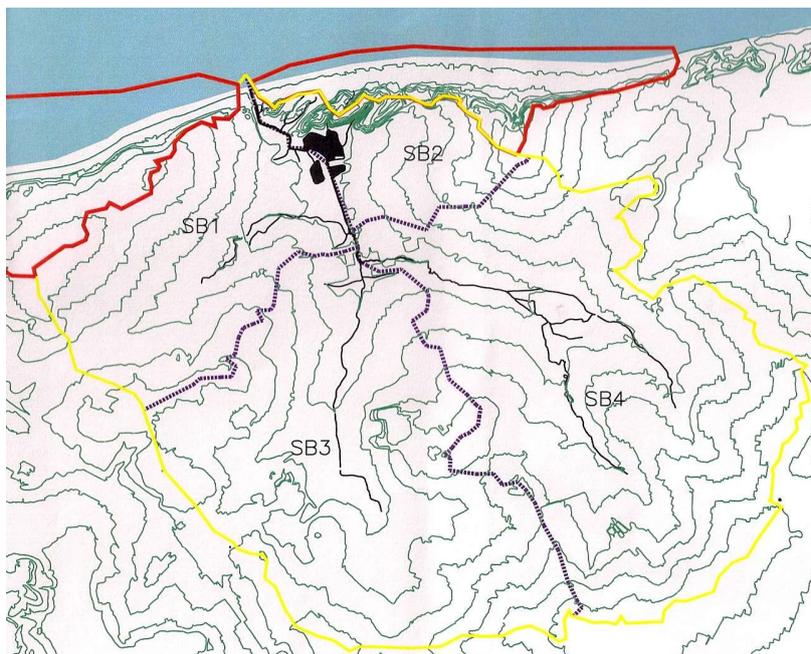


Figura 6 - Carta Topográfica parcial, com Curvas de Nível e delimitações de bacia de um Rio e sub-bacias. Fonte:autor, 2017.

³ The Augmented Reality Sandbox was developed by the UC Davis W.M. Keck Center for Active Visualization in the Earth Sciences (KeckCAVES, <http://www.keckcaves.org>), supported by the National Science Foundation under Grant No. DRL 1114663. For more information, please visit <https://arsandbox.ucdavis.edu>.

A metodologia da pesquisa aplicada em Planejamento da Paisagem se baseia no princípio das aproximações sucessivas, onde o aprofundamento deve ser constante e os resultados apenas refletem um estado da arte. Os resultados são sempre provisórios, até um próximo estudo. Há uma relação com a teoria de Peirce (Falibilismo) que defende que as leis da natureza não são absolutas, mas evolutivas, daí provisórias e sujeitas às mudanças. Considera-se assim, a importância da falibilidade das leis da Natureza como base do método de investigação, pois na retórica (pragmática) de Peirce, “a abdução contempla a formação de uma hipótese exploratória e uma possibilidade de inovação” (PEIRCE in: HONENBERGER; MEGILL, 2015).

A dedução extrai a inferência contida nas premissas.
A indução confirma as inferências pela experimentação.
A abdução prova que alguma coisa pode ser.
Charles Sanders Peirce

Outra abordagem da disciplina é a da Ecologia da Paisagem, que tem por pressuposto a paisagem sistêmica, ativa, interativa e indivisível. Por isso a noção de unidade da paisagem torna-se inadmissível. Na abordagem geográfica, a unidade da paisagem representa cada tipo de componente da paisagem, é em geral definida como um espaço de terreno com características hidro geomorfológicas e história de modificação humana semelhantes. Por exemplo, unidades de recobrimento vegetal, tipo de uso do território, ecossistemas presentes, tipos de vegetação. De certa forma, a “unidade da paisagem” da abordagem geográfica pode ser considerada como uma “paisagem” dentro da abordagem ecológica, pois ela é composta por um mosaico com diferentes usos e coberturas (METZER, 2001, p.8). Por esse motivo, não se admitiu aqui o conceito de UNIDADE DE PAISAGEM, uma vez que a paisagem foi aqui considerada um *continuum* indivisível (PRADO, 2011).

Para os estudos de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo utilizou-se a bacia hidrográfica como unidade ambiental de pesquisa, como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental, como uma unidade de análise e de gerenciamento ambiental, como um ecossistema⁴(Camargo e Schiavetti, 2002). O conceito de bacia hidrográfica de a define como “o conjunto de terras drenadas por um corpo d’água principal e seus afluentes”. O entendimento que esse conceito

⁴ Um ecossistema é definido como uma unidade espacialmente explícita que inclui todos os componentes bióticos e abióticos dentro de suas fronteiras (LIKENS 1992 In: CAMARGO; SCHIAVETTI, 2002).

se aplica a bacias de qualquer dimensão quando em ilhas. As grandezas de cursos d'água definidas por Strahler (1957) que variam de 1 a 12 sistemas de ramificação. E finalmente as feições paisagísticas que são indicadas como Áreas de Proteção Permanente - APPs na Lei Federal Nº12.651/2012.

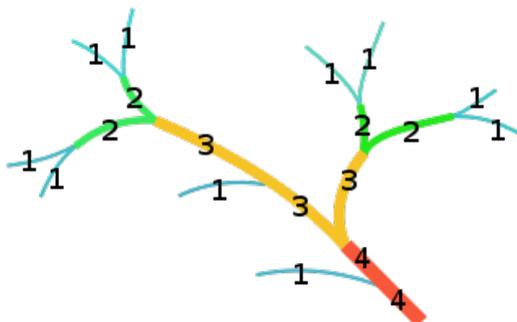


Figura 1- Ramificações dos cursos d'água e o Número de Strahler.

5. RESULTADOS

A definida a UNIDADE HIDRICA como recorte físico de estudo possibilita a análise e a avaliação controlada dos riscos e potencialidades de um determinado espaço, no qual se pode localizar os agentes diretos e indiretos de transformação da paisagem (os naturais e antrópicos) compreendendo a ecologia dessas bacias hidrográficas.

Cabe destacar que na cartografia do recorte físico estudado não havia levantamentos precisos e disponíveis sobre seus relevos e, portanto, essa carta precisou ser construída (por meio de vários softwares e finalizada em AutoCAD, contendo curvas de nível de 5 em 5 metros de altitude, sendo portanto, uma inovação do laboratório do curso).

Nessa Carta Temática Topográfica (2017) foram mapeadas, a partir da divisão das linhas de cumeadas primárias (bacias) e secundárias (sub-bacias), 47 Unidades Hídricas que correspondem às 47 bacias hidrográficas existentes no recorte físico que variam em grandeza de 1 a 5 no Número de Strahler (1957). E a partir do reconhecimento das grotas e dos talwegues contínuo nessa Carta Topográfica e mais tarde confirmadas por meio da localização ou via Google Earth Pro ou mesmo, em visitas de campo, identificaram-se a existência (ainda) de cursos d'água e nascentes em alguns pontos selecionados (a cada semestre desenvolve-se o estudo de duas ou mais unidades hídricas, conforme a velocidade de aprendizagem dos estudantes obtida no aprofundamento das análises da morfologia da paisagem e dos diagnósticos realizados para a elaboração de planos gerais da paisagem).

A velocidade de aprendizagem diferenciada dos estudantes foi relacionada com às condições da aprendizagem deles - estimulação baixa, tempo disponível para realizar as tarefas, sobrecarga de atividades, falta de equipamentos em casa ou no curso, trabalho ou estágio fora do período do curso, e outras causas. Além destes fatores que atingem a velocidade de aprendizagem dos estudantes, há ainda a questão cognitiva. Entre 2015 a 2017 foram avaliados 120 estudantes que cursavam a disciplina de Planejamento da Paisagem no 5º Semestre de um Curso de Arquitetura e Urbanismo. De suas ainda breves experiências nas disciplinas de Topografia e de Computação Gráfica, pré-requisitos da disciplina Planejamento da Paisagem, foi detectado que os estudantes enfrentaram dificuldades de associar a linguagem de ambas as disciplinas para compreender uma das realidades: a da representação do mundo físico e das interfaces - a significação do relevo das superfícies representadas graficamente. A maior parte dos estudantes demonstrou conhecer os recursos do desenho informatizado (CAD, BIM, SKETCHUP) e também tinham boas noções de topografia (apenas 15% não tinha noções na medida necessária para o desenvolvimento da disciplina). A grande maioria ENTENDIA OS SIGNOS, mas NÃO COMPREENDIAM OS SIGNIFICADOS. Entendiam os signos, calculam declividades e inclinações, calculam volumes de cortes e aterros. Entretanto refletiam a dificuldade de compreender as feições paisagísticas e de interpretar os signos apreendidos nas formas da paisagem. Especialmente, localizar encostas, festos, talvegues e cursos d'água, vertentes e linhas de divisão de águas, topos, encostas, fundos de vale, margem de curso d'água, nascente e demais feições paisagísticas descritas nos princípios da topologia das regras de Boullanger e de Bresson ou das APPs da Lei Federal nº12.651/2012). Viam o conjunto de linhas "tortas", entendiam que representavam curvas de nível, mas não reconheciam com facilidade as feições paisagísticas dos elementos da Natureza contido na representação gráfica em 2D, sendo melhor em 3 D. As dificuldades de aprendizagem era um gargalo se prolongava, em alguns semestres, até a metade do segundo bimestre (total de 3 bimestres). Esse gargalo precisava ser contornado para alcançar o objetivo da disciplina - um Plano de Paisagem Conceitual.

Para a aceleração da aprendizagem da disciplina Planejamento da Paisagem foi desenvolvido um projeto de extensão em 2019, que consistiu na construção e instalação da ferramenta AR *Sandbox*, cujo sistema interativo poderia permitir as simulações do modelamento da paisagem e o estudo da topografia por meio da realidade aumentada.

Para conseguir alcançar esse objetivo, foi elaborado um projeto de um mobiliário, projetado com as recomendações da UC Davis (2018) e adaptações relacionadas a matérias e acabamentos no sentido de reduzir-se a um custo mínimo.

A mobiliário consiste em uma caixa de madeira compensada de 18 mm com 100x75x20 centímetros e fixada a uma altura de uma mesa de trabalho (70 centímetros). Dentro da caixa se desenvolvem as simulações interativas. A caixa teve a resistência calculada para suportar o peso estimado de 100 quilogramas ou 0,075 m³ de areia lavada de rio seca, conhecida no local, como areia fina de construção civil. A parte interna da caixa foi revestida com uma camada plástica adesiva para proteger a madeira de umidade e impedir o vazamento da areia pela sala de aula. A caixa recebeu pés de madeira compensada 18 mm e rodízios de silicone de 2,5". Os rodízios foram incluídos para facilitar o deslocamento dentro da sala de aula e também para ser levada para atividades e exposições fora do campus – educação de crianças e jovens em festas escolares, feiras de ciência etc...).



Figura 8-Montagem AR Sandbox. Fonte: autor, 2019.

Um suporte vertical de madeira compensada de 18mm de 20x10x200 com suportes reguláveis foi revestida com madeira compensada de 5 mm centímetros para suportar os equipamentos de informática como o PC com adequação de software para o sistema operacional Linux; os equipamentos de projeção Power Lite X12 da marca Epson; um equipamento de escaneamento como

o Kinect Sensor Xbox 360. Nesses equipamentos foram instalados um conjunto de programas que compõe o AR Sandbox Software, com realização das testagens e calibrações necessárias. Participaram deste projeto de extensão três professores e cinco estudantes da graduação.

Após essa etapa passou-se à sua aplicação na disciplina de Planejamento da Paisagem. Os 27 estudantes da nova turma receberam a mesma instrução das turmas anteriores e apresentaram as mesmas dificuldades em mapear, nas cartas topográficas, os mesmos elementos da Natureza que a disciplina pesquisa. Ao apresentar as mesmas questões, possibilitando aos grupos de estudantes utilizarem o AR *Sandbox* para testarem suas dúvidas, verificou-se que houve um grande salto no entendimento da forma do relevo, a partir da manipulação do modelado do terreno, o que acelerou a aprendizagem dessa turma e reduziu o tempo da disciplina despendido nessa compreensão e, conseqüentemente, no avanço obtido sobre a qualidade das proposições dos Planos da Paisagem Conceitual desenvolvidos pelos grupos.

6. CONCLUSÃO

O terreno sendo a base, o suporte do trabalho em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo representa um dos elementos da paisagem, um pedaço da superfície do solo em si, onde os demais elementos existem e vivem, se sustentam acima e abaixo dele.

Os incontáveis desastres ambientais que ocorreram pelo Brasil têm sido resultado de uma prática de ocupação urbana em áreas de risco potencial, que tem desconsiderado o prévio e macro Planejamento da Paisagem. O que se constata é que, tais ocupações nem sempre foram analisadas globalmente, mas sim localmente ou mesmo pontualmente, sem levar em conta as correlações sistêmicas das alterações de paisagem. Com foco, muitas das vezes, mais na lucratividade dos empreendimentos imobiliários do que na sua estabilidade e longevidade, a insegurança dos assentamentos em áreas de risco potencial, deve ser combatida com INFORMAÇÃO e EDUCAÇÃO. Estas duas ações praticadas desde a infância, podem formar consumidores do mercado imobiliário conscientes e aptos a compreender que além do imóvel em que vivem, eles pertencem à sua rua, seu bairro, sua cidade, a sua bacia hidrográfica e, é responsável pelas transformações nas várias escalas da paisagem.

A educação sobre riscos e seus meios de redução e controle, pode ser um mecanismo de combate à perpetuação da pobreza, pois os desastres ensinam que além de vidas perdidas, as famílias destruídas que ficam, perdem também seus bens materiais e serviços à cada chuva. E que nem sempre, para uma

grande maioria, podem ser readquiridos. Se de um lado, a população reproduz a atuação dos projetistas, gestores públicos e técnicos que administram a cidade (mais administram que planejam), ocupando áreas das quais se desconhecem os riscos, de outro é importante intervir o quanto antes na formação de profissionais das áreas da Arquitetura, Urbanismo e Engenharia. Despertar as capacidades dos estudantes e habilitá-los para as Práticas Paisagísticas (no sentido *Latu* do termo - como transformar a paisagem).

Com a preocupação de formar arquitetos e urbanistas, com habilidades para projetar e planejar assentamentos humanos, desenvolveu-se a aplicação da tecnologia *Ar Sandbox* criada na Universidade da Califórnia Davis, para o ensino de Planejamento da Paisagem com apoio da Topografia Aplicada e da Ecologia da Paisagem. Estrategicamente, se empregou a UNIDADE HIDRÍCA para estudo do modelado, identificando-se ainda os agentes naturais e antrópicos diretos e indiretos da transformação da paisagem.

Contatou-se que a ferramenta *Ar Sandbox* facilita a interação dos estudantes de Arquitetura e Urbanismo com o modelado dos terrenos, ampliando sua compreensão da linguagem da Topografia, possibilitando acelerar o aprendizado dos fundamentos da disciplina Planejamento da Paisagem. Há inúmeras vantagens ao se comparar a realidade virtual com o objeto físico, dentre eles destaca-se a possibilidade da interação entre o indivíduo e o mundo virtual, fornecendo um *feedback* em tempo real da ambiência, o que permite ao usuário observar sua performance durante a manipulação.

A partir do estudo do modelado, a metodologia de ensino desenvolvida no laboratório busca a identificação dos usos e ocupação do solo, pertinentes ou vocacionados à determinada paisagem, nos fundamentos de McHarg (1971), diagnosticando-se os conflitos entre os processos de ocupação do solo e a necessidade da conservação ambiental, propondo-se a mitigação desses conflitos em Planos da Paisagem Conceituais.

O *AR Sandbox* para o ensino da topografia e modelação da paisagem possibilita aos estudantes no processo de ensino/aprendizagem compreender o que os signos representam fisicamente e a associar à representação gráfica da curva de nível, uma linha “torta”, ou um conjunto delas. A ferramenta favorece a simulação de relevos, das formações montanhosas, das estruturas geológicas, bacias hídricas, linhas de cumeadas, talvegues, grotas, encostas, fundos de vale, topos e outros elementos topográficos naturais ou projetados, que podem ser percebidos, observados e de certo modo tocados.

A ferramenta se presta tanto para o reconhecimento de uma paisagem, como para simular transformações projetadas e os seus efeitos possíveis, como os processos de escoamento superficial, a lixiviação, a erosão e o deslocamento e deposição de sedimentos.

A identificação dos riscos aos assentamentos e às estruturas urbanas e, também às estruturas ambientais são problematizadas e ponderadas para explorar soluções aproveitando-se as potencialidades de desenvolvimento sustentável.

Almeja-se com o conhecimento dos limites das bacias hidrográficas, como unidades nas quais os cidadãos moram e desenvolvem suas atividades cotidianas e principalmente pertencem, que se reconheçam como seus tributários diretos física, social, cultural e economicamente.

O AR Sandbox pode ter seu uso aplicado na apresentação de propostas e simulações paisagísticas em Audiências Públicas, nas quais o público leigo pode compreender os riscos do uso e da ocupação dos solos, além das potencialidades da paisagem vivida simulada, possibilitando se avançar no envolvimento da participação popular.

Os recursos do Desenho Assistido por Computador e da Topografia devem ser apreendidos e desenvolvidos para o exercício da prática profissional na Arquitetura, no Urbanismo e no Paisagismo. Mas precisam ser integradas e ter recursos pedagógicos adicionais.

A experiência de ensino, pesquisa e extensão vivenciada na disciplina Planejamento da Paisagem, aponta que essa disciplina ainda não pode ser conduzida remotamente, ou pelo menos até que se possa conduzir com outras possibilidades de ensino aprendizagem a estudar.

Com a suspensão das aulas, em função da Pandemia, este processo está paralisado, mas a reflexão sobre o aperfeiçoamento do método de ensino continua e estimula o retorno.

7. REFERÊNCIAS

ALVES, D.; CRUZ, J.; NORTE, C.. Topografia. Manual da cadeira 23E. Lisboa: Academia Militar,1984.

AMARAL, F. A.; ARAÚJO, É. P.; PRADO, B. I. W.. Paisagem e Jardins Virtuais para aprendizado e execução. Mimeo, 2019.

BAINY, Matheus Gonçalves. Aplicação do projeto sandbox de realidade aumentada como uma atração interativa tecnológica para museus utilizando conceitos de user experience. 2018. 61

f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2018.

BEALS, Craig. Augmented Reality Sandbox Will Blow Your Mind. Beals Science, 2017. Disponível em: < <https://www.bealsscience.com/single-post/2017/06/07/Augmented-Reality-Sandbox-will-Blow-Your-Mind>>. Acesso em: 31/12/2018.

BONGARD, Josh. Human Computer Interaction lecture 15: Tangible computing. (Filmed Oct 18, 2018). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=boQbnvfhEOY>

CAIXA E-ÁGUA. Caixa de Areia Interativa: entendendo a água “fora da caixa “ usando realidade virtual aumentada. Projeto de Pesquisa aprovado no Programa de Apoio à Produção de Material Didático para a Educação Básica - Projeto Água. Disponível em:<<http://caixaeagua.blogspot.com/2016/07/conheca-o-projeto-caixae-agua.html>>. Acesso em: 2 de jan. de 2019.

CAMPOS DOS GOYTACAZES. LEI COMPLEMENTAR Nº 015, de 07 de JANEIRO de 2020. Institui o Novo Plano Diretor do Município de Campos dos Goytacazes e dá Outras Providências.

CAMARGO, Antônio F. M.; SCHIAVETTI, Alexandre (Editores). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus - Ba: Editoria Editus, 2002. 293p.

GOIANIA. LEI COMPLEMENTAR Nº 31, de 29 de DEZEMBRO de 1994. Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo nas Zonas Urbana e de Expansão Urbana do Município de Goiânia, e estabelece outras providências urbanísticas.

HAUTSCH, Oliver. Como funciona a Realidade Aumentada. Publicado em Tecmundo 19/05/2009 às 18:28. Disponível em:<https://www.tecmundo.com.br/realidade-aumentada/2124-como-funciona-a-realidade-aumentada.htm> . Acessado em maio de 2017.

HONENBERGER, Phillip; MEGILL, Allan. “Inferência abdutiva e historiografia: uma conversa para historiadores e filósofos”. Traduzido por Viviane Venâncio Moreira. *Intelligere, Revista de História Intelectual*, vol. 1, no1, p. 58-81. 2015. Disponível em <<http://revistas.usp.br/revistaintelligere>>. Acesso em 01/09/2019.

MACEDO, Silvio Soares Macedo. Paisagem Litorânea: procedimentos para uma avaliação da orla brasileira. Notas de Aula do Curso de Capacitação de Professores de arquitetura Paisagística. São Paulo: IFLA/ FUPAM / USP, 2004.

MARCHEZINI, Victor; LONDE, Luciana de Resende. Sistemas de Alerta Centrados nas Pessoas: desafios para os cidadãos, cientistas e gestores públicos. Florianópolis: *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*. v. 7, n. esp p. 525-558, jun. 2018. DOI: 10.19177/rgsa.v7e02018525-558

McHARG, Ian, *Design with Nature*. Mimeo: 1970

OLIVEIRA, Osvaldo Luiz de. *Design da interação em ambientes virtuais: uma abordagem semiótica*. 2000. 251p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Computação, Campinas, SP. Disponível em:<<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/275913>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

PETRÓPOLIS. LEI MUNICIPAL No 5.393, de 25/05/1998 - Pub. 28/05/1998. Estabelece normas para as atividades de Uso, Parcelamento e Ocupação do Solo do Município de Petrópolis.

- PRADO, B. I. W. Paisagem Ativa das Ilhas. (Tese) Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.
- REED, S. et al. Augmented reality turns a sandbox into a geoscience lesson, *Eos: Earth & Space Science News*, 97. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1029/2016EO056135>>. Acesso em: 10 de mai. 2017.
- SÃO LUÍS. LEI 3.253, de 29 de DEZEMBRO de 1992. Dispõe sobre o Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano e dá outras providências.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. USA: EOS, Transactions of the American Geophysical Union, 1957. Volume 8, Issue 6, Dezembro de 1957, Pg. 913-920. Disponível em : <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/TR038i006p0091338> 913–920, doi:10.1029/tr038i006p00913.
- TERESÓPOLIS. LEI COMPLEMENTAR Nº 0025, de 04/01/2001. Dispõe sobre o Zoneamento do Município de Teresópolis e dá outras providências.
- UC DAVIS. AR Sandbox. Regentes da Universidade da Califórnia, 2016. Disponível em: <<https://arsandbox.ucdavis.edu/>>. Acesso em: 30 de dez. de 2018.

8. AGRADECIMENTOS

Agradecemos as nossas instituições pelas bolsas concedidas aos participantes deste projeto de ensino, pesquisa e extensão que possibilitaram a execução do ArSANBOX. Especialmente aos estudantes que se dedicaram para fazer as pesquisas, as experimentações necessárias e a montagem. Agradecemos também aos pesquisadores da Universidade da *Califórnia Davis W. M. Keck Center for Active Visualization in the Earth Sciences* pela disponibilização do código aberto e gratuito do AR *Sandbox*.