

NILZO IVO LADWIG
THAISE SUTIL
DANRLEI DE CONTO
(Organizadores)

PAISAGEM E TERRITÓRIO NO GEOPROCESSAMENTO

Atena
Editora
Ano 2022



NILZO IVO LADWIG
THAISE SUTIL
DANRLEI DE CONTO
(Organizadores)

PAISAGEM E TERRITÓRIO NO GEOPROCESSAMENTO

Atena
Editora
Ano 2022



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa



Atena
Editora
Ano 2022

Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins



Paisagem e território no geoprocessamento

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Nilzo Ivo Ladwig
Thaise Sutil
Danrlei De Conto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
P149	Paisagem e território no geoprocessamento / Organizadores Nilzo Ivo Ladwig, Thaise Sutil, Danrlei De Conto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0550-4 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.504221609 1. Geografia política. 2. Território. 3. Paisagem. I. Ladwig, Nilzo Ivo (Organizador). II. Sutil, Thaise (Organizadora). III. Conto, Danrlei De (Organizador). IV. Título. CDD 320.12
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



CAPÍTULO 3

IMPACTOS DA GEOVISUALIZAÇÃO COMO SUPORTE NA CONSTRUÇÃO DE UM PLANO DIRETOR

Camila Marques Zyngier

Docente nos Cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo do IBMEC-BH e PUC-MG e na pós-graduação Arquitetura da Paisagem, PUC-MG

RESUMO: A participação popular no planejamento urbano brasileiro é fruto de um processo ainda em amadurecimento e com notáveis graus de abertura para a inclusão cidadã. Apesar do amplo arcabouço legal já constituído, os desafios associados ao planejamento urbano são múltiplos e seu enfrentamento deve ir além da legislação. Esta chave conduz à principal pesquisa deste trabalho: discutir como a utilização da geovisualização pode representar uma contribuição para o planejamento urbano participativo, especialmente na construção de Planos Diretores. Neste sentido, foram selecionadas para análise ferramentas utilizadas em planejamento urbano e que são qualificadas pela geovisualização. A avaliação considerou como as ferramentas podem servir como suporte à participação durante a constituição das etapas de um Plano Diretor mediante a decodificação entre atores, ações e processos. A seção final apresenta um levantamento crítico que sintetiza potencialidades e limitações acerca do uso das ferramentas consideradas.

PALAVRAS-CHAVE: Planos Diretores; Geotecnologias; Ferramentas de Geovisualização; Planejamento Urbano Participativo.

1 | LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E PLANEJAMENTO URBANO: PLANO DIRETOR, PARTICIPAÇÃO CIDADÃ E GEOVISUALIZAÇÃO

A atual legislação sobre planejamento urbano e os principais marcos legais a respeito das políticas e questões urbanas foram designados e impulsionados com promulgação da Constituição Federal de 1988, que instituiu um capítulo específico sobre o tema (artigos 182 e 183). A partir da Constituição, os municípios passaram a ter maior autonomia na gestão territorial e o planejamento urbano foi reconhecido como um direito coletivo (CIDADES SUSTENTÁVEIS, s.d.). Neste contexto, a Constituição Federal de 1988 instituiu um capítulo específico estabelecendo que a execução da política urbana deve ser de responsabilidade do poder público municipal e indicando o Plano Diretor como instrumento básico e obrigatório dessa política para cidades com mais de 20 mil habitantes. O Plano Diretor é o “instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana” (BRASIL, 1988, art. 182, § 1º), cabendo a ele disciplinar o “direito social da propriedade”.

O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), trouxe, em 2001, a possibilidade de “modernização da gestão municipal com instrumentos inovadores que consolidam a função social da propriedade como princípio

norteador e com a descentralização da gestão”. (CIDADES SUSTENTÁVEIS, s.d.). Ainda que abrangente, o Estatuto da Cidade funciona como uma espécie de “caixa de ferramentas” para uma política urbana local e necessita de detalhamento sobre o funcionamento de seus instrumentos, que será dado, como o próprio Estatuto determina, pelos Planos Diretores (BRASIL, 2001).

Conclui-se que a participação popular no planejamento brasileiro é fruto de um processo ainda em amadurecimento com notáveis graus de abertura, a exemplo do que promulga a própria legislação federal (Constituição Federal de 1988 e Estatuto da Cidade). Dessa forma, a consideração da participação cidadã em Planos Diretores passa a ser mais do que uma necessidade para esta pesquisa, torna-se uma exigência, uma vez que proporciona, ou pode proporcionar, “melhores chances de um exercício mais pleno da cidadania” (SOUZA, 2006, p. 335).

A participação popular no planejamento urbano brasileiro é fruto de um processo ainda em amadurecimento e com notáveis graus de abertura para a inclusão cidadã. Apesar do amplo arcabouço legal já constituído, os desafios associados ao planejamento urbano são múltiplos e seu enfrentamento deve ir além da legislação. Esta chave conduz à principal pesquisa deste trabalho: discutir como a utilização da geovisualização pode representar uma contribuição para o planejamento urbano participativo, especialmente na construção de Planos Diretores.

1.1 A participação na política urbana brasileira

Ainda que com um sentido generalizado, a Constituição Federal de 1988 foi inovadora em diversos aspectos e representou um marco para a época, sendo por isso mesmo chamada de “Constituição Cidadã”, ao promulgar a democracia direta e participativa (SCUASSANTE, 2009). No entanto, esse documento ainda carecia de detalhes e esclarecimentos para a inclusão da participação popular nas práticas de planejamento (ZYNGIER, 2016).

Para Menegale (2002), a importância do Estatuto da Cidade reside no caráter democrático que impõe, mediante suas premissas, a gestão das cidades. Segundo a autora, o documento “dá não só ao poder público municipal, mas também ao cidadão, condições legais para gerir na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano” (MENECALE, 2002, p. 113).

O Estatuto da Cidade, assim como a Constituição Federal de 1988, também menciona a participação popular, e detalha um pouco mais os meios para que ela ocorra. O Estatuto estabelece, por exemplo, no art. 2º, inciso II, que deve existir uma “gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano” (BRASIL, 2001b).

A participação popular no planejamento brasileiro é, portanto, fruto de um processo

ainda em amadurecimento com notáveis graus de abertura, como demonstram a atual legislação e os principais marcos legais que tratam das questões urbanas (ZYNGIER, 2016). Assim, a consideração da participação da comunidade nos roteiros propostos para a construção de um Plano Diretor justifica-se para esta investigação, uma vez que pode proporcionar “melhores chances de um exercício mais pleno da cidadania” (SOUZA, 2006, p. 335).

2 | A GEOVISUALIZAÇÃO COMO MEIO FACILITADOR DE PARTICIPAÇÃO NA CONSTRUÇÃO E MONITORAMENTO DE UM PLANO DIRETOR

Zyngier (2016) estabelece a hipótese de que a inclusão em processos de planejamento participativo é “dada pelo entendimento dos códigos e questões tratadas, permitindo que o participante tenha, de fato, a tutela sobre as formulações e decisões que envolvem a modelagem da paisagem urbana”.

Na construção de um Plano Diretor participativo, por exemplo, o público pode ser convidado a “participar” de diversas formas tais como: (i) atuando como receptor passivo de informação dos reguladores ou órgãos sociais em causa; (ii) respondendo à solicitação de opinião pública através de questionários; (iii) atuando como representação popular em um comitê consultivo.

Dentro deste quadro de possibilidades, ainda que seja respeitada a abertura à participação cidadã por parte dos gestores, esta envolverá, em geral, grande número de atores, que comumente partem de diferentes campos disciplinares, representam distintos interesses e, acima de tudo, falam “línguas diferentes” (ZYNGIER *et. al.*, 2015). As experiências e formação pessoais, bem como as competências técnicas de cada ator podem limitar a compreensão das questões de planejamento. Neste sentido, observar-se que apesar de o *design* participativo perseguir ideais democráticos, na prática ele nem sempre atinge esses objetivos, já que muitas vezes os processos dependem de intermediadores para a decodificação das propostas (MOORE; ELLIOTT, 2015).

A inovação nos meios e tecnologias para a comunicação, representação e visualização em planejamento sugerem grandes possibilidades para aumentar a participação dos cidadãos. No entanto, como aponta (ZYNGIER, 2016)

Por um lado, esses recursos não podem e não devem ser vistos como um substituto completo para reuniões presenciais ou outras formas de participação direta do cidadão. Por outro, quando usadas de forma criativa, são capazes de melhorar a qualidade e a eficiência das discussões públicas e debates e ajudar a construir consenso na comunidade em torno de questões de planejamento específico.

Para Masala e Pensa:

[...] as imagens usadas para planejar um território não podem ser simplesmente uma renderização de dados espaciais, mas elas têm que revelar as conexões ocultas entre os dados, de modo a proporcionar uma metodologia para aumentar o seu nível de informação e, conseqüentemente, o raciocínio analítico para explorar assuntos (MASALA; PENSA, 2016, p. 55).

Neste contexto discute-se como a utilização da geovisualização¹ pode representar uma contribuição em processo de planejamento urbano participativo, especialmente na construção de Planos Diretores. São aqui analisadas ferramentas que podem servir como suporte à participação no planejamento urbano mediante a decodificação propiciada por investimentos na estruturação da lógica de funcionamento do processo de comunicação entre atores, ações e processos. (ZYNGIER, 2016).

A visualização georreferenciada, chamada de geovisualização, está associada à localização promove maiores possibilidades para diálogos, discussão, registro documental, tutela da informação, construção de cenários para técnicos e para a população. Ela pode favorecer decisões de planejamento, na medida contribui para a *decodificação*, por ser um meio de tradução visual de números e textos, por exemplo. Neste sentido a decodificação poderia ser uma forma de reconciliar a fala técnica com a fala da população.

A geovisualização é também um suporte à *estruturação de processos*, colaborando na organização de conexões entre as diferentes partes que podem compor um Plano Diretor (atores, ações e procedimentos), permitindo que a informação seja localizada e compreendida (ZYNGIER, 2016). Masala e Pensa (2014) destacam que a literatura sobre geovisualização e análise geovisual sugere que o uso combinado de ferramentas interativas e de visualização permite organizar, investigar e explorar dados e suas conexões imperceptíveis. Este ponto é muito relevante na abordagem da construção de um Plano Diretor em que é fundamental apresentar e registrar consensos e dissensos de forma democrática.

3 | FERRAMENTAS

A decodificação pode demandar interfaces, ferramentas e métodos diversos, dependendo da etapa em que o Plano Diretor estiver. Há graus maiores e menores de participação (ARNSTEIN, 1969 e SOUZA, 2006).

As ferramentas de geovisualização podem nivelar positivamente o processo público de tomada de decisões, ao trazerem transparência e combinarem o conhecimento intuitivo dos participantes com as informações apresentadas pelos técnicos e consultores

¹ A "geovisualização" é um ramo específico dedicado à visualização de dados espaciais. Ela encontra suas raízes mais profundas na cartografia, mas tem se desenvolvido em conjunto com a informática como um campo de pesquisa e aplicação, desde os anos 1980. Em 1995, a International Cartographic Association (ICA) criou uma comissão, a Commission on Geovisualization, estabelecendo a geovisualização como a ciência que estuda, por definição, a exploração e análise da informação espacial através de interfaces visuais interativas (PENSA, 2012, p. 13).

(ZYNGIER, 2016). A bibliografia pesquisada demonstra que a busca por alternativas para visualização, tanto de processos quanto de ações que compõem o planejamento urbano, não é algo recente (ZYNGIER, 2016) mas que segue sendo relevante dada a diversidade de demandas e a complexidade de atendimento à participação cidadã demandada por um Plano Diretor.

O uso da geovisualização “permite tanto uma visão geral da cidade, ao representar conjuntamente seus diversos elementos territoriais, como também um aprofundamento e detalhamento espacial dos temas tratados” (CIDADES SUSTENTÁVEIS, s.d.).

Esta Seção apresenta uma indicação inicial de ferramentas de geovisualização que podem contribuir para as principais etapas que podem constituir um Plano Diretor. De forma geral, as etapas de um Plano Diretor contemplam as fases de preparação, o levantamento de dados, um diagnóstico, uma proposta de visão de futuro e cenários, a construção de propostas e implementação, a aprovação, uma avaliação e um monitoramento das ações.

Apresenta-se nesta síntese como a utilização da geovisualização pode representar uma contribuição em processos de planejamento urbano participativo especialmente na construção de Planos Diretores (Quadro 1).

	Fase	Etapas que podem se beneficiar de ferramentas com geovisualização
1	Antecedentes à leitura do território	Ações que antecedem o Plano e são constituídas por rodadas técnicas que podem demandar, por exemplo, simulações entre grupos técnicos municipais.
2	Leitura do território	Esta fase já demanda a participação de diversos atores e por isso prescinde de decodificação. Nesta etapa se constrói a leitura do território constituída pelo “processo de caracterização e discussão dos principais problemas, conflitos e potencialidades, do ponto de vista dos diversos segmentos sociais” (MDR, 2019). As ferramentas de geovisualização podem ser aplicadas, por exemplo nas leituras conjuntas – técnicas e comunitárias – para a visualizar e discutir o território como se apresenta, buscando “um olhar global sobre o território, com o cuidado de ‘espacializar’ as questões, ou seja, descrevê-las no espaço de modo que possam ser mapeadas” (MDR, 2019).

3	Formulação das propostas	Nesta etapa diversos dados são apresentados para a população através de rodas de discussão, GTs, oficinas e audiências, por exemplo, visando um olhar sobre as problemáticas do território levantadas na etapa anterior e indicando novas questões que devem ser aprofundadas para chegar em estratégias compatíveis. Nestes casos as ferramentas que decodificam os dados através de simulações que podem ser usadas em etapas participativas de discussão, debates, votação e consulta. É importante ressaltar a possibilidade da associação das ferramentas que possibilitem ações de codesign ² e a cocriação ³ em simulações entre grupos técnicos e processos de interação para participação cidadã, neste caso os processos responsivos são fundamentais para a geovisualização de cenários. Na fase de “Formulação das propostas” as ferramentas de geovisualização podem ainda responder a avaliação da “capacidade de suporte de atendimento e de distribuição espacial (atual e desejada) das infraestruturas, dos equipamentos e dos serviços públicos para seleção adequada da estratégia mais compatível a fim de garantir os direitos à infraestrutura urbana, aos serviços públicos, ao saneamento ambiental e ao lazer” (MDR, 2019).
4	Consolidação da proposta	Nesta etapa é preciso ajustar as estratégias no território, verificando contradições e consolidando as propostas, tendo como referência aspectos técnicos e os resultados das discussões públicas. (MDR, 2019)
5	Monitoramento	Nesta fase são realizadas diversas ações de monitoramento “pós plano” que visam comparar dados das expectativas com a realidade. Estas ações podem criar insumos para os desdobramentos das revisões do Plano e criar bases, por exemplo, em processos que demandam urgência de decisão e atendimento como regularização fundiária. Dentro deste contexto é fundamental que o município, considerando seus diversos órgãos competentes, realize, através dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações de natureza físico-territorial, ambiental e estratégica.

Quadro 1 – Síntese de fases e indicação geral de aplicações de geovisualização.

Fonte: produzido pela autora.

As bases de dados que podem ser utilizadas em cada uma das fases indicadas são bastante diversificadas e podem variar de acordo com o que cada município dispõe. Alguns exemplos de bases de dados aplicáveis à construção das diversas fases de um Plano Diretor são: base cartográfica digital da área urbana; planejamento do uso e ocupação do solo; cadastros imobiliários para fins de regularização e tributação; registro do monitoramento de novas ocupações no território; levantamento de recursos naturais etc.

3.1 Escalas de aplicação das ferramentas de geovisualização

A divisão da aplicação das ferramentas em três escalas – global, regional e local –

2 O *co-design* é uma forma de trabalhar em conjunto com o grupo que irá utilizar/experimentar o processo de planejamento e enfatiza, entre outros pontos (i) parceria igualitária e a integração entre membros do grupo participativo e planejadores; (ii) a tomada de decisão compartilhada por todo o grupo participativo; (iii) o uso da inovação a fim de encontrar soluções locais que sejam relevantes e responsivas para a comunidade participante; e (iv) a equidade a fim de alcançar e incluir as “vozes ocultas”. (STELZLE; JANNACK; NOENNIG, 2017); (MOURA; CAMPAGNA, 2018); (SANCHES; FRANKEL, 2010).

3 A participação da sociedade civil em seu desenvolvimento, a *cocriação* da cidade, é um conceito que vem sendo intensamente discutido nos últimos anos no discurso internacional sobre participação cidadã. A cocriação é um processo colaborativo apoiado por cidadãos e especialistas que pode ser utilizado no planejamento urbano com o objetivo de vincular os processos de transformação à população e de gerar impulsos de inovação para o desenvolvimento urbano da sociedade civil, através das respostas trazidas pela sociedade civil (LIEVEN et al., 2020).

foi estabelecida de acordo com a consideração de Steinitz (2012, p. 9) em relação à grande importância que deve ser dada às escalas quando se definem fenômenos relacionados a cada uma delas e a suas diferenças.

Objetivando a organização das ferramentas de geovisualização pesquisadas em busca de respostas para questões norteadoras da pesquisa, esta seção apresenta um levantamento comparativo e crítico, assim dividido (Figura 1): (i) Ferramentas para visualizar a modelagem espacial baseada em combinação de variáveis componentes principais; (ii) Ferramentas para visualizar parâmetros em escala local; (iii) Ferramentas interativas para processos de tomada de decisão.

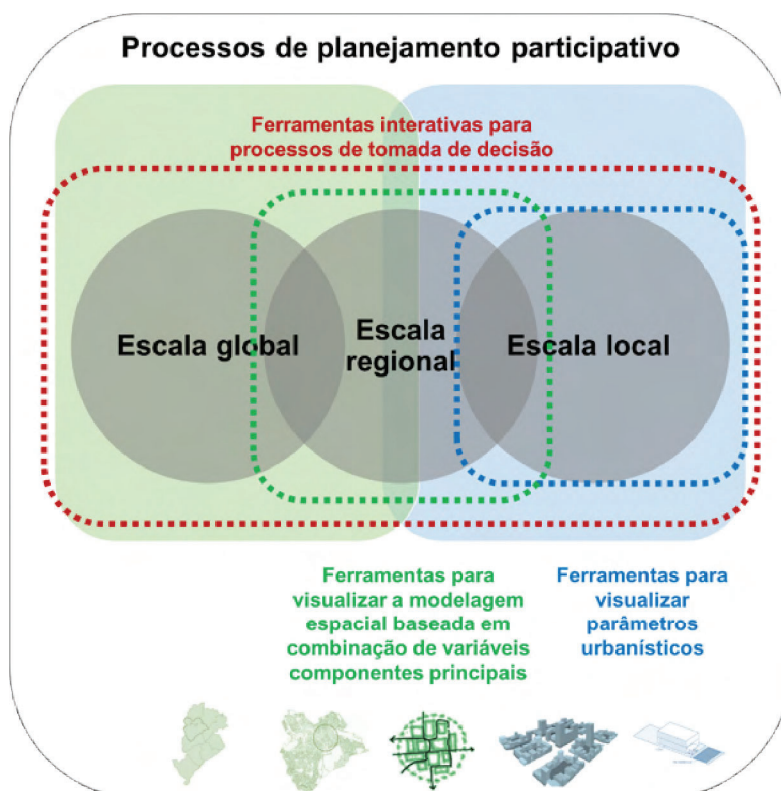


Figura 1- Ferramentas de geovisualização: divisão por escala e grupos de aplicação.

Fonte: Elaborada pela autora com base em Steinitz (2012) e Zyngier (2016).

3.2 Ferramentas para visualizar a modelagem espacial baseada em combinação de variáveis componentes principais

A linguagem de representação de processos pode ser detalhada em editores de BPM. Esta visualização permite, entre outras ações e atividades, a análise, configuração e apoio

ao *design* dos processos (WESKE, 2012). Conforme aponta Campagna (2016, p. 246), “todas essas configurações podem ser usadas para orquestrar a integração de tecnologias de geoinformação, e para oferecer aplicações relevantes para os usuários no processo de execução”. Essas tecnologias de geoinformação serão, portanto, apoiadas pelo uso em outros aplicativos associados ao editor BPM⁴. O grupo de ferramentas apresentado nesta seção do capítulo serve para a modelagem de dados espacializados através, por exemplo, da visualização e simulação de impactos e cenários em diversas escalas das etapas de planejamento participativo: geográfica, urbana, arquitetônica.

Parte deste grupo, o CommunityViz⁵ é um software SIG projetado para ajudar as pessoas a visualizar, analisar e comunicar decisões importantes de planejamento à comunidade. Ele permite a análise de cenas 3D e possui extensão para o ArcGIS. O software “mostra” as implicações de várias decisões e cenários de planejamento e oferece uma gama de ferramentas que incluem o desenvolvimento de modelos e cenas 3D, por exemplo. Possui capacidade de exportação e integração com os softwares GoogleEarth e SketchUp (ORTON FAMILY FOUNDATION, 2012a) (Figura 2).



Figura 2 – Conjunto de telas do CommunityViz.

Fonte: SHEKHAR (2019).

⁴ Business Process Modeling and Analysis

⁵ <https://communityviz.city-explained.com/>

3.3 Ferramentas para visualizar parâmetros em escala local:

Este grupo é composto por softwares visualizadores da parametrização com possível potencial comunicativo. O grupo incluir aquelas ferramentas que promovem a visualização de que incluem, por exemplo, simulações em escala local, como a parametrização urbanística. Neste conjunto podemos citar o Google Earth Pro⁶, SketchUp, Arc Scene, Cityengine e Modelur.

3.3.1 Google Earth Pro

O Google Earth PRO, ferramenta que existe desde o início dos anos 2000, pode ser uma interessante ferramenta de visualização da paisagem existente. De modo geral, os modelos digitais da Google são resultado de *mapeamento colaborativo*⁷, um processo em que as pessoas interessadas em edifícios ou em cidades constroem modelos com o SketchUp (Figura 3).

O *software* exibe imagens de satélite de diferentes resoluções da superfície da Terra, permitindo que os usuários vejam as cenas por um ângulo oblíquo, ou com perspectiva (vista aérea). O Google Earth também possibilita aos usuários procurar endereços, inserir coordenadas, ou simplesmente usar diretamente o mouse para navegar até um local (ORTON FAMILY FOUNDATION, 2012b).

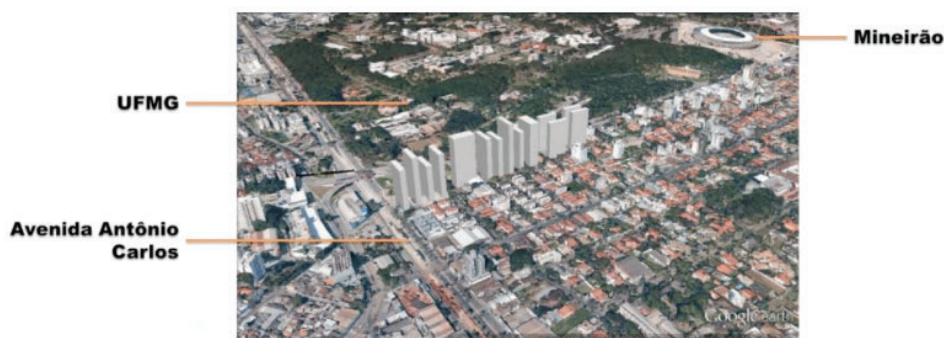


Figura 3 – Estudo de simulação volumétrica elaborado com SketchUp e Google Earth Pro pelo grupo de pesquisa GEOPROEA-UFMG para participação o Grupo de Discussão dos Parâmetros Urbanísticos OUC ACLO – PBH em 2015.

Fonte: Arquivo do Geoproea.

⁶ <https://earth.google.com/web/>

⁷ No caso do Google Earth e do SketchUp, o que ocorre é um “mapeamento colaborativo”, e não tanto o *crowdsourcing* ou *Volunteer Geographic Information* (VGI). Através do VGI, o usuário sabe que está colaborando e ele mesmo faz a inserção da informação, de modo voluntário, em um sistema. Já no *crowdsourcing*, os dados são capturados de dispositivos digitais e transformados em informações sem que o usuário os disponha voluntariamente.

3.3.2 SKETCHUP⁸

SketchUp é um software próprio para a criação de modelos em 3D no computador. Foi originalmente desenvolvido pela At Last Software e em 2012 Trimble Navigation adquiriu o programa. No caso de aplicações em escala urbana o SketchUp normalmente precisa ser associado com o Google Earth Pro (Figura 3). e com plugins de parametrização urbanística, como o Modelur.

O uso do SketchUp pode ser indicado para testes em escala de recortes em escalas urbanas menores, para a visualização e testes de instrumentos de política urbana como a Transferência do Direito de Construir (TDC) e Outorga Onerosa do Direito de Construir (ODC), além de simulações de afastamento e potencial construtivo (ZYNGIER, 2016).

3.3.3 MODELUR⁹

Modelur é um software de desenho urbano paramétrico 3D, implementado como um plugin do SketchUp. Modelur oferece o design do ambiente construído através de parâmetros urbanos chave, como o número de andares e a área bruta de um edifício.

O Modelur é uma aplicação de desenho paramétrico urbano tridimensional, implementada na forma de *plug-in* para o SketchUp. Ao contrário de outros programas, o Modelur foi construído especificamente para planejamento urbano e oferece uma interface intuitiva de dimensionamento. Sua distribuição é gratuita (TRINDADE, 2010; URBS, 2014) (Figura 4).



Figura 4 – Capturas de tela da ferramenta Modelur.

Fonte: Adaptado de <https://modelur.com/>.

O Modelur tem também uma ferramenta que pode detectar conflitos urbanos, a partir de restrições fornecidas pelo usuário, associando esses conflitos a uma cor diferente. Ele permitirá que se saiba, por exemplo, se dois prédios estão muito próximos ou se uma área construída ultrapassa o coeficiente predeterminado.

⁸ <https://www.sketchup.com/pt-BR>

⁹ <https://modelur.com/>

3.3.4 ARC SCENE ¹⁰

O *software* Arc Scene permite sobrepor camadas de dados em um ambiente tridimensional. Seus recursos são dispostos em 3D através da leitura dos dados de acordo com a altura da geometria característica, atributos dos recursos, propriedades da camada, ou de uma superfície 3D definida. Dados com diferentes referências espaciais podem ser alocados em uma mesma projeção, por exemplo. O Arc Scene é totalmente integrado ao ambiente de geoprocessamento, que dá acesso a muitas ferramentas e funções analíticas¹¹. Possui interface com o SketchUp, 3ds Max e ArcGIS, entre outros, e é um *software* comercial. A visualização de uma paisagem urbana pode ser construída no Arc Scene utilizando-se o recurso *3D symbology*, que permite a modelagem de símbolos cartográficos em 3D.

O Arc Scene se adequa a simulações que se encaixem na escala de bairros e possibilita estudos de parâmetros de ocupação urbana e aplicação de normativas.

Como exemplo desta aplicação, apresentam-se as modelagens feitas pela equipe Geoproea, em 2016, para simulações da modelagem de campos de visada na Regional Pampulha (Figura 5).

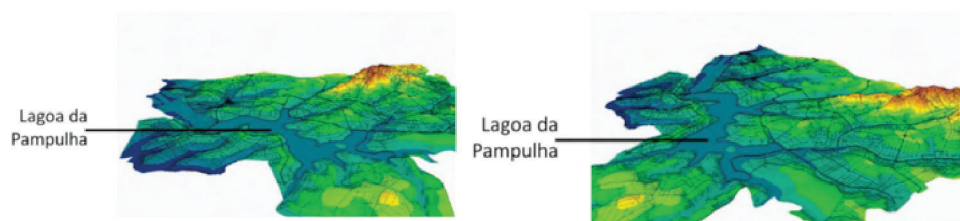


Figura 5 – Captura de tela do Arc Scene: modelagem de campos de visada na Regional Pampulha em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Fonte: Arquivo Geoproea (2016).

3.3.5 CITYENGINE ¹²

O CityEngine foi inicialmente proposto como ferramenta para representar cidades em jogos virtuais, adaptados aos sistemas ESRI (MOURA *et al.*, 2014). No entanto, em usos mais recentes, o CityEngine é empregado na construção de conjuntos de regras geométricas para a modelagem de formas urbanas (MOURA *et al.*, 2014).

Esse uso é possível, pois o CityEngine é constituído por várias ferramentas processuais e interativas que permitem, entre outras alternativas, modelar o *layout* de malhas viárias; alinhar e subdividir formas e, como mencionado anteriormente, gerar conteúdo

¹⁰ <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/3d-analyst-and-arcscene.htm>

¹¹ http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=About_3D_symbology

¹² <https://www.esri.com/pt-br/arcgis/products/arcgis-cityengine/overview>

3D arquitetônico usando gramáticas (*scripts* de lógicas geométricas e matemáticas) em linguagem CGA (KUNZE *et al.*, 2011, p. 900).

A ferramenta recebe dados em formato SIG, inclusive com atributos (tabelas) associados e consegue reconhecer esta base e considerá-la em sua simulação¹³.

O emprego do CityEngine exige um usuário sênior de SIG capaz de conseguir programar regras (*rules*) que apresentem modos de parametrizar a paisagem (Figura 6). É necessário que um usuário sênior de SIG e conhecedor de parâmetros urbanísticos elabore as regras e com isso promova a visualização. Já existindo as regras, a visualização é rápida, a resposta é dinâmica (favorece simulação de alterações) em processos automatizados, mas o computador precisa ter bom processador e considerável investimento em placa gráfica.

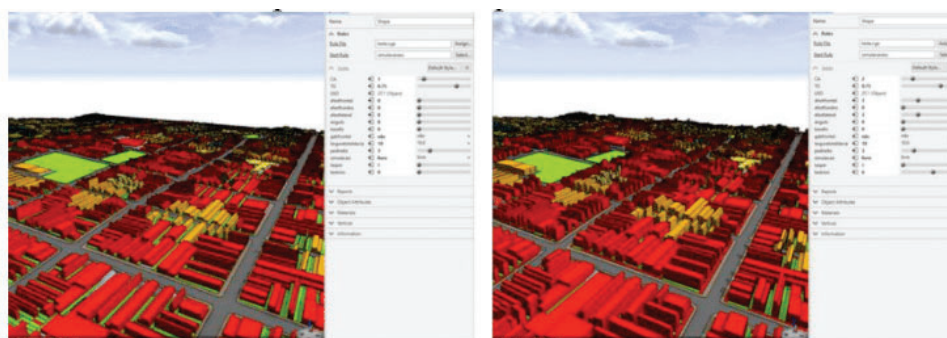


Figura 6 – Aplicações do CityEngine para simulação de alterações de parâmetros urbanos no município de Divinópolis, Minas Gerais.

Fonte: Arquivo Geoprorea, produção de Guadalupe, Ribeiro e Moura (2016, p. 6).

3.4 Ferramentas interativas para processos de tomada de decisão

Masala e Pensa (2014) ressaltam que, dentro do quadro de ferramentas elencadas para processos de tomada de decisões espaciais, a interatividade é muito importante, embora este atributo seja, muitas vezes, subestimado pelos técnicos da área. A interação, segundo os autores, é importante, pois, enquanto a geovisualização pode contribuir para aumentar a percepção intuitiva, a interação pode melhorar os processos da construção de conhecimento.

Neste contexto, foram escolhidas aqui ferramentas que respondem à demanda de interatividade e podem auxiliar em tomadas de decisão por disporem de recursos para codesign, diálogo, negociação de cenários e registro de dissensos. A seleção apresentada a seguir considerou inclusive que as ferramentas deveriam dispor de modalidades

¹³ Informação verbal, em entrevista concedida pela Prof.^a Ana Clara M. Moura.

participativas para acesso remoto, demanda relevante destacada a partir da Pandemia da COVID-19.

3.4.1 GEODESIGNHUB ¹⁴

Geodesign Hub é um *software* desenvolvido a partir da metodologia do Geodesign (STEINITZ, 2012) e possui plataforma colaborativa *online*. Ele permite aos grupos a criação e o compartilhamento de conceitos em projetos desenvolvidos de forma colaborativa em processos de tomadas de decisão. Sua organização é aberta à recepção de mudanças e à respectiva avaliação praticamente em tempo real. O *software* combina a tecnologia geoespacial com uma interface interativa para o usuário, que pode servir a diferentes grupos, de especialistas altamente focados até o público participativo interessado (BALLAL; STEINITZ; ERVIN, [201-]). Sua utilização é especialmente eficaz nas fases iniciais de um estudo complexo ou projeto, quando muitas alternativas devem ser criadas e considerações comparativas devem ser construídas rapidamente (BALLAL; STEINITZ; ERVIN, [201-]). Além disso, pode ser implantado em estudos de caso de projetos compartilhados de futuros alternativos (Figura 7, Figura 8).

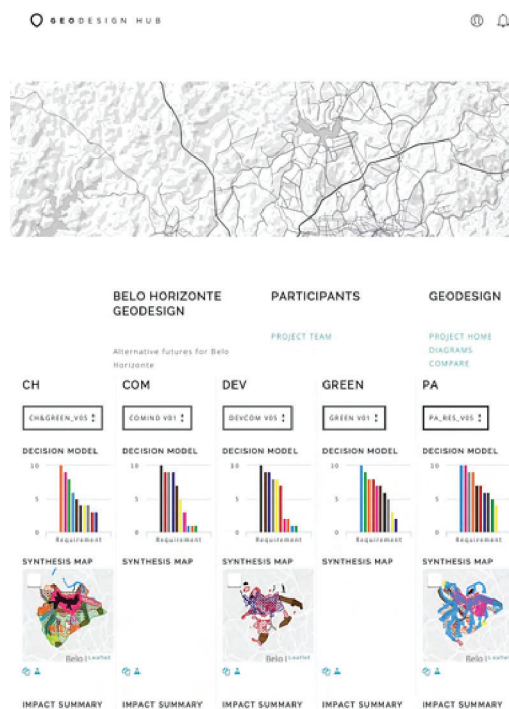


Figura 7 – Captura de tela do Geodesign Hub Pampulha.

Fonte: Adaptado pela autora de Ballal (2015).¹⁵

¹⁴ <https://www.geodesignhub.com/>

¹⁵ Apoio CNPq – National Council for the Scientific and Technological Development – MCTI/CNPq/MEC/CAPES N°



Projeto Final do Workshop Dia 1



Projeto Final do Workshop Dia 2

Figura 8 – Proposta de Masterplan desenvolvida por equipes técnicas da Prefeitura de Belo Horizonte e empresas de planejamento urbano a partir de análises e discussões sobre a ocupação Maria Tereza, localizada na região Nordeste de Belo Horizonte, no Workshop de Geodesign sobre essa região, em 2016.

Fonte: Arquivo Geoproea 2016.

3.4.2 GISCOLAB ¹⁶

O GisColab foi criado para apoiar processos de planejamento baseados em Geodesign, de forma flexível e para se adaptar a diferentes frameworks de trabalho de acordo com as especificidades do estudo de caso. O GISColab, é uma plataforma brasileira de geodesign e foi desenvolvido por Moura e Freitas (2020). Ele se estrutura a partir dos seguintes componentes principais: (i) Base Geográfica; (ii) Geoserver Map Server, responsável por converter a informação geográfica em webservices, dando assim um carácter mais dinâmico à difusão dos dados e garantindo a interoperabilidade; (iii) Catálogo de Metadados, que desempenha o papel crucial de formalizar e registrar o conjunto espacial que foi utilizado como dado na tomada de decisão e de registrar todas as informações derivadas da leitura e análise dos dados básicos; (iv) WebMap/WebGIS—WebGIS nos permite recuperar e visualizar as informações que estão registradas no catálogo de metadados, bem como organizá-las de forma a fornecer um contexto mais claro dos dados e seus subconjuntos (MOURA; FREITAS, 2021) (Figura 9).

43/2013, Process: 405664/2013-3.

¹⁶ <https://geoproea.arq.ufmg.br/laboratorio>

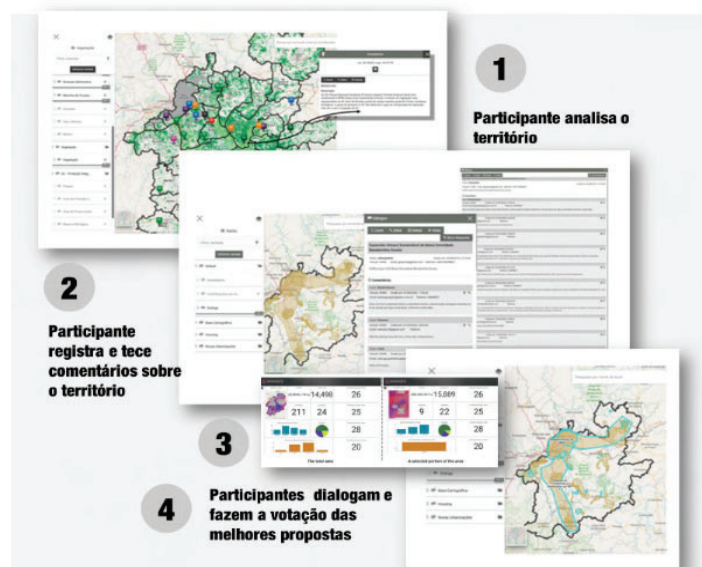


Figura 9 - Capturas de tela de etapas de Workshops realizados com o GISCOLAB.

Fonte: Adaptado de Moura e Freitas (2020).

3.5 Considerações sobre a seleção de ferramentas

A literatura e as ferramentas pesquisadas incluem e reconhecem que a geovisualização pode contribuir para o incremento da percepção intuitiva. No entanto, destaca-se que a escolha e até a programação (quando necessária) das ferramentas de suporte à diversas etapas de um Plano Diretor devem ser calibradas de acordo com as diferentes capacidades dos atores envolvidos e contextos recortados.

Na seleção aqui elaborada, há ferramentas que terão seu uso limitado por alguns fatores, tais como:

- (I) Alto nível de complexidade de uso, indicando que a ferramenta servirá para o usuário especialista e sênior; exemplos: CityEngine e alguns tipos de aplicações do Arc Scene;
- (II) Custo de investimento para compra do *software*; exemplo: CityEngine;
- (III) Necessidade de programador especialista para ajustar a ferramenta ao contexto, o que torna a plataforma restrita a um público mais controlado; exemplos: CityEngine, Geodesign Hub e GisColab;
- (IV) Necessidade de base de dados aberta, especialmente se tratando do contexto brasileiro, em que uma enorme gama de dados relevantes não é acessível ao pú-

blico e, portanto, tais dados não podem ser incorporados em certas ferramentas, a exemplo de qualquer processo que exija a construção de bases de dados como variáveis componentes principais para serem usadas em representação, análises e simulações. Embora existam esforços no sentido de tornar a informação espacial de acesso público (princípios na Infraestrutura de Dados Espaciais, IDE), ainda há um longo caminho a ser percorrido nesse sentido no Brasil.

Dentro do quadro de ferramentas de geovisualização podem nivelar positivamente o processo decisional público, poderíamos ainda citar nesta pesquisa aquelas que possuem potencial para a sensibilização dos participantes através da visualização e podem apoiar a construção de Planos Diretores em diversos passos distintos. Neste quadro se incluem, por exemplo as ferramentas de modelagens tridimensionais interativas que utilizam a navegação com drones (MAGALHÃES, 2021) e os métodos de gamificação e geovisualização (SENA, 2019).

Devem ainda ser citadas plataformas que contam com geovisualização e que possuem uso potencial para as fases de monitoramento que precedem o Plano Diretor e que podem, por exemplo, fornecer subsídios para revisão futura do Plano. Neste contexto, podem ser citados os painéis interativos de estudos urbanos divulgados publicamente pela Prefeitura de Belo Horizonte em que é possível explorar dados da legislação urbanística e outros assuntos pertinentes à Política Urbana através de mapas e gráficos.

O objetivo dos painéis é apresentar e compartilhar as informações como uma solução interativa de conexão e visualização de dados, de maneira unificada e com facilidade e agilidade, na operação com os munícipes e responsáveis técnicos envolvidos com a Política Urbana. Dessa forma, buscam trazer aos interessados uma melhor experiência e compreensão dos dados abordando variáveis qualitativas, quantitativas e locacionais que buscam aprofundar o entendimento do assunto, permitindo a filtragem e o cruzamento entre as dimensões consideradas (PREFEITURA, 2022).

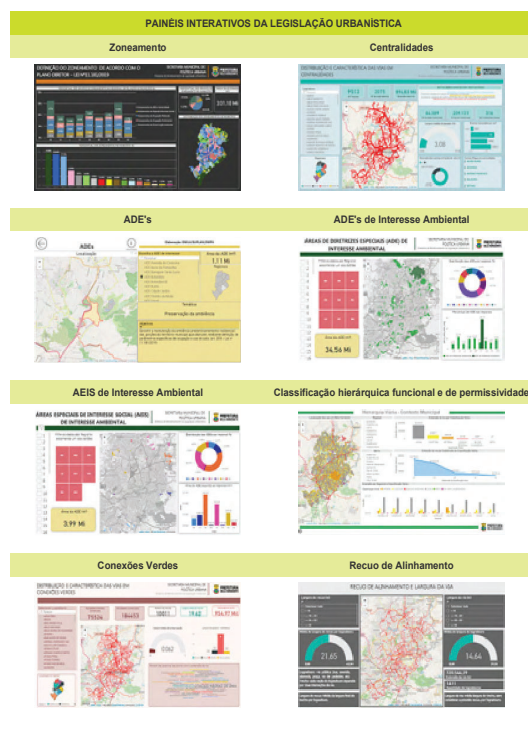


Figura 10 - Painéis interativos da legislação urbanística (Captura de tela com).

Fonte: Adaptado de PREFEITURA (2022).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS: QUESTÕES CRÍTICAS PARA O USO DAS FERRAMENTAS E MÉTODOS BASEADOS EM GEOVISUALIZAÇÃO

É fundamental lembrar que ferramentas de geovisualização dependem em grande parte dos dados e sistemas envolvidos nos processos e que esta associação pode variar em quantidade e qualidade dependendo do município em questão. Conforme destacam Junior e Montandon (2011):

Com a obrigatoriedade de elaboração dos Planos Diretores, houve um impulso na direção da atualização das bases cartográficas dos municípios, muito embora boa parte deles tenha sido capturado pelo mercado de softwares de geoprocessamento sem a necessária correspondência com a estruturação interna desses setores nas prefeituras. Há quem diga até que o “Google Earth”¹⁰ foi um instrumento de vulgarização na montagem das bases cartográficas utilizadas em alguns PD. No entanto, uma das flagrantes debilidades apontadas nos relatórios dos PD ainda é justamente a precariedade das suas bases cartográficas. Registros feitos em relatórios de pesquisa de alguns estados indicaram também a ausência dos respectivos mapas anexos dos Planos, indispensáveis para a compreensão das respectivas leis. A construção de mosaicos desses mapas nos PD de

municípios metropolitanos vizinhos, conurbados ou não, permitiria confrontar a pertinência e a continuidade de disposições legais de fronteira, tais como perímetros urbanos, sistemas viários, zonas de uso e ocupação do solo e unidades de conservação, dentre outras.

A escolha de determinadas metodologias e ferramentas de geovisualização pode limitar o número de participantes na tomada de opiniões sendo assim os limites e demandas de cada etapa do Plano Diretor devem ser considerados para que sejam feitas as devidas adaptações aos perspectivos contextos de planejamento do território.

As ferramentas de geovisualização precisam ser vistas como “pontes”, elementos conectores que precisam ser combinados com métodos e com ferramentas diversas diversos. Ferramenta possuem limitações. Conforme indica Tufte (1997, p. 23): “há visualizações que revelam a verdade e há visualizações que não”. No último caso, a utilização da geovisualização pode representar uma contribuição, mas também pode constituir um risco em um processo participativo. Se, por um lado, possibilita a manipulação de dados e, conseqüentemente, dos resultados e discussões; por outro, se o processo contar com interoperabilidade e ferramentas responsivas e ágeis à geovisualização, pode colaborar imensamente para a construção de testes imediatos e até provocativos, como sugerem Andrienko *et al.* (2007, p. 850).

O uso da geovisualização oferece grandes possibilidades para o incremento da participação cidadã na construção de Planos Diretores. No entanto, tais recursos não podem e não devem ser vistos como um substituto completo para as etapas participativas presenciais e ações *in loco*, por exemplo. Destaca-se, neste sentido que a escolha, a programação (quando necessária) e a composição de diversas ferramentas que fazem uso da geovisualização na construção destes Planos devem ser calibradas de acordo com as diferentes capacidades dos atores envolvidos e com os contextos específicos.

Ainda em relação às ferramentas de apoio à construção de Planos Diretores e conseqüentemente à participação, aponta-se que a diversidade de tarefas, etapas e escalas de aplicação do planejamento devem ser consideradas, conforme demonstram as reflexões discutidas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRIENKO, Gennady; ANDRIENKO, Natalia; JANKOVSKI, P.; KEIM, Daniel; KRAAK, M.-J.; MacEACHREN, Alan M.; WROBEL, S. Geovisual analytics for spatial decision support: Setting the research agenda. **International Journal of Geographical Information Science**, London, v. 21, n. 8, p. 839-857, Sept. 2007. Informa UK Limited.

ARNSTEIN, S. A ladder of citizen participation. **Journal of the American Planning Association**, 35(4), 1969, 216-224.

BALLAL, Hrishikesh; STEINITZ, Carl; ERVIN, Stephen. Geodesign Hub. [201-]. Disponível em: <<https://www.geodesignhub.com/>>. Acesso em: 15 maio 2016.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, 5 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 5 mar. 2022.

BRASIL. **Estatuto da cidade**: guia para implementação pelos municípios e cidadãos. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cdu/part.html/estatutodacidade.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 11 jul. 2001b.

CAMPAGNA, Michele. Sistemas de Suporte ao Planejamento (Planning Support Systems): Retrospectivas e Prospectivas. In: MOURA, Ana Clara M. (Org). **Tecnologias da geoinformação para representar e planejar o território urbano**. Rio de Janeiro: Interciência, 2016. Cap. 10. p. 217-252.

CIDADES SUSTENTÁVEIS. Guia de Introdução ao Planejamento Urbano Integrado: Programa Cidades Sustentáveis. In: SUSTENTÁVEIS, Programa Cidades. **Guia de introdução ao planejamento urbano integrado**: GPS – GESTÃO PÚBLICA SUSTENTÁVEL. [S. l.]: Programa Cidades Sustentáveis, s.d.. Disponível em: <https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/Publicacoes/Guia_de_Introducao_ao_Planejamento_Urbano_Integrado.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2022.

GUADALUPE, Diogo C.; RIBEIRO, Suellen R.; MOURA, Ana Clara M. Parametric modeling as a support for the 3D multipurpose cadastre in the Brazilian urban context. In: Conference On Innovation in Urban and Regional Planning - INPUT, 9., 2016, Turim. **Anais...** Turim: 14 e 15 set. 2016.

JUNIOR, Orlando Alves dos Santos; MONTANDON, Daniel Todtmann (org.). **Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade**: balanço crítico e perspectivas. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Cidades, IPPUR/UFRJ, 2011.

LIEVEN, Claudius; LÜDERS, Bianca; KULUS, Daniel; THONEICK, Rosa. Enabling Digital Co-creation in Urban Planning and Development. In: ZIMMERMANN, Alfred; J. HOWLETT, Robert; C. JAIN, Lakhmi. **Human Centred Intelligent Systems**: Proceedings of KES-HCIS 2020 Conference. 1. ed. Singapore: Springer, Singapore, 2020. p. 415-430.

MAGALHÃES, Danilo Marques de; MOURA, Ana Clara Mourão. **Uso de drones como suporte ao planejamento territorial**. 2021. 257 f., p., enc. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/36455>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

MASALA, Elena; PENSA, Stefano. O papel da visualização no planejamento urbano: uma abordagem a partir dos conceitos por trás da imagem espacial. In: MOURA, Ana Clara M. (Org). **Tecnologias de geoinformação para representar e planejar o território urbano**. Rio de Janeiro, Interciência, 2016. Cap. 3. p. 35-60.

MASALA, Elena; PENSA, Stefano. Visualization: an approach to knowledge building. In: LAMI, Isabella M. (Ed.). **Analytical decision**: making methods for evaluating sustainable transport in European corridors. Turim: Springer, 2014. p. 159-174.

MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (Brasil) ; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil) ; COOPERAÇÃO INTERNACIONAL ALEMÃ (GIZ). **Guia para Elaboração e Revisão de Planos Diretores**. Versão para teste. ed. Instituto Pólis: Brasília. [2020?]. 460 p. Disponível em: <<https://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/368/titulo/guia-para-elaboracao-e-revisao-de-planos-diretores>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

MENEGALE, Maria Beatriz de Castro Silva. **A transformação territorial de um município de tradição mineradora**: estudo de caso sobre a recente ocupação do norte de Nova Lima, circundante à Mata do Jambreiro. 2002. 145 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

MOORE, Kristen R.; ELLIOTT, Timothy J. From Participatory Design to a Listening Infrastructure: A Case of Urban Planning and Participation. **Journal of Business and Technical Communication**, v. 30, n. 1, p. 1-26, 2015.

MOURA, Ana Clara M.; CAMPAGNA, Michele. Co-Design: digital tools for knowledge-building and decision-making in planning and design. *Disegnarecon*, 11/20, 2018. p. ED1-ED3.

MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, C.R. Scalability in the Application of Geodesign in Brazil: Expanding the Use of the Brazilian Geodesign Platform to Metropolitan Regions in Transformative-Learning Planning. *Sustainability* 2021, 13, 6508.

MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen R.; CORREA, Isadora M.; BRAGA, Bruno. Parametric Modeling of urban landscape: decoding the Brasília of Lucio Costa from modernism to present days. **TeMA**, v. 1, p. 695-708, 2014.

MOURA, Ana Clara Mourão; Freitas, Christian Rezende. **Brazilian Geodesign Platform: WebGis & SDI & Geodesign as Co-creation and Geo-Collaboration**. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. 12252, p. 332-348.

ORTON FAMILY FOUNDATION. **CommunityViz**. 2012a. Publicado em 31 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.planningtoolexchange.org/tool/communityviz>>. Acesso em: 3 mar. 2014.

ORTON FAMILY FOUNDATION. **Google Earth**. 2012b. Publicado em 31 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.planningtoolexchange.org/tool/google-earth>>. Acesso em: 3 mar. 2014.

PENSA, Stefano. **InViTo: GeoVisualizzazione Interattiva a Supporto dei Processi di Pianificazione e Decisione**. 2012. Tesi (Dottorato in Architettura) - Corso de Architettura e Progettazione Edilizia, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino, Torino, 2012.

PREFEITURA (Belo Horizonte). Subsecretaria de Planejamento Urbano. **Painéis interativos da legislação urbanística**. Belo Horizonte, 1 fev. 2022. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/planejamento-urbano/base-de-dados/paineis>. Acesso em: 6 mar. 2022.

SANCHES, M., FRANKEL, L. Co-design in Public Spaces: an Interdisciplinary Approach to Street Furniture Development, in DURLING, D., BOUSBACI, R., CHEN, L., Gauthier, P., POLDMA, T., ROWORTH-STOKES, S., STOLTERMAN, E (eds.), **Design and Complexity - DRS International Conference 2010**, 7-9 July, Montreal, Canada. Disponível em: <<https://dl.designresearchsociety.org/drs-conference-papers/drs2010/researchpapers/105>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

SCUASSANTE, Priscyla Mathias. A participação popular, prevista na Constituição Federal de 1988, garante efetivamente a realização do Estado Democrático de Direito? Âmbito Jurídico, Rio Grande, XII, n. 70, nov. 2009. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=6652>. Acesso em: 26 fev. 2014.

SCUASSANTE, Priscyla Mathias. **A participação popular, prevista na constituição federal de 1988, garante efetivamente a realização do estado democrático de direito**. Âmbito Jurídico. 2009.

SENA, Ítalo Sousa de.; MOURA, Ana Clara Mourão. **Visualização e valorização da paisagem a partir de geogame**. 2019. 234 f., enc. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia.

SHEKHAR, Sulochana. 2019. Effective management of slums- Case study of Kalaburagi city, Karnataka, India. *Journal of Urban Management*. 9. 10.1016/j.jum.2019.09.001.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e a gestão urbanos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

STEINITZ, Carl. **A framework for geodesign**: changing geography by design. Redlands: ESRI Press, 2012.

STELZLE, Benjamin; JANNACK, Anja; NOENNIG, Jörg Rainer. Co-Design and Co-Decision: Decision Making on Collaborative Design Platforms. **Procedia Computer Science**, [S. l.], v. 112, p. 2435-2444, 4 mar. 2017.

TRINDADE, Nuno Verdelho. Modelur 0.2.3. **EngenhariaCivil.com**, 1º abr. 2010. Disponível em: <<http://www.engenhariacivil.com/modelur-0-2-3>>. Acesso em: 3 mar. 2014.

TUFTE, Edward. **Visual Explanations**: images and quantities, evidence and narrative. Cheshire: Graphis Press, 1997.

URBS. MODELUR: A parametric urban design tool. 2014. Desenvolvido pelo Prof. Janez Koželj, arquiteto, Ljubljana, Slovenia. Disponível em: <<http://www.modelur.com/about>>. Acesso em: 3 mar. 2014.

WESKE, Mathias. Business Process Modeling and Analysis. **Hasso Plattner Institut**, Oct. 27 2013. Disponível em: <<https://open.hpi.de/course/bpm2013>>. Acesso em: 27 jul. 2016.

ZYNGIER, Camila M.; MASALA, Elena; PENSA, Stefano; MAGALHÃES, Lucas; BORGES, Karla A. V. Geodesign Process Model: The Role of Visualisation in Feasibility Study of Urban Parameters. In: INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE - ICC, 27., 2015, Rio de Janeiro/RJ. **Anais...** Rio de Janeiro/RJ: 2015.

ZYNGIER, Camila Marques; MOURA, Ana Clara Mourão. **Paisagens urbanas possíveis** : códigos compartilhados através dos sistemas de suporte ao planejamento e do geodesign. 2016. 279 p., enc. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/MMMD-AKNG52>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

CAPÍTULO 4

DETERMINANDO O IMPACTO DA URBANIZAÇÃO NO CICLO HIDROLÓGICO LOCAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS

Fernanda Simoni Schuch

Instituto Federal de Educação Ciência
e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC,
Departamento Acadêmico de Construção Civil

Samuel João da Silveira

Instituto Federal de Educação Ciência
e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC,
Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Maurília de Almeida Bastos

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina – IFSC,
Departamento Acadêmico de Construção Civil

Thaís Moreira dos Santos

Instituto Federal de Educação Ciência
e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC,
Departamento Acadêmico de Construção Civil

RESUMO: O processo de impermeabilização do solo decorrente da ocupação urbana, provoca alterações no ciclo hidrológico, seja na quantidade de água que infiltra no solo, na quantidade de água que escoar sobre a superfície ou no tempo que a água da chuva leva para percorrer o ponto mais distante de uma bacia hidrográfica, até o seu exutório. Buscando-se quantificar as modificações mencionadas, identificou-se através de técnicas de sensoriamento remoto, alterações no uso e ocupação do solo e, a partir daí, calculou-se as variações ocorridas no ciclo hidrológico local da mesma. O estudo ocorreu na Bacia Hidrográfica do Rio Capivari (BHRC) localizada na Ilha de Santa Catarina/SC e abrangeu três diferentes datas (com 21

anos de intervalo), quantificando-se os seguintes parâmetros hidrológicos: tempo de concentração (T_c), precipitação efetiva (P_e) e infiltração potencial (S). Ao final, observou-se um aumento de 133% na área urbana, a qual provocou um aumento de 7,5% na precipitação efetiva, uma diminuição de 27% na infiltração potencial e, uma diminuição do tempo de concentração entre 22% e 25% para a área estudada, variando de acordo com o método de cálculo empregado.

PALAVRAS-CHAVE: Tempo de concentração, Bacia Hidrográfica Urbana, SIG, QGIS.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com o censo do IBGE em 2010 aproximadamente 85% da população brasileira residia em área urbana (IBGE, 2020), e no Estado de Santa Catarina o padrão nacional se repete, tendo aproximadamente 84% da população vivendo em área urbana. O processo de urbanização produz, entre outros efeitos, a impermeabilização do solo, que, aliada ao déficit na infraestrutura urbana, produz como consequência desastres hidrológicos (alagamentos, inundações, deslizamentos, entre outros), pois altera o ciclo hidrológico local. Segundo BRASIL (2013), Santa Catarina sofreu de 1991 e 2012 com estes fenômenos, e, na Região da Grande Florianópolis as enxurradas (inundações bruscas) predominam.

O acontecimento destes desastres