

# A INICIATIVA DE MODELAGEM PARAMÉTRICAS COMO BASE PARA UM CADASTRO MULTIFINALITARIO 3D

*D. C. Guadalupe<sup>1</sup>, P. B. Casagrande<sup>1</sup>, D. S. C. Oliveira<sup>2</sup>, C. Urbano<sup>3</sup>, F. C. Von Sperling<sup>3</sup>, C. T. Moreira<sup>3</sup>, G. F. Brenck<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup> Universidade de Itaúna, Brasil

<sup>3</sup>Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

**Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário**

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar a realidade do município de Divinópolis, Minas Gerais. O estudo é baseado na região central da cidade e aborda questões ligadas a urbanização do local. Toda a análise é realizada por meio de geoprocessamento, e com o objetivo de parametrizar a área de estudo. É utilizado um cadastro 3D uma vez que a área construída é volumétrica e isso exige um melhor estudo em relação a volumetria que um empreendimento possa vir a ter e qual o impacto para a região.

**Palavras chave:** Cadastro Multifinalitário 3D, Geoprocessamento, Planejamento Urbano

## ABSTRACT

The present work aims to demonstrate the reality of the city of Divinópolis, Minas Gerais. The study is based in the central region of the city and addresses issues related to the urbanization of the site. All the analysis is carried out by means of geoprocessing, and with the purpose of parameterizing the study area. A 3D cadastre is used since the built area is volumetric and this requires a better study in relation to the volumetry that a venture can have and what the impact for the region.

**Keywords:** 3D Multifinal Charts, Geoprocessing, Urban Planning

### 1- INTRODUÇÃO

No Brasil, o cadastro territorial é ainda dividido em cadastro rural, centralizado e gerenciado pelo Governo Federal, e o urbano que se encontram sob a responsabilidade direta das administrações municipais. Mesmo com a obrigatoriedade da elaboração do Plano Diretor e a implementação de ferramentas urbanísticas como TDC (Transferência do Direito de Construir) e o OODC (Outorga Onerosa do Direito de Construir) que exigem um cadastro territorial melhor definido, na maioria dos municípios brasileiros, o cadastro é ainda composto pela planta de referência cadastral, a planta de equipamentos urbanos e a planta de quadras, todas obtidas a partir de levantamentos aerofotogramétricos ou topográficos.

O cadastro tridimensional multifinalitário pode possibilitar uma distribuição equitativa das cargas

tributárias, a segurança da propriedade e a criação de bases para o planejamento urbano e regional. No contexto do planejamento urbano, o cadastro 3D é, de acordo com Moura (2014), associado à Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial, a base para fornecer informações numéricas e geométricas essenciais para a representação das primitivas gráficas, para e simular paisagens urbanas e através dela reavaliar os parâmetros urbanos retroalimentando as ações de planejamento e gestão da paisagem urbana.

A ocupação cada vez mais complexa do território brasileiro implica em direitos distintos sobre uma mesma projeção ortogonal. Só o cadastro tridimensional é multifinalitário e, portanto, pode possibilitar uma distribuição equitativa das cargas tributárias, a segurança da propriedade e a criação de bases para o planejamento urbano e regional. No contexto do planejamento urbano, o cadastro 3D é, de

acordo com Moura (2014), associado à Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial, a base para fornecer informações numéricas e geométricas essenciais para a representação das primitivas gráficas que estruturam o modelo. Já o cadastro é alimentado pela modelagem, pois permite simular paisagens urbanas e através dela reavaliar os parâmetros urbanos retroalimentando as ações de planejamento e gestão da paisagem urbana.

Este trabalho realiza uma modelagem paramétrica como âncora para um planejamento urbano participativo e o cadastro tridimensional multifinalitário. O estudo de caso se deu no município Divinópolis-MG, no ano de 2016.

Divinópolis é um município brasileiro de Minas Gerais, polo da região centro-oeste do Estado. Divinópolis está localizada na zona metalúrgica, microrregião do Vale do Itapecerica e na Macrorregião do Alto São Francisco. Seu território limita-se ao norte com a cidade de Nova Serrana, ao noroeste com Perdigoão, a oeste com Santo Antônio do Monte, a sudoeste com São Sebastião do Oeste, ao sul com Cláudio e a leste com Carmo do Cajuru e São Gonçalo do Pará, sendo cortada pelos rios Itapecerica e Pará e está a 121 km da capital mineira.

Foi então realizado uma modelagem paramétrica no centro da cidade de Divinópolis/MG como forma de apoiar decisões relacionadas à atualização do Plano Diretor da cidade. Para tal foi necessário a elaboração de um banco de dados comum ao cadastro 3D, tais como projeção das edificações, áreas de lote, altimetria das edificações volumes construídos entre outras. Para tanto, realizaram-se diversos processos para coletar e tratar dados da área de estudo, como o levantamento de iconografia histórica; a espacialização de informações de pesquisa de campo, a fim de elaborar uma transposição didática; tratamento e vetorização, de forma a produzir mapas e modelos preparados para um ambiente georreferenciados. Através da vetorização, apesar da baixa precisão, e pelas condições de levantamento de dados, criou-se uma base de dados para compreensão da evolução da ocupação, e esse produto serviu de base para a visualização da dinâmica da ocupação.

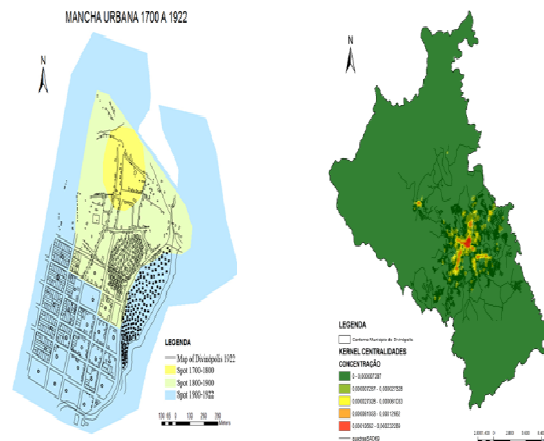


Figure 1.A - Mancha Urbana,

1.B. Centralidades

Já para o dados relativos à volumetria dos edifícios, do tipo de uso, dos locais de estabelecimentos e grandes equipamentos, assim como da caracterização das condições gerais do município e em especial da área central, foram feitas visitas de campo e visita virtual através do software Google Earth, que apontou as seguintes tipologias: residência particular, comercial, uso misto, educação, saúde e uso público.

O estudo promoveu a elaboração de novas informações como a identificação de centralidades distribuídas no território do município, como vistas a entender a dinâmica de atividades urbanas e a dependência de atividades localizadas na área central. Essa identificação das centralidades existentes foi realizada pelo método de análise de densidade de ocorrências pelo interpolador de Kernel. A figura acima (Figura 1.B) mostra as centralidades mapeadas que teve em sua construção a atribuição de pesos aos fatores contribuintes de concentração

Com o Plano Diretor do Município de Divinópolis, do ano de 2000 e o novo Plano Diretor Participativo, aprovado em 2014, elaborou-se uma planilha contendo todos os coeficientes urbanísticos utilizados pelo município e seus respectivos valores dentro de cada divisão proposta pela lei de uso e ocupação do solo. Junto a esse processo foram feitas a interpretação e a organização de fórmulas que permitissem a compreensão dos coeficientes exigidos pela lei de uso e ocupação do solo. Com a consulta à população, o entendimento dos coeficientes foi de fundamental importância na visão da dinâmica probatória do centro do município e na percepção das dificuldades de visualização das pessoas desses parâmetros urbanísticos.

Com o Plano Diretor do Município de Divinópolis, do ano de 2000 e o novo Plano Diretor Participativo, aprovado em 2014, elaborou-se uma planilha contendo todos os coeficientes urbanísticos

utilizados pelo município e seus respectivos valores dentro de cada divisão proposta pela lei de uso e ocupação do solo. Junto a esse processo foram feitas a interpretação e a organização de fórmulas que permitissem a compreensão dos coeficientes exigidos pela lei de uso e ocupação do solo. Com a consulta à população, o entendimento dos coeficientes foi de fundamental importância na visão da dinâmica probatória do centro do município e na percepção das dificuldades de visualização das pessoas desses parâmetros urbanísticos.

Com a espacialização dos dados e as revisões elaboradas, concentrou-se na modelagem da paisagem captada e suas análises, focados no centro urbano de Divinópolis. Inicialmente, no modelo digital de terreno foi produzido no ArcMap 10.1 e posteriormente, no ArcScene, os edifícios tiveram suas alturas representadas em formato tridimensional e sobrepostos ao terreno e a malha. O objetivo foi reconhecer a influência dos parâmetros urbanísticos na construção de uma paisagem urbana, assim como rever e propor revisão de referências, por parametrização de valores tais como os de coeficientes urbanísticos.

A fim de parametrizar todo o centro urbano, de acordo com a lei de planejamento urbano atual, elaborou-se um modelo tridimensional demonstrando a paisagem gerada pela legislação vigente. A imagem da paisagem gerada pelo plano de urbanização atual serve para refletir o quanto a atual legislação atende ou não às futuras perspectivas em relação à construção e modificação do centro da cidade.

Esse fato levou a construção da Figura 03 que permite a compreensão em termos comparativos do que realmente pode ocorrer a cidade. A partir dessa modelagem surgiu a necessidade de uma modelagem relativa que fosse capaz de apontar o quão profunda seria a modificação da paisagem se levasse a cabo a construção do máximo permitido.

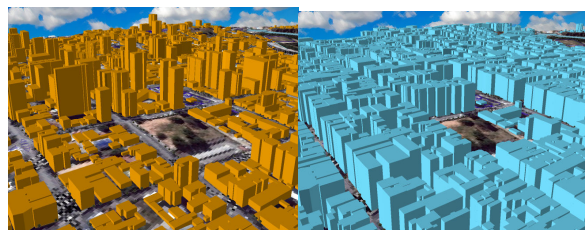


Figure 3 A. Paisagem Urbana de Divinópolis / 3 B. Paisagem urbana de Divinópolis com parâmetros urbanísticos máximos

Essa visualização permitiu, de forma relativa, observar onde há um estoque construtivo, ou seja, lotes onde ainda se pode construir mais do que o existente e onde há déficit de construção. Num espaço que já sofre com problemas urbanos ligados ao rescimento da população como no trânsito, esgoto, escoamento de

águas fluviais, deveria o município ser mais bem gerenciado, para que a imagem da cidade e o sentimento de pertencimento não se perdessem pela falta de entendimento da realidade e das leis existentes.

Naquela projeção futura, a média de altura dos edifícios que atualmente é de 4,7 metros passaria a 25,42 metros (8 a 9 andares). Essa verticalização veria ainda acompanhada da possibilidade de uma impermeabilização total do solo parcelado uma vez que ao nível da garagem e pilotis a lei permite 100% na ocupação (há casos ainda que é permitido que o primeiro andar, se de uso exclusivo para comércio, também ocupe 100% do lote).

No Plano Diretor de Divinópolis encomendada pela Prefeitura Municipal à FUNED – Fundação de Ensino de Divinópolis previa a participação da população no processo da sua revisão. Para tal fim, a prefeitura decidiu pela criação de uma comissão representativa. Cada região da cidade tinha delegados representantes e seus suplentes, para deliberações sobre a legislação. O estudo de caso foi apresentado ao delegado responsável pela região central e percebeu-se a necessidade de uma ferramenta de visualização que permitisse simular as propostas legislativas do Plano Diretor então discutido. Para tal fim foi elaborado um script de programação dentro do Software CityEngine. Esse script foi preparado para simular os máximos permitidos atualmente e para simular livremente coeficientes que venham a ser modificados ou criados (Figuras 4.A / 4B).

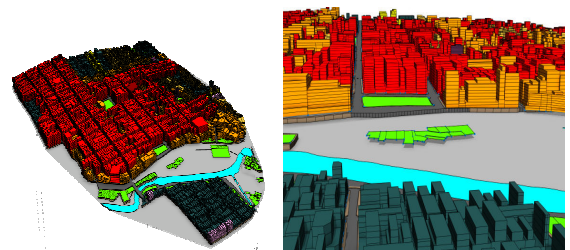


Figure 4.A -. Modelagem com coeficientes Máximos por lei. (MUDAR NÚMERO)

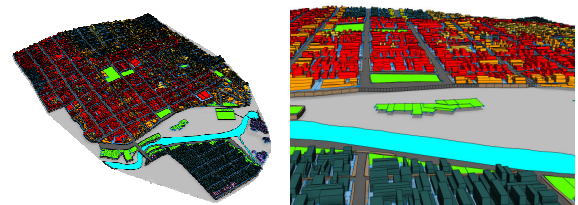


Figure 4B. Modelagem com coeficientes livres. (MUDAR NÚMERO)

Essas simulações foram importantes para o entendimento da Lei de Uso e Ocupação do Solo e seria base para a discussão da revisão do Plano Diretor. Essa experiência de um processo participativo, mesmo

que restrito, foi de fundamental importância para o reconhecimento da importância do controle da paisagem urbana e será sem dúvida a base do argumento para levantarmos a necessidade do cadastro tridimensional multifinalitário em discussões posteriores.

## 2- CONCLUSÃO

O cadastro tridimensional multifinalitário é sem dúvida uma ferramenta importante no entendimento e manuseio das leis em uma realidade complexa de ocupação do solo no Brasil, especialmente em áreas urbanas, e dos direitos e restrições inerentes a essa ocupação. Em um país onde se legaliza e vende-se solo criado, ou seja, se comercializa o direito de construir superior a área de seu terreno, a definição legal de propriedade imobiliária exige uma abordagem 3D.

Os desafios para a aplicação de um cadastro 3D em escala nacional possuem proporções homéricas principalmente pelas dimensões continentais do Brasil e suas diferenças profundas de acesso e produção da informação. Esse desafio ficou ainda maior atualmente num contexto político turbulento, dificultando a criação de políticas de alcance nacional.

De acordo com Carneiro et al (2011)

“os cadastros existentes ainda se baseiam em dados 2D que se encontram dispersos em diferentes instituições, sob diferentes padrões.”.

Esses problemas de compatibilização, disponibilização, padronização e distribuição de dados, assim como problemas políticos, não devem ser barreiras para a produção e disponibilização de conhecimento na área do planejamento urbano. Profissionais envolvidos com a regulamentação e execução de obras e projetos urbanos devem desenvolver metodologias de apoio, incentivando assim as prefeituras e por fim o Estado a regulamentarem por lei tais práticas. Nesse contexto, iniciativa de consulta à população e fornecimentos de tecnologias para visualização dos parâmetros urbanísticos em Divinópolis, no estudo de caso aqui apresentado, contribui significativamente para a implementação de um cadastro tridimensional multifinalitário, pois evidencia a contribuição do mesmo no planejamento urbano.

Vivenciamos um período de transição no qual o Brasil dispõe de softwares e técnicas para a implementação do cadastro 3D, mas ainda faltam recursos e vontade política. Assim iniciativa como as propostas de STOTER citado por Carneiro e outros

(2012) onde há o cadastro 2D que contenha informações em 3D:

Modelo híbrido 2D/3D donde pode se fazer um cadastro 2D das parcelas em que a componente vertical não tenha tanta relevância e um cadastro 3D dos Objetos Territoriais amparados por uma causa jurídica (OTL) cuja situação fática exija a determinação de seu aspecto tridimensional. (CARNEIRO; ERBA; AUGUSTO, 2012, p. 270)

Esta opção, numa primeira análise, seria mais adequada ao caso brasileiro, uma vez que se destacam, entre as necessidades mais urgentes de informação territorial, o cadastro de objetos existentes acima e abaixo da superfície. Esse momento de transição é importante para a construção de uma base mínima de informações cadastrais e possibilitem um maior domínio da realidade volumétrica do território urbano. Essas mudanças são necessárias para acomodar as novas ferramentas implementadas pelos planos diretores brasileiros na definição dos limites do aceitável e do adequado para o incremento volumétrico no território.

O artigo conclui que a iniciativa de consulta à população e o fornecimento de tecnologias para visualização dos parâmetros urbanísticos aos cidadãos pode realmente contribuir significativamente para a implementação de um cadastro tridimensional multifinalitário. Algumas questões foram levantadas: Os cidadãos, os técnicos e os gestores conseguem prever o resultado de uma paisagem a partir da escolha de parâmetros urbanos? Ou são surpreendidos pelos resultados? Se de acordo com Jane Jacobs (2011) “os processos que ocorrem nas cidades não são misteriosos, possíveis da compreensão somente por especialistas. Podem ser compreendidos por quase todo mundo”, a utilização da modelagem como instrumentos de visualização pode traduzir à população em geral a legislação atual e questionar de forma geral sua aplicação e efeitos no município.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, Andrea Flávia Tenório; ERBA, Diego Alfonso; AUGUSTO, Eduardo Agostinho Arruda. Cadastro Multifinalitário 3D: Conceitos e Perspectivas de Implantação no Brasil. In: Revista Brasileira de Cartografia, Nº 64/2, p.257-271, 2012.

FONSECA, Bráulio Magalhães; MOURA, Ana Clara Mourão; RIBAS, Rodrigo Pinheiro; CARVALHO, Grazielle Anjos; CASAGRANDE, Pedro Benedito. Cadastro 3D como base para a modelagem paramétrica da paisagem urbana. In: COBRAC 2014 · 11º.

Congresso Cadastro Técnico Multifinalitário / UFSC – Florianópolis, 12 a 16 de outubro, 2014.

FERREIRA, Elizeu. História Cronológica de Divinópolis. Divinópolis: Adletras. Disponível em: [http://www.adletras.com.br/index.asp?c=paginas&modulo=informativo\\_exibe&url=252&navegacao\\_categoria=Publica%E7%F5es&navegacao\\_subcategoria=Elizeu%20Ferreira](http://www.adletras.com.br/index.asp?c=paginas&modulo=informativo_exibe&url=252&navegacao_categoria=Publica%E7%F5es&navegacao_subcategoria=Elizeu%20Ferreira), 2015.

Fundação Educacional de Divinópolis – FUNED / Universidade Estadual de Minas Gerais - UEMG. A configuração territorial de Divinópolis: Plano Diretor Participativo de Divinópolis. p. 262, 2014.

GUADALUPE, Diogo de Castro; MOURA, Ana Clara. The Model of Voronoi's Polygons and Density: Diagnosis of Spatial Distribution of Education Services of EJA in Divinópolis, Minas Gerais, Brazil. In: Tema: Journal of Land Use, Mobility and Environment. June. p. 271 - 283, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios em 2015. 28 de agosto de 2015. Acesso em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=312230&idtema=130&search=minas-gerais>, Dezembro de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). «Série Histórica - Dados Diários - Temperatura Mínima (°C) - Divinópolis». Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: dezembro de 2016.

JACOBS, Jane. Morte e Vida das Grandes Cidades. 3º Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

MOURA, Ana Clara Mourão. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise Multicritérios. In: Paper presented at the XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brazil, 21-26, INPE, p. 2899 - 2906, 2007.

MOURA, Ana Clara M. Geodesign Parametric Modeling of urban landscape. In: Cartography and Geographic Information Science, v.42, p.323 - 332, 2015.

ROCHA, Luciana S.; FERNANDES, Vivian de O; BRITO, Patrícia L. Análise espacial do estimador de intensidade kernel para as áreas sujeitas a riscos hidrológicos no município de Salvador - BA. In: Paper presented at the XXV Congresso Brasileiro de Cartografia. Curitiba, 2011.

SABOYA, Renato. Urbanismo e Planejamento Urbano no Brasil – 1875 a 1992. Disponível em: <http://urbanidades.arq.br/2008/11/urbanismo-e-planejamento-urbano-nobrasil-1875-a-1992>, 2008.

VILLAÇA, F. Dilemas do plano diretor. In: O município no século XXI: cenários e perspectivas. Ed. especial. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima - CEPAM, 1999.

ZYNGIER, Camila. Paisagens possíveis: geoprocessamento na análise da ação de agentes modeladores das paisagens urbanas dos Bairros Santa Lúcia e Vale do Sereno. Master Dissertation/UFMG, 2012.