Fonte

Tecnologia da Informação na Gestão Pública

Ano 15 | Nº 19
Junho 2018

ISSN 1808-0715
Distribuição gratuita

prodemge

www.prodemge.gov.br

Geotecnologia a serviço do desenvolvimento

CONFIANÇA

Na hora de escolher o seu certificado digital, escolha quem tem tradição em tecnologia e segurança. Escolha Prodemge.

Foto: Freepik

/certificadodigitalprodemge

@prodemge

CERTIFICADO DIGITAL PRODEMGE

Para mais informações, acesse o site
www.prodemge.gov.br/certificacaodigital
ou entre em contato com o suporte
atendimento.cd@prodemge.gov.br
Tel.: (31) 3339-1251

Editorial

Visualizar o espaço terrestre e todos os elementos que o compõem, como a paisagem natural, o relevo, o clima, as construções, a concentração populacional e as interferências humanas, dentre outros aspectos, desenha um retrato da realidade fundamental para formulação e desenvolvimento de políticas públicas e para alocação de investimentos. Hoje, o processamento e a aplicação de informações geográficas tornam-se cada vez mais viáveis e estratégicos, graças ao avanço e ao maior acesso às tecnologias. Nesse sentido, as geotecnologias marcam presença nos mais diversos segmentos, tais como trânsito, segurança pública, propriedades rurais e áreas de mineração, passando por estudos de grupos de pessoas relacionados à saúde, ao perfil de consumidores e às condições ambientais.

Tais ferramentas de processamento de dados espaciais possibilitam integrar uma variedade de dados georreferenciados, representados principalmente por mapas, de modo a proporcionar uma análise detalhada de determinado espaço em escalas municipal, estadual, nacional e até mesmo continental. Sabemos que a orientação espacial sempre foi valorizada pela humanidade, mas foi o uso das tecnologias provenientes do GPS que revolucionou a forma de orientação das pessoas e trouxe ganhos para áreas distintas, nos âmbitos público e privado.

Além disso, com a universalização do acesso aos smartphones, as geotecnologias estão mais presentes também no nosso cotidiano: elas facilitam nossa rotina ao nos ajudar a economizar tempo, a prever rotas alternativas diante de imprevistos como engarrafamentos no trânsito ocasionados por acidentes ou desastres naturais, ou mesmo quando indicam compras que combinam com nosso perfil de consumo. Os aplicativos que disponibilizam funcionalidades georreferenciadas tornaram-se indispensáveis em nossos aparelhos móveis e aliados de um cotidiano ágil, dinâmico e prático.

Compreende-se, assim, o porquê de os dados resultantes do georreferenciamento nortearem as ações de empresas públicas e privadas, ao permitir discutir e apresentar melhores soluções para os problemas, independentemente da área em questão, dando melhor suporte aos gestores, com informações assertivas para a tomada de decisão em situações rotineiras e emergenciais. Tudo isso propicia economia de recursos financeiros e humanos, além de proporcionar resultados mais rápidos e eficazes. Diante dessa realidade, a Prodemge, mais uma vez, cumpre seu propósito institucional de colocar à disposição de órgãos e empresas do governo do Estado de Minas Gerais os serviços de geoprocessamento e análise espacial. Suportadas por nosso capital intelectual e infraestrutura tecnológica, as soluções da Companhia nesse segmento direcionam-se às demandas constantes e crescentes da gestão pública estadual, conforme assinala o Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação (PDTIC). Nesta edição, você conhecerá um pouco mais sobre a evolução e as possibilidades das geotecnologias.

Boa leitura!

Diretoria da Prodemge

Expediente
Ano 15 – nº 19 – Junho de 2018

Governador do Estado de Minas Gerais
Fernando Damata Pimentel
Secretário de Estado de Planejamento e Gestão
Helvécio Miranda Magalhães Júnior
Diretor-presidente
Paulo de Moura Ramos
Diretor de Sistemas
Gustavo Guimarães Garreto
Diretor de Gestão Empresarial
Gilberto Rosário de Lacerda
Diretor de Negócios
Gustavo Daniel Prado
Diretor de Infraestrutura e Produção
Pedro Ernesto Diniz

Conselho Editorial
Gustavo Daniel Prado
Lilian Noronha Nassif
Márcio Luiz Bunte de Carvalho
Marcos Brafman
Vanessa Fagundes

EDIÇÃO EXECUTIVA

Superintendência de Marketing
Gustavo Grossi de Lacerda
Gerência de Comunicação
Lívia Mafra
Produção editorial e gráfica
Press Comunicação Empresarial (www.presscomunicacao.com.br)
Jornalista responsável
Letícia Espíndola
Edição
Luciana Neves
Redação
Ana Carolina Rocha, Flávia Amaral, Letícia Espíndola e Luciana Neves
Projeto gráfico
Claudia Daniel
Diagramação
Claudia Daniel
Colaboração
Guydo Rossi e Júlia Magalhães
Revisão
Renata Alves Pires
Impressão
Prodemge
Tiragem
4.000 exemplares
Periodicidade
Semestral

A revista Fonte visa à abertura de espaço para a divulgação técnica, a reflexão e a promoção do debate plural no âmbito da tecnologia da informação e da comunicação. O conteúdo e as imagens dos artigos publicados nesta edição são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

prodemge

Rodovia Papa João Paulo II, 4.001
Serra Verde - CEP 31630-901
Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil
www.prodemge.gov.br
atendimento@prodemge.gov.br

6

Diálogo

Entrevista com o cartógrafo Britaldo Silveira Soares Filho. Professor titular do Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências (IGC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), ele criou o laboratório de sensoriamento remoto, que é referência mundial. Esse trabalho resultou no desenvolvimento do software Dinamica EGO, uma plataforma para modelagem ambiental que já vem sendo utilizada por pesquisadores do mundo todo. Ele fala sobre a importância do georreferenciamento nas próprias pesquisas e vislumbra o futuro da modelagem ambiental, para ele, uma evolução do geoprocessamento.

13

Dossiê

As informações sobre as coordenadas geográficas evoluíram bastante, propiciando uma revolução tecnológica e, consequentemente, ganhos ao cotidiano em diferentes áreas.

52

Artigos

52 Novas tecnologias para georreferenciamento: integrando drones e realidade virtual
***Luis Carlos Trevelin**, professor titular sênior do programa de pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Atua como orientador de mestrado e doutorado nos programas de pós-graduação em Ciência da Computação e em Biotecnologia da UFSCar. Implantou e coordenou o Laboratório de Visualização Imersiva, Interativa e Colaborativa (LaVIIC) do Departamento de Computação da UFSCar.*

56 Transformações digitais georreferenciadas
***Onicio Batista Leal Neto**, biomédico, epidemiologista, especialista em saúde coletiva, mestre em saúde pública e empreendedor social. Fundou o Centro de Informações Estratégicas de Vigilância em Saúde em Recife (PE), tornando-se referência em detecção digital de doenças. Co-fundou a Epitrack, onde atua como diretor-executivo, com projetos no Brasil, Estados Unidos, Canadá, Porto Rico e Suíça.*

58 Sensoriamento remoto aplicado às geociências
***Pedro Henrique Medrado Correia**, graduado em geologia pelo Centro Universitário Belo Horizonte. Trabalha com ferramentas de geoprocessamento desde 2013, principalmente na confecção de mapas e estudos diversos. Tem como foco de atuação a fotointerpretação e o processamento digital de imagens.*

60 A importância do geoprocessamento nos estudos ambientais
***Renato de Oliveira Marques**, geógrafo, especialista em geoprocessamento, com MBA em consultoria e licenciamento ambiental e mestrando em Geografia. É analista ambiental na Lithos Geologia, consultor na BH Geotecnologia e professor da PUC Minas Virtual, no curso de Especialização em Geoprocessamento.*

62 Geoprocessamento: a importância de conhecer o onde, o quando e o quanto no planejamento e gestão territorial e na definição de políticas públicas
***Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega**, coordenador do programa de pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais e professor do programa de mestrado em geotecnia e transportes da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), bolsista de Produtividade em Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).*

64

Pensar TI

Os artigos a seguir aprofundam o tema central desta edição e abordam conceitos, aplicações, utilização de drones, dados espaciais, cidades inteligentes e a importância e a evolução da geografia.

65 Geotecnologias para cidades inteligentes
***Ademilson Jorge de Barros Monteiro**, mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), MBA em gerenciamento de projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e bacharel em informática pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Trabalha na área de geoprocessamento da Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (Prodemge).*
***Paula Carvalho Nahas**, especialista em geoprocessamento e análise espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e especialista em projetos pelo Instituto de Educação Tecnológica (Ietec). Trabalha na área de Geoprocessamento da Informação da Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (Prodemge).*

Sumário

72 Georreferenciamento: conceituar é preciso
***Aliane Motta Baeta**, engenheira agrimensora pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Minas Gerais. Trabalha na Fundação João Pinheiro com mapeamento básico sistemático, consolidação da infraestrutura estadual de dados espaciais e densificação da demarcação de limites municipais em Minas Gerais.*
***Kelly Dayse de Sousa Fonseca**, engenheira agrimensora pela Faculdade de Engenharia de Minas Gerais. Atua na Diretoria de Informação Territorial e Geoplataformas da Fundação João Pinheiro e na Feamig, como tutora do curso técnico em Agrimensura EAD do Centro de Formação Tecnológica de Minas Gerais (Centromig).*
***Leonardo Santos Costa**, engenheiro agrimensor pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Minas Gerais. Possui Especialização (Lato Sensu) em Análise Espacial e Cartográfica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG). Trabalha na Fundação João Pinheiro com demarcação e certificação de limites municipais e distritais em Minas Gerais.*
***Lincoln Diniz Carvalho**, engenheiro agrimensor pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Minas Gerais. Trabalha na Fundação João Pinheiro com mapeamento básico sistemático, consolidação da infraestrutura estadual de dados espaciais e densificação da demarcação de limites municipais em Minas Gerais.*

80 Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas. Estudo de caso: sub-bacia do Ribeirão da Passagem (MG)
***Anderson Paulino de Souza**, engenheiro ambiental. Atua como analista na Gerência de Sistemas Sociais Diversos da Prodemge.*

89 Mapeamento com drones
***Guilherme Morávia Soares de Matos**, doutor e mestre em Geografia – Tratamento da Informação Espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Atua na área de tecnologia da informação há 23 anos. Trabalha na Gerência de Geoprocessamento de Informações da Prodemge.*

99 Geografia, análise espacial, geotecnologias, inteligência espacial: algumas reflexões
***João Francisco de Abreu**, professor doutor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), no programa de pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial. Consultor da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).*

107 Infraestrutura de dados espaciais de Belo Horizonte – a caminho de uma cidade inteligente
***Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges**, superintendente de Geoprocessamento Corporativo da Empresa de Informática e Informação do município de Belo Horizonte (Prodabel) e coordenadora da Infraestrutura de Dados Espaciais da Prefeitura de Belo Horizonte (IDE-BHGEO). Atua há mais de 25 anos na área de geoprocessamento urbano e é professora convidada do curso de Especialização em Geoprocessamento do Instituto de Geociências da UFMG.*
***Lidiane Nery de Rezende** atua na área de geoprocessamento, geografia e planejamento urbano há 14 anos. Trabalha na Gerência de Geoinformação, na área de geoprocessamento da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel).*
***Maria de Lourdes da Silveira** atua na área de pesquisa em novas tecnologias na Superintendência de Negócios da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel).*
***Thaísa Santos Faria** atua na área de geoprocessamento há 10 anos na Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel), na Gerência de Geoinformação.*

120 Armazenamento de dados geográficos: estudo de caso na Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (Prodemge)
***Leonardo Grandinetti Chaves**, mestre em Ciências da Computação (UFV/UFMG), especialista na Prodemge, é professor nos cursos de pós-graduação lato sensu e em MBAs em Gerenciamento de Projetos com experiência em planejamento, gestão e desenvolvimento da tecnologia da informação e projetos.*
***Sandro Laudares**, professor e pesquisador do programa de pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e coordenador do curso de pós-graduação em Geoprocessamento da PUC Minas Virtual. Gerente de Geoprocessamento de Informações da Prodemge.*

129 **Memória Viva**

Por Gustavo Grossi, superintendente de Marketing da Prodemge

Britaldo Silveira Soares Filho

Modelagem ambiental para referência de políticas públicas

Especialista que trabalhou em diversos projetos pelo mundo acredita que essa tecnologia já é uma evolução do geoprocessamento

O cartógrafo Britaldo Silveira Soares Filho é professor titular do Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências (IGC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), coordenador do Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) e orientador da pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da UFMG e da pós-graduação em Meteorologia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Desde o ano 2000, dedica-se à pesquisa em modelagem ambiental, especialmente ao desenvolvimento de modelos de simulação de mudanças no uso e na cobertura do solo, rentabilidade agrícola e florestal, dinâmica urbana, fogo florestal e balanço de carbono e suas aplicações para o desenho de políticas públicas e avaliação ex-ante (metodologia baseada em prognóstico e em suposição). Criou o laboratório de sensoriamento remoto, referência mundial, e esse trabalho resultou no desenvolvimento do software Dinamica EGO, uma plataforma para modelagem ambiental que já vem sendo utilizada por diversos pesquisadores do mundo todo.

Nesta entrevista, Britaldo fala sobre a importância do georreferenciamento nas próprias pesquisas, conta sobre os projetos pessoais e vislumbra o futuro da modelagem ambiental, para ele, uma evolução do geoprocessamento.

Foca Lisboa/UFMG

Fonte: Como o senhor iniciou seu trabalho com o georreferenciamento?

Britaldo: Desde sempre eu trabalho com georreferenciamento, já que, quando eu comecei minha profissão como geólogo, eu fazia cartografia geológica. Tudo o que está ligado a mapas é possível georreferenciar, pois são

informações geradas com relação à Terra. Nessa área de pesquisa, fomos precursores no geoprocessamento em Minas Gerais. Lançamos, no ano de 2000, o curso de geoprocessamento, que foi um sucesso. Desde então, formamos cerca de 500 técnicos profissionais na área, muitos deles funcionários que, hoje, atuam no governo e nas principais empresas do Estado.

F: Recentemente, o senhor criou um laboratório regional de modelagem ambiental e de sensoriamento remoto que se tornou referência mundial. Explique sobre ele.

B: O Laboratório de Modelagem Ambiental, instalado no Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) da Universidade Federal de Minas Gerais, foi lançado, em outubro de 2014, como parte do programa de pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, para atender as demandas de estudantes de mestrado e de doutorado e de demais pesquisadores interessados. É um laboratório que possibilita ter acesso remoto, pela internet. O CSR começou com sensoriamento remoto, voltado à parte de mapeamento, usando imagens de satélite. Hoje, trabalhamos mais com modelagem ambiental, com modelos computacionais que simulam processos e fenômenos ambientais para estudar a trajetória desses fenômenos, tendo como prioridade a criação de políticas públicas de conservação ambiental e de diminuição do impacto das mudanças climáticas. O laboratório trabalha com planejamento territorial, de uso sustentável dos recursos naturais (como água), planejamento da agricultura, conciliação entre produção agrícola e conservação no Brasil. Nosso grande desafio é conciliar o desenvolvimento com a conservação, pois nosso país é um dos maiores produtores de commodities agrícolas do mundo, mas também tem um patrimônio ambiental muito grande, já que 60% de nosso território ainda é área de vegetação nativa.

F: O laboratório tem uma abrangência que vai além da universidade?

B: Sim. É um laboratório de pesquisa e desenvolvimento tecnológico e temos trabalhado muito em parceria com o governo federal. Acabamos de publicar um estudo mostrando opções de mitigação para o Brasil atingir a meta de redução da emissão de gás carbônico, um trabalho em conjunto com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Já trabalhamos outras vezes com os ministérios da Fazenda e do Meio Ambiente e com muitas agências de projetos internacionais.

Nosso mais recente trabalho é um projeto do Banco Mundial sobre o Cerrado – o manejo, a prevenção e o combate a incêndios nessa região. Pretendemos, por meio da modelagem ambiental, orientar o plano de combate ao fogo florestal. Onde são feitos os aceiros (faixa livre de vegetação onde o solo fica descoberto), são determinadas as áreas que devem ser queimadas para evitar grandes incêndios – o chamado fogo prescrito, ou seja, você põe fogo numa área para que ela sirva de barreira a um grande incêndio, que é o fogo fora de controle. Estamos montando um modelo de simulação da propagação do fogo e, com isso, ajudando no combate e na prevenção.

Também temos um projeto com a Fapemig (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), sobre o impacto do uso da terra na hidrologia das principais bacias mineiras. São trabalhos de pesquisas voltados à orientação de políticas públicas. Temos focado no Brasil como um todo, com planejamento e expansão da produção agrícola e intensificação da pecuária, que são os temas mais novos que estamos trabalhando. Recebemos muitos convites para participar de projetos, inclusive internacionais, pois já nos tornamos referência no assunto.

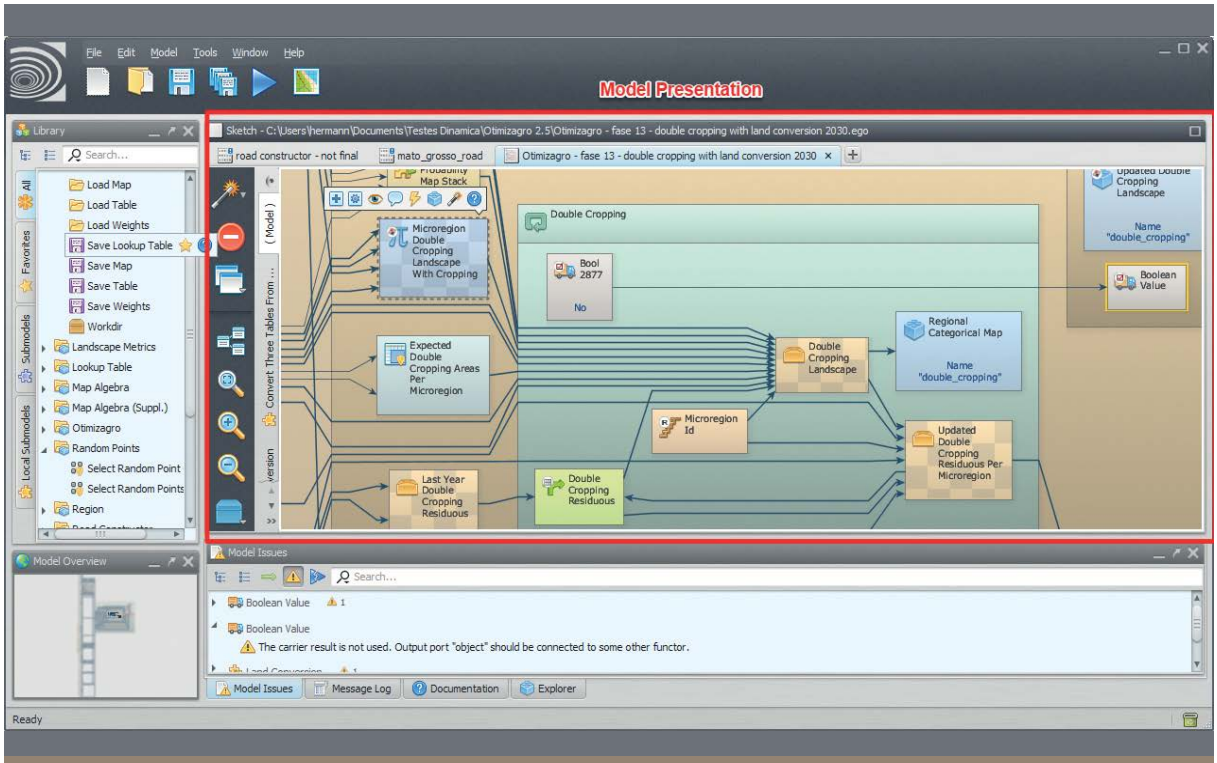
F: Vocês também desenvolveram um software de modelagem ambiental. Como ele funciona?

B: Em função de nossa modelagem no laboratório, estávamos trabalhando com modelos cada vez mais complexos e vimos que não existiam softwares comerciais que pudessem suportar a capacidade e a complexidade crescente desse modelo. Então, desenvolvemos esse software, que é uma plataforma de modelagem ambiental chamada Dinamica EGO (acrônimo para Environment for Geoprocessing Objects – ambiente para objetos geoprocessáveis), carro-chefe de nossos estudos.

Os estudos atuais sobre a terra processam uma quantidade enorme de dados. Dessa forma, é importante tratá-los de maneira organizada para transformá-los em informação e conhecimento. Nosso objetivo é oferecer

DINAMICA EGO

Plataforma de modelagem que pode ser baixada gratuitamente. Por meio dela, é possível ter acesso a todo o conteúdo do Laboratório de Modelagem Ambiental.
Acesse: http://www.csr.ufmg.br/dinamica



Plataforma de modelagem ambiental é toda gráfica e permite o design de um modelo simplesmente arrastando e conectando operadores que realizam cálculos em vários tipos de dados

para a comunidade uma ampla base geográfica sobre Minas Gerais e outros estados do Brasil. E o software vai sendo alimentado semanalmente. Muitos pesquisadores já o utilizam, seja para análise, seja para modelagem e simulação espacial. É um software livre, utilizado por vários estudiosos, usuários de multipaíses. Já foram mais de 160 publicações científicas que o utilizaram, com pesquisadores da Inglaterra, França, Itália, Alemanha, Moçambique, Peru, Austrália, Indonésia, Japão, dentre tantos outros.

Além disso, a plataforma é toda gráfica. O usuário não precisa codificar, programar linhas de comando, pois pode usar uma linguagem visual para criar os modelos e há muitas aplicações já desenvolvidas, desde modelos de uso da terra, hidrológicos, de uso do fogo, de emissão de CO_2, de balanço de carbono, de agricultura, de rentabilidade agrícola e pecuária, tudo feito com o software.

F: Tecnicamente, como ele se difere de outros modelos?

B: Enquanto outros modelos empregam um esquema estável com parâmetros fixos, que só podem ser alterados ao mudar os seus coeficientes, o Dinamica EGO apresenta uma possibilidade ampla para o projeto, do modelo espaço-tempo muito simples em relação ao muito complexo. A interface gráfica Dinamica EGO permite o design de um modelo simplesmente arrastando e conectando operadores que realizam cálculos em vários tipos de dados, como constantes, matrizes, tabelas e mapas.

Em termos de desempenho, o Dinamica EGO é imbatível. Sua estrutura de fluxo de dados otimiza a maneira como a memória do computador é usada, mantendo os dados em memória virtual somente quando necessário. Como resultado, é capaz de lidar com grandes e múltiplos conjuntos de mapas. Além disso, seus algoritmos são projetados para processar dados de forma muito rápida, aproveitando a arquitetura de vários processadores. Possui também transições múltiplas que podem ser facilmente calibradas empregando os pesos da evidência. Esse método calcula a influência dos determinantes espaciais nas mudanças, produzindo, como resultado, um mapa de potencial de transição integrado, também conhecido como mapa de probabilidade de transição. Pode receber entradas de métodos externos, como redes neurais.

Nesse sentido, o Dinamica EGO é a única plataforma que possui simulação simultânea de múltiplas resoluções, implantada por meio de sua abordagem de

Pixabay

Modelo de simulação de propagação do fogo promete auxiliar no combate e na prevenção de incêndios florestais

> ***"A expansão das áreas protegidas da Amazônia foi uma consequência de nosso estudo alertando sobre a necessidade de políticas públicas para redução do desmatamento na região"***

sub-região, uma funcionalidade que também permite personalizar os parâmetros do modelo ou realizar um cálculo específico para uma zona de mapa, ou seja, uma região como um país ou estado. Na verdade, qualquer variável no Dinamica EGO pode tornar-se dinâmica recebendo feedbacks de qualquer elemento modelo. Em resumo, as técnicas de modelagem inovadoras do Dinamica EGO fornecem solução completa para calibrar, executar e validar modelos espaciais, independentemente da complexidade.

F: Cite exemplos de como o Dinamica EGO contribuiu para pesquisas?

B: É possível ver resultados de nossas pesquisas em várias políticas públicas. Por exemplo, nossos estudos definiram a meta brasileira de expansão de reflorestamento de 12 milhões de hectares. Outro exemplo é o decreto da cota de reserva ambiental, feito com base em nossas análises. A expansão das áreas protegidas da Amazônia foi uma consequência de nosso estudo alertando sobre a necessidade de políticas públicas para redução do desmatamento na região. As principais instituições e órgãos de pesquisas do Brasil já estão utilizando o software, como o Serviço Florestal Brasileiro, que avaliou a viabilidade econômica das florestas nacionais que seriam leiloadas para se tornar concessões florestais.

F: Em 2017, vocês focaram na mudança dos estudos climáticos e no solo da Amazônia. Como foi esse trabalho?

B: Nossa área de pesquisa são as mudanças do uso da terra e os impactos causados por elas, quer seja para o clima, para a biodiversidade, para os serviços ecossistêmicos, incluindo água, biodiversidade, produtividade agrícola, dentre outros. É isso que fazemos. Trabalha-

mos com modelagem cenática, ou seja, você faz uma antecipação do impacto de políticas públicas ou da ausência delas, analisa as consequências para mudar esse futuro. As pesquisas mostram esses impactos e nós procuramos os responsáveis para comunicar: "Se vocês continuarem fazendo, as consequências serão graves". Elas representam perdas econômicas, sociais e ambientais. Conseguimos mensurar isso, prevenindo e antecipando futuros problemas.

F: Foi a primeira vez que trabalhou na Amazônia?

B: Comecei a trabalhar na Amazônia em meados da década de 1990, com a pesquisadora Diana Sawyer, do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional de Minas Gerais (Cedeplar). Ela tinha um projeto chamado Uso da Terra e Malária, que focava no estudo do uso da terra e sua relação com a doença. Ele foi realizado no norte do Mato Grosso e em Rondônia, nas cidades de Machadinho e Machadinho d'Oeste. Fui trabalhar nesse projeto e fiz meu doutorado sobre ele, onde apresento o mapeamento e a representação espacial das diversas localidades no norte de Mato Grosso em que foram registrados casos de malária, assim como suas características em termos de ocupação e uso da terra. Desde então, eu sempre trabalho com a Amazônia.

Temos hoje uma área de pesquisa em desenvolvimento sustentável que foca na produção de produtos não madeireiros, como castanhas do Brasil, borracha e açaí. Tenho uma aluna que trabalhou com látex e açaí, no Pará. Acabamos de fazer um estudo compreensivo da cadeia da borracha e da seringa no Acre. Trabalhamos no setor florestal, a partir do planejamento das condições ambientais da Amazônia. Temos uma infinidade de projetos na Amazônia que envolvem conservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

F: O senhor também desenvolveu projetos que tiveram apoio da Nasa. Fale sobre eles.

B: Trabalhamos muito com colaborações internacionais e a Nasa (agência oficial de pesquisas espaciais dos Estados Unidos) é uma delas. Eu já tive pesquisas financiadas por ela, junto com grupos de pesquisadores.

Pixabay

Amazônia é cenário para diversos projetos do Laboratório de Modelagem Ambiental que envolvem conservação e desenvolvimento sustentável

Na Amazônia, comecei grandes projetos com apoio da Nasa e do governo brasileiro, dentro do chamado Experimento de Grande Escala da Biosfera Atmosfera na Amazônia (LBA), um dos maiores programas no mundo dedicados à pesquisa sobre meio ambiente. O projeto investiu na melhoria da capacidade científica, tecnológica e de recursos humanos na região, buscando entender a dinâmica dos sistemas da Amazônia e, assim, mitigando impactos das transições biofísicas e socioeconômicas locais.

O LBA é um dos maiores projetos de cooperação científica internacional já criados e tem como objetivo estudar as interações entre a Floresta Amazônica e as condições atmosféricas e climáticas em escalas regional e mundial. Iniciamos em 2000 e durou cerca de dez anos, passando por diversas fases. Eu entrei na segunda. Foi nele que começamos a desenvolver os modelos para antecipar as tendências do desmatamento na Amazônia e a mostrar as consequências desse desmatamento em relação à emissão de CO_2, ao aquecimento, à perda de biodiversidade. Esse projeto foi tema de um artigo na revista *Nature*, em 2010, tendo como primeiro autor Eric Davidson, cientista e diretor-executivo do The Woods Hole Research Center (WHRC), organização de pesquisa científica situada nos Estados Unidos que estuda mudanças climáticas no uso da terra, solos, zonas úmidas, rios e florestas. Os coautores foram outros pesquisadores norte-americanos, de Porto Rico e de instituições brasileiras, como a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade de Brasília (UnB), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a UFMG – no caso, o Centro de Sensoriamento Remoto, especializado em modelagem ambiental, do Instituto de Geociências.

F: O reconhecimento do seu trabalho lhe rendeu importantes prêmios. Fale sobre eles.

B: Temos muitos parceiros de trabalho na Alemanha e, em 2016, eu recebi o prêmio Georg Forster Research Award, como professor emérito, pela Fundação Alexander von Humboldt, uma das mais respeitadas instituições de apoio à pesquisa da Alemanha. Com o reconhecimento, fui convidado a participar de pesquisas conjuntas sobre impactos das mudanças climáticas e políticas públicas associadas. Fiquei seis meses na Universidade de Bonn, onde trabalhei com o pesquisador sênior Jan Börner.

Esse prêmio aumentou meu reconhecimento internacional e rendeu outros projetos em colaboração com a universidade. Participo de uma pesquisa para o governo alemão, ainda em análise, que vai focar em uma comparação do Cerrado com o Chaco paraguaio (região semiárida no Paraguai, com densidade populacional muito baixa. A área está sendo desmatada rapidamente). É um estudo de pesquisa com o Cirad, uma espécie de Embrapa da França.

> ***"Apesar de termos muitas pessoas fazendo cartografia, que é uma necessidade muito grande, e de a cartografia estar sempre atualizada e com qualidade, falta um serviço cartográfico oficial brasileiro"***

Além disso, eu integrei o grupo 3 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) das Organizações das Nações Unidas (ONU), que reúne cerca de dois mil cientistas de todo o mundo. Esse grupo, formado por cerca de 60 cientistas brasileiros, foi vencedor do prêmio Nobel da Paz 2007, concedido em Oslo, na Noruega, dividido com o ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore.

F: Com esses anos de experiência com georreferenciamento, como o senhor percebe a evolução dessa área?

B: Quando começamos, fomos precursores no geoprocessamento em Minas Gerais. Hoje, a maioria das grandes empresas tem uma área para tratar desse assunto. Um exemplo é a Cemig, onde todos os padrões elétricos são georreferenciados, formando um sistema. Então, quando você tem uma ocorrência, você liga e a empresa não tem dificuldades para achar o seu local.

Os mapas têm melhorado, de acordo com o sistema de navegação por GPS e graças à cartografia de bases, apesar disso ter sido feito por empresas privadas, ou seja, o governo, tanto o estadual como o federal, segregou o papel do Instituto de Gestão e Assessoria Pública (Igeap), que, antigamente, fazia cartografia de base. Nossos mapas oficiais eram da década de 1970 e muitas empresas privadas entraram para preencher essa lacuna.

Apesar de termos muitas pessoas fazendo cartografia, que é uma necessidade muito grande, e de a cartografia estar sempre atualizada e com qualidade, falta um ser-

viço cartográfico oficial brasileiro ou mineiro, que possa avaliar e validar, com selo de qualidade, esses mapeamentos. Temos muitos mapas gerados, mas todos com qualidade aquém do que eles propõem.

Essa é uma área em plena expansão, pois existem muitos cursos, inclusive que incorporam cartografia e geoprocessamento. Todos os estudos, hoje, das áreas de cartografia, epidemiologia, logística, ciência econômica, dentre outras, dependem de análises espaciais. Para fazer isso, é preciso mapas, que são coligações de informações georreferenciadas.

F: Então, a qualidade dos mapas é um grande desafio. Quais outros pontos o senhor considera de dificuldade no seu trabalho?

B: A formação de recursos humanos. Hoje não se acha modelador no mercado. É preciso formar a pessoa. Eu tenho formado vários alunos, mas, infelizmente, nem todos dão frutos. Então você tem que trabalhar sempre com a formação de recursos humanos, para a própria necessidade do laboratório. Se eu precisar contratar alguém, pronto, eu não acho. Outra questão muito importante: hoje, com o georreferenciamento de tudo, temos um oceano de dados georreferenciados sobre a Terra, sobre nossos recursos ambientais, o planeta, a dinâmica, enfim... pode baixar imagens de satélite, gratuitamente, da internet.

É possível baixar 500 mapas, mas apesar de se ter acesso a dados concisos, é preciso novas ferramentas para extrair conhecimento desses dados, como, por exemplo, nosso software. Mas estamos falando de modelos na ordem de gigabytes de dados. Então, por exemplo, é preciso softwares que utilizem recursos computacionais avançados, de processamento em paralelo, memória estendida. Apesar de termos um modelo de computação de alto desempenho, estamos trabalhando mapas na ordem de gigabytes e isso os softwares comerciais de mercado não atendem, pois eles não são voltados para as soluções de modelos complexos. Então, um grande desafio é a dificuldade tecnológica. Precisamos de novas ferramentas para trabalhar com big data, dados massivos.

Temos hoje que pensar em armazenamento na nuvem, porque o investimento em computadores de alto desempenho é muito caro. Há a questão da segurança da informação e a dificuldade da transferência. O Google disponibiliza uma máquina para processamento usando os computadores dele, mas o problema é a capacidade de armazenagem de dados, pois trabalhamos com modelos com 200 gigabytes. Fazer o upload desse dado para a nuvem já é complicado. Temos pesquisado sobre o uso de geoprocessamento em nuvem, com vários servidores, mas ainda temos uma rede limitada. O próximo passo é pesquisar computadores virtuais com grande capacidade de processamento.

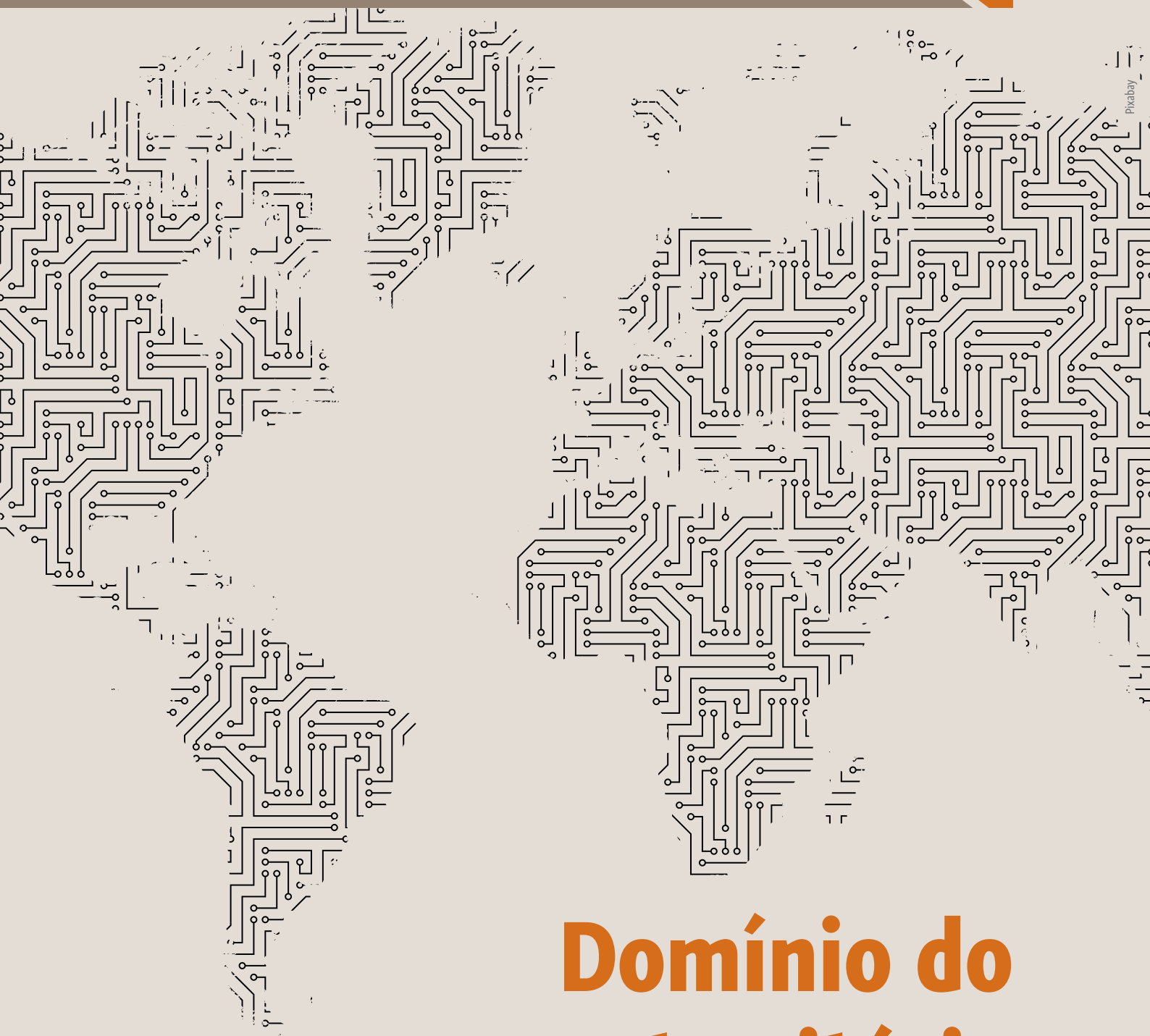
> ***"O geoprocessamento hoje evoluiu para a chamada modelagem de sistemas ambientais, que é replicar sistemas socioambientais ou ambientais, desde modelos de projeção de população a modelos ecológicos"***

F: Para concluir, quais são suas perspectivas para o futuro do georreferenciamento?

B: O georreferenciamento teve início com a cartografia digital, que nada mais era que fazer mapas com o uso do computador. Já o geoprocessamento vai além. O mapa vira um instrumento de análise matemática, utilizado para fazer análises espaciais complexas, dentro de um contexto: para planejamento, estudo, difusão de epidemia, dentre outros.

O geoprocessamento hoje evoluiu para a chamada modelagem de sistemas ambientais, que é replicar sistemas socioambientais ou ambientais, desde modelos de projeção de população a modelos ecológicos, ou seja, criar esses sistemas usando um ambiente computacional, com modelos de simulação. O geoprocessamento acabou sendo uma ferramenta para modelagem ambiental. Então, essa capacidade analítica e a de representar fenômenos complexos, inclusive dinâmicos, que inclui como uma variável o tempo, é um desdobramento do geoprocessamento.

Quando começamos a trabalhar na parte de modelagem e simulação do uso da terra, na época em que eu fiz meu doutorado, em 1998, havia pouquíssimos estudos fumegantes sobre o tema. Na minha tese, eu consegui usar uns cinco estudos de referência e hoje existe uma profusão. Há muita gente interessada em estudar as mudanças do uso da terra e que usa muito nosso software porque nele desenvolvemos várias metodologias para isso. Então, houve um crescimento exponencial, e isso só tende a aumentar.



Pixabay

Domínio do território

Acesso às informações sobre as coordenadas geográficas evoluiu com o tempo e, hoje, as tecnologias advindas do GPS revolucionaram a orientação espacial, possibilitando benefícios para o dia a dia em diferentes áreas

Desde os primórdios, a história das civilizações tem sido marcada por constantes lutas pela conquista dos territórios. Afinal, é por meio deles que as pessoas estabelecem suas próprias raízes, transmitindo, a cada geração, a cultura de um determinado povo. Ao longo dos séculos, a humanidade tem apostado em inúmeras técnicas que têm ajudado os indivíduos a se locomover. Pela terra, pelo mar ou pelo ar, o acesso às informações sobre a localização e, principalmente, sobre como chegar aos lugares, sempre foi muito valorizado.

Dada a importância desses conhecimentos, diversos instrumentos foram criados para torná-los mais assertivos. Na navegação, por exemplo, a análise das constelações, que por um tempo foi o único instrumento dos marinheiros, foi substituída pela bússola, instrumento de navegação e orientação baseado em propriedades magnéticas dos materiais ferromagnéticos e do campo magnético terrestre.

A origem dela não tem uma data precisa. Isso porque, há pelo menos dois mil anos, os chineses já sabiam que o atrito de um pedaço de metal com uma pedra magnetita era capaz de indicar as direções Norte e Sul. A primeira versão do instrumento data do século I e era composta por um prato quadrangular representando a Terra e uma colher com uma haste, feita de magneto, que indicava o Sul. Na época, o equipamento recebeu o nome de "Si Nan", expressão que, em português, significa "o governador do Sul". Ganhou esse nome porque o Norte tinha extrema importância na cultura chinesa e, por isso, o imperador sentava-se no trono a Norte do palácio.

Novecentos anos mais tarde, essa colher foi substituída por uma folha de ferro e foi chamada de peixe-que-aponta-o-sul, já que a folha tinha o formato de peixe. Os chineses magnetizavam a folha aquecendo-a até ficar incandescente e, depois, a mergulhavam na água. Em seguida, colocavam-na em um recipiente com água parada. Magnetizada, a forma de peixe apontava a cauda para o Norte.

Wikimedia Commons

Pixabay

Porém, a versão da bússola mais semelhante à atual surgiu na Itália, no século XIV. O marinheiro e inventor Flávio Gioia uniu uma agulha magnética a uma figura chamada Rosa dos Ventos, que é composta pelos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste) e colaterais (Nordeste, Noroeste, Sudeste e Sudoeste). Juntos, os dois elementos foram colocados dentro de uma pequena caixa de madeira. Esse recipiente recebeu o nome de "bussola", que significa, em italiano, pequena caixa. A partir do século XV, a bússola tornou-se um instrumento fundamental para viabilizar os grandes descobrimentos, sendo indispensável para a navegação em alto-mar.

Pixabay

Bússola digital

Nos tempos atuais, locomover-se é muito mais fácil. Basta ter um smartphone e baixar um aplicativo específico para saber qual o trajeto mais rápido para chegar a um determinado local e até mesmo ser alertado, antes de sair de casa, sobre a intensidade das intempéries. Toda essa facilidade é resultado da criação do Sistema de Posicionamento Global. O termo provém da expressão Global Positioning System, cuja sigla batizou o mais conhecido aparelho de localização da modernidade, o GPS.

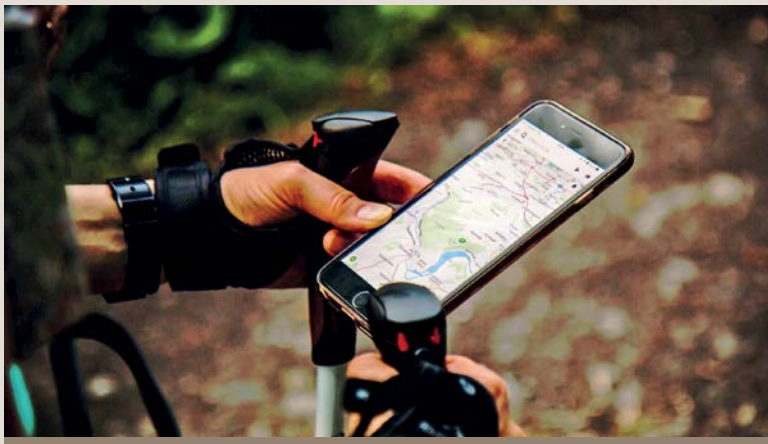
Considerado a bússola da era digital, o uso das tecnologias advindas do GPS não só revolucionou a forma de orientação das pessoas, mas também trouxe benefícios para diferentes áreas. Seja para medição de propriedades rurais, seja na fiscalização de áreas de proteção ambiental, a tecnologia é uma aliada de empresas públicas e privadas, governos e academia.

A partir de informações transmitidas por uma constelação de 24 satélites que rondam a Terra, o aparelho é capaz de determinar as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de qualquer lugar do mundo, permanentemente e sob quaisquer condições atmosféricas.

Historicamente, a tecnologia foi criada em 1973 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Na época, o órgão unificou dois projetos de sistemas de satélite: o Timation (Time Navigation), da Marinha, e o System 612B, da Força Aérea. O marco da aplicação do GPS foi a Guerra do Golfo (1990/1991), sendo declarado oficialmente operacional e disponível para o restante do mundo em 1995.

Como consequência da popularização do GPS, surgiu uma ampla área de conhecimento denominada geoprocessamento. Também chamada geomática, ela engloba um conjunto de técnicas ligadas à informação espacial. Todas demandam uma forma eficiente de processar os dados. E isso inclui coletar, tratar e analisar os dados gerados pelo GPS com o intuito de agrupá-los das mais diversas formas, como mapas, gráficos e tabelas.

Pixabay



Aplicativo baixado em smartphone permite optar por trajetos mais seguros e rápidos

Entre as técnicas mais conhecidas de geoprocessamento está o Sistema de Informação Geográfica (SIG). Além de armazenar, por meio de softwares/hardwares, os dados que serão tratados, o SIG necessita do apoio das pessoas, responsáveis pela operação dos programas, manipulação dos equipamentos e dados, e definição das metodologias. O primeiro software comercialmente disponível para o SIG ficou acessível aos usuários no final da década de 1970, potencializando várias utilizações práticas e experiências.

A seguir, veja como a geotecnologia está presente no nosso dia a dia e algumas das aplicações práticas em diversas áreas.

GALILEO, O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL EUROPEU

Além do GPS, o Galileo é outro sistema de navegação global por satélites que nasceu da iniciativa comum entre a União Europeia e a Agência Espacial Europeia (ESA). Foi concebido como projeto civil, em oposição ao GPS americano, ao Glonass russo e ao Compass chinês, que são de origem militar.

As vantagens do Galileo são maior precisão (ainda a ser confirmada em testes reais), maior segurança (possibilidade de transmitir e confirmar pedidos de ajuda em caso de emergência) e menos propensão a problemas (o sistema tem capacidade de testar a própria integridade automaticamente). Além disso, será interoperável com outros dois sistemas já existentes, permitindo maior cobertura de satélites.

A previsão é de que o programa Galileo venha a ampliar a geodecisão em milhares de organizações, que passarão a privilegiar o sistema de navegação e incluí-lo nos seus modelos de negócio. Quando estiver plenamente operacional, em 2020, contará com 30 satélites distribuídos em três planos orbitais a 23.222 quilômetros de altitude.

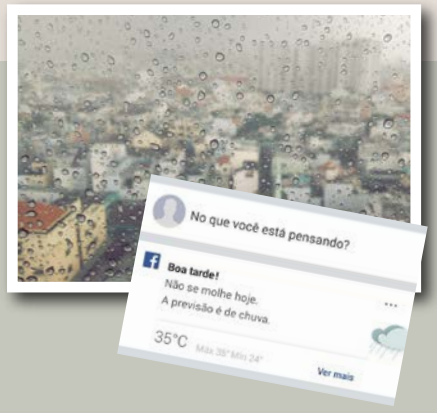
O cotidiano georreferenciado

As situações descritas se baseiam em experiências já praticadas em diversas partes do mundo, e não se limitam a retratar especificamente uma cidade.

Fotos e ilustrações: Pixabay e Freepik

06:00

O relógio do celular desperta João, que o desliga, mas antes aproveita para checar as mensagens em suas redes sociais. O Facebook o orienta a "não se molhar, pois a **PREVISÃO É DE CHUVA** forte à tarde e à noite".

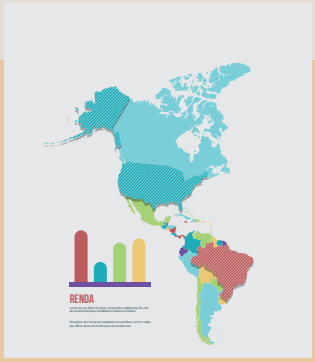


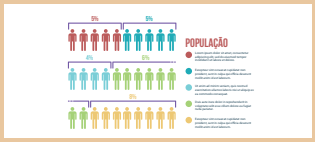
07:00

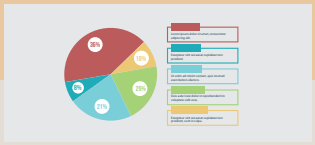
Enquanto toma café, se lembra do aniversário da mãe. Busca no celular um serviço de entrega de flores próximo à casa dela, para economizar no valor da entrega. Escolhe o arranjo, digita a mensagem do cartão e o **ENDEREÇO DA MÃE**. Em instantes, recebe a informação sobre o valor do serviço, o qual paga pelo smartphone.

07:30

João deixa os dois filhos na escola e se dirige para o trabalho. Para conseguir fugir do trânsito pesado, aciona o **APLICATIVO** pelo celular, que o direciona para o melhor caminho.







08:30

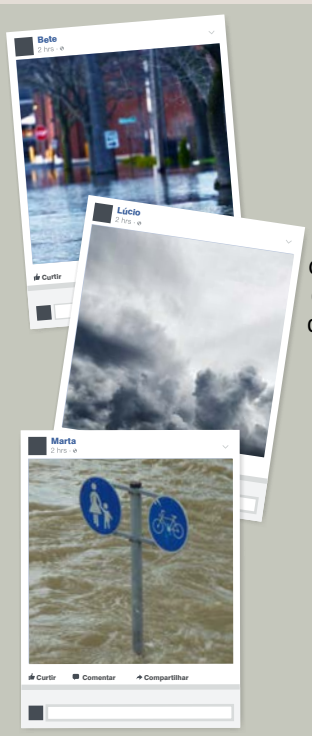
João, que é gerente de marketing, está trabalhando na divulgação de um novo produto. Ele avalia a pesquisa de **GEOMARKETING**, que vai auxiliar no entendimento do desempenho do próprio negócio e do mercado. Ele quer conhecer as oportunidades para crescimento de forma clara e embasado em boas informações.

12:30

Antes de sair para almoçar, busca opções de estabelecimentos existentes na redondeza no **APLICATIVO ESPECÍFICO DE RESTAURANTES**. Segundos depois, uma mensagem salta aos olhos dele. "Já gostei desse lugar. Eles utilizam o geomarketing para atrair clientes! Vou é nesse!", afirma João, que é usuário de novas tecnologias.

13:30

No intervalo do almoço, ele aproveita para passar na farmácia e comprar um soro fisiológico. "O clima está muito seco", pensa ele. O painel de led da praça por onde passa alerta sobre a **QUALIDADE DO AR**, que está inadequada. "Tomara que a chuva prevista melhore a qualidade do ar". Em seguida, ele recebe no celular um **ALERTA SOBRE A CHUVA** que já castiga a região Norte da cidade.

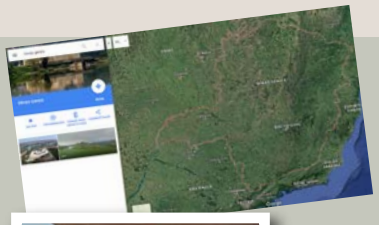


14:00

Ao chegar ao escritório, João conversa com os colegas sobre os estragos causados pela chuva na cidade. As informações via Facebook chegam por meio de fotos e vídeos. Ele comenta sobre a importância de as pessoas denunciarem os problemas. Por ter um colega que trabalha na prefeitura e lida com georreferenciamento, ele sabe que existe uma **PLATAFORMA DIGITAL** que conecta os pluviômetros (sensores que detectam os níveis de chuva) às postagens geolocalizadas de redes sociais. "Quando chove forte em uma determinada área, a plataforma começa a captar as postagens públicas relacionadas à chuva na região. Com isso, muitos problemas são localizados pela prefeitura, que encaminha a ocorrência para que o setor responsável possa solucioná-los", ressalta João.

16:30

Após uma longa reunião, na qual são apresentadas, por meio de **DADOS GEORREFERENCIADOS**, as justificativas para o lançamento do produto, a empresa decide o local e o horário para a ação de marketing.



17:00

Hora da pausa do café. Enquanto saboreia a bebida, João conversa com um colega, bastante comunicativo e curioso.
– Você sabia que as áreas de café de Minas Gerais estão sendo mapeadas com o auxílio de imagens do **GOOGLE EARTH**? A Emater também está fazendo um levantamento de onde estão os cafés de qualidade superior em Minas Gerais. Os dados serão divulgados ainda neste semestre.

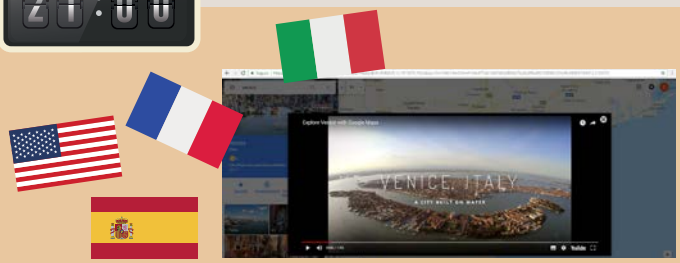
18:30

Depois de mais um dia de trabalho, João se prepara para enfrentar o trânsito tumultuado, numa combinação de chuva e estrutura precária da cidade. Pelo aplicativo do celular, ele tem acesso às informações fornecidas pelo **CENTRO DE OPERAÇÕES MUNICIPAL**, que funciona 24 horas por dia, monitorando a situação do município. Ele é alimentado por uma série de dados, com informações em tempo real de concessionárias e órgãos públicos (trânsito, obras, condições climáticas, etc.), além da captação de imagens de 560 câmeras instaladas por toda a cidade.

19:00

João chega em casa, depois de ter conseguido se desviar de alguns locais congestionados, graças ao **APLICATIVO** que o conduziu para caminhos que ele jamais pensou em acessar.

21:00



A três meses das férias, João e a esposa Lídia continuam pesquisando o roteiro da viagem na internet. Fazem buscas por hotéis, passeios, restaurantes e atrações, por meio do **GOOGLE EARTH**, e já se sentem familiarizados com os cenários que encontrarão. Isso tudo graças à tecnologia, que permite uma **EXPERIÊNCIA IMERSIVA** em qualquer lugar do mundo.

22:00

João e Lídia assistem ao jornal da noite antes de irem dormir. O casal revolta-se com mais uma notícia de violência contra a mulher. A matéria, no entanto, divulga o novo aplicativo Eva com serviços georreferenciados em defesa da **SEGURANÇA DO PÚBLICO FEMININO**.

Geotecnologias para reduzir riscos e desastres

O uso das geotecnologias é cada vez mais presente na área de prevenção de riscos e desastres. Hoje, elas são aplicadas no mapeamento, no planejamento urbano, na previsão de riscos, no monitoramento, na preparação e resposta a desastres, na logística humanitária, no planejamento participativo e no monitoramento das ações de reconstrução e recuperação.

Victor Marchezini, sociólogo e pesquisador associado ao Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden), do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), conta que, há 18 anos, as ocorrências registradas junto à Defesa Civil de São Carlos (SP) eram manualmente marcadas em um mapa, com o objetivo de identificar alguns padrões socioespaciais. Nessa época, ele fazia parte do Núcleo de Estudos e Pesquisas Sociais em Desastres (Neped) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). "Felizmente, hoje, trabalhamos com um sistema de inventário de desastres que, como proposta metodológica, permite a coleta, o registro sistemático e a análise espacial de dados sobre riscos e perdas em desastres", afirma.

Para ele, quando o assunto é geotecnologias aplicadas à prevenção de desastres, uma das questões fundamentais é a forma de promover o diálogo e a sinergia

Arquivo pessoal

Ascom/Cemaden-MCTIC

entre cidadãos, cientistas, gestores públicos, organizações não governamentais (ONGs) e empresas. "A meu ver, é aí que residem o potencial e o desafio dessas tecnologias", aponta.

Integração

Para promover esse diálogo entre os diferentes públicos, foi criado, em São Paulo, o Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (Ciaden). O objetivo é alertar a defesa civil sobre desastres naturais, monitorar, em tempo real, eventos meteorológicos extremos e comunicar a possibilidade desses fenômenos afetarem áreas com alguma vulnerabilidade ambiental, informar aos produtores rurais sobre chuvas de granizo e, ainda, realizar o monitoramento climático regional.

O Ciaden recebe dados ambientais, principalmente meteorológicos, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), que também desenvolve geotecnologias que tratam dados georreferenciados das mais diversas fontes e aplicações, como a plataforma TerraMA², sistema de monitoramento, análise e alerta.

Segundo o chefe da Divisão de Processamento de Imagens do Inpe, **Eymar Silva Sampaio Lopes**, os dados geográficos georreferenciados são essenciais para o

TerraMA². "Mapas em diferentes escalas, formatos e resoluções, como as imagens de satélite, são fundamentais para a melhor tomada de decisão", explica.

O primeiro Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais foi criado em 2009, na Escola Técnica Estadual (Etec) de Cabrália Paulista (SP), em parceria com o Inpe, instituições de ensino, prefeitura e empresas locais. Posteriormente, foram criados outros Ciadens também no interior de São Paulo, como nas cidades de Adamantina, Campinas e Araraquara. Eymar afirma que a meta apresentada, e apoiada pela Casa Militar do Estado de São Paulo, é levar o projeto para as quinze regionais do Estado. No entanto, ainda não há um cronograma definido para essa ação. "A criação do Ciaden depende da iniciativa dos municípios e parcerias locais em cada região para que o projeto seja concretizado", afirma.

Alertas e orientações para a população

Em Minas Gerais, a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (Cedec), em parceria com o Serviço Social Autônomo (Servas), lançou, em fevereiro de 2018, o Sistema Integrado de Proteção e Defesa Civil de Minas Gerais (Sipdec/MG), um aplicativo que envia alertas para a população sobre riscos de desastres, orientações de autoproteção e atua como facilitador na integração dos órgãos e parceiros que o compõem.

Idealizado em setembro de 2017 e em fase de teste, o sistema tem a proposta de criar uma comunicação segura entre cidadão, defesa civil e Servas, para evitar a disseminação de falsas notícias, as chamadas fake news.

De acordo com o tenente **Flávio Fagundes**, integrante do Cedec-MG, o aplicativo utiliza os novos recursos tecnológicos existentes para potencializar a atividade de proteção, defesa civil e assistência social à população. "A defesa civil utiliza as coordenadas de qualquer forma de informação geográfica, seja uma imagem, seja um mapa, por exemplo, para enviar os alertas por localidade. Assim, conseguimos enviar um alerta específico para determinada região onde há iminência de acontecer o desastre", explica.

O Sipdec/MG é um aplicativo gratuito e está disponível para download nas plataformas Android e iOS. Ele foi desenvolvido pela Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG), com apoio da Companhia de Tecnologia da Informação do Governo de Minas Gerais (Prodemge). Os órgãos parceiros são Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais (CBMMG) e Secretaria Municipal de Saúde.

Defesa Civil BH

YouTube

Com informações georreferenciadas sobre riscos de desastres, Defesa Civil envia alertas para a população, por meio de aplicativo

DESASTRES NÃO SÃO NATURAIS, MAS SOCIOAMBIENTAIS

Ao pensar em como as geotecnologias podem ser úteis tanto para a prevenção de riscos e desastres como também para a meteorologia, hidrologia e planejamento urbano, o pesquisador Victor Marchezini explica que é possível ocorrer eventos naturais, como terremotos, com a mesma intensidade, porém com prejuízos diferentes. Como exemplo, ele cita os tremores no Chile e no Haiti, em 2010. "O quantitativo de mortes em infraestruturas precárias, os danos e os prejuízos nos dois países foram completamente diferentes, embora a intensidade do terremoto tenha sido semelhante. As consequências da interação entre um fenômeno natural – o terremoto – e a vulnerabilidade e a fragilidade nos territórios desses dois países não foram as mesmas. Ou seja, os resultados – que podem se constituir em um desastre – não são naturais", afirma.

Outro exemplo é a chuva, fenômeno natural que pode ser visto como desastroso, quando precipita em locais com drenagem ineficiente, ou como bênção, permitindo o desenvolvimento das plantações e culturas. "Se as chuvas precipitam sobre a região Nordeste do país, que tem enfrentado um longo período seco, elas são representadas como benesse. Porém, se precipitam sobre áreas urbanas, altamente impermeabilizadas, é comum que a gente atribua às chuvas um 'poder sobrenatural' de causar alagamentos, mortes e destruição", compara.

Para Marchezini, a partir do momento em que se consegue monitorar os fenômenos naturais e as condições de vulnerabilidade, é possível conhecer melhor os diferentes cenários de risco de desastres e planejar estratégias participativas para reduzir o risco. "Precisamos das geotecnologias e do georreferenciamento para gerarmos conhecimento científico sobre esses cenários de risco, monitorá-los e comunicá-los em vias múltiplas, provendo e recebendo dados e informações de diferentes atores, incluindo os cidadãos, gestores públicos e cientistas. A partir desse conjunto de capacidades, poderemos prover informações antecipadas que permitirão reduzir os riscos e desastres em diferentes escalas espaço-temporais", pontua.

Freelmages

Aplicativos defendem a segurança da mulher

Ações que combatam a violência contra a mulher são sempre bem-vindas. Uma das mais recentes é o aplicativo gratuito Eva, desenvolvido pela organização não-governamental (ONG) mineira Defesa Social, há 15 anos em atividade. Criado para ajudar na segurança das mulheres de todo o Brasil, ele traz três funcionalidades específicas georreferenciadas: Botão de pânico, Sofri violência e Unidades de apoio, e está disponível para Android e iOS.

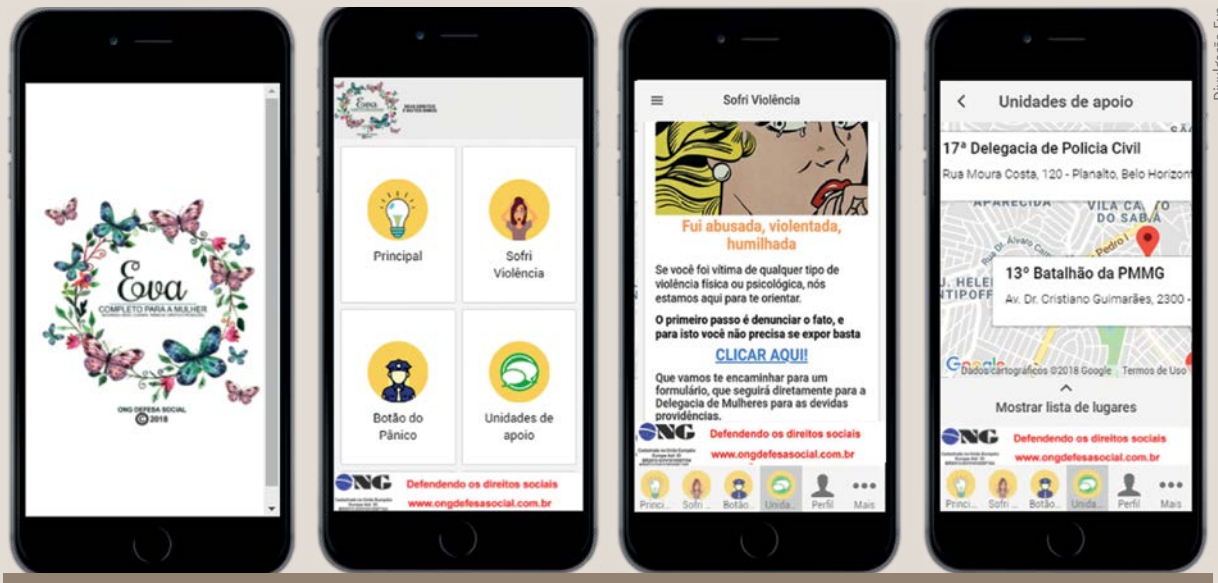
O Botão de pânico pode ser acionado em situações de perigo ou de ameaça. A mensagem será encaminhada para o 190 ou 911, números da Polícia Militar destinados ao atendimento da população nas situações de urgência. Por meio do georreferenciamento, uma viatura policial irá até o local para tomar as providências cabíveis. O aplicativo não exige acesso à internet (wi-fi, rede) para se comunicar com a PM.

Já o Sofri violência possibilita registrar uma ocorrência sem que o agressor perceba. Quando a mulher for ameaçada, agredida ou sofrer qualquer tipo de violência física ou psicológica, ela pode clicar nessa aba, preencher o formulário, informando dados pessoais, tipo de violência sofrida, se o agressor é conhecido, e relatando o ocorrido. O formulário é, então, encaminhado à Delegacia de Crimes contra as Mulheres, que conduzirá o caso.

Também, em tempo real, o aplicativo disponibiliza a aba Unidades de apoio, informando as unidades policiais civis, militares, da guarda municipal e demais órgãos ligados aos direitos das mulheres mais próximas da vítima.

O dirigente da ONG Defesa Social, Robert William de Carvalho, investigador de polícia aposentado, conta que o Eva teve como base uma plataforma gratuita de criação de aplicativos. "Adequamos o template à nossa realidade e às nossas necessidades. A ONG sempre teve uma grande atuação na prevenção e no combate ao uso de drogas e álcool, mas, desde janeiro de 2018, passamos também a combater a violência contra a mulher. Temos equipe multiprofissional para assistir às vítimas", revela.

A proposta dele é ampliar o atendimento a mulheres dos outros estados. Para ajudar a divulgar o Eva, ele quer contar com o apoio das autoridades das polícias Militar e Civil, já que o aplicativo é uma utilidade pública. Ele ainda traz outras funcionalidades de interesse do público feminino, como fitness, saúde, moda e culinária. O nome do aplicativo foi escolhido por causa da história bíblica de Eva, considerada a mãe de toda a humanidade, que, após ser seduzida pela serpente no Jardim do Éden, sofreu várias consequências.



Divulgação Eva

Telas do Eva, aplicativo considerado de utilidade pública

SÓ PARA MULHERES
CONHEÇA OUTROS APLICATIVOS

Clique 180
Para denunciar casos de agressão presenciados.

Minha Voz
Além de mapear os serviços públicos disponíveis para vítimas de violência, o aplicativo conta com espaços para depoimentos e incentivos a denúncias.

PLP 2.0
O objetivo é facilitar o socorro a mulheres de todo o Brasil. A ferramenta está conectada a uma rede de cinco contatos da usuária e a entidades públicas e privadas.

Agentto
Sistema de alarme conectado a uma rede de confiança formada por 12 pessoas selecionadas pela usuária. Permite informar quando algo de errado está acontecendo. Há espaço para a criação de comunidades reunindo grupos específicos.

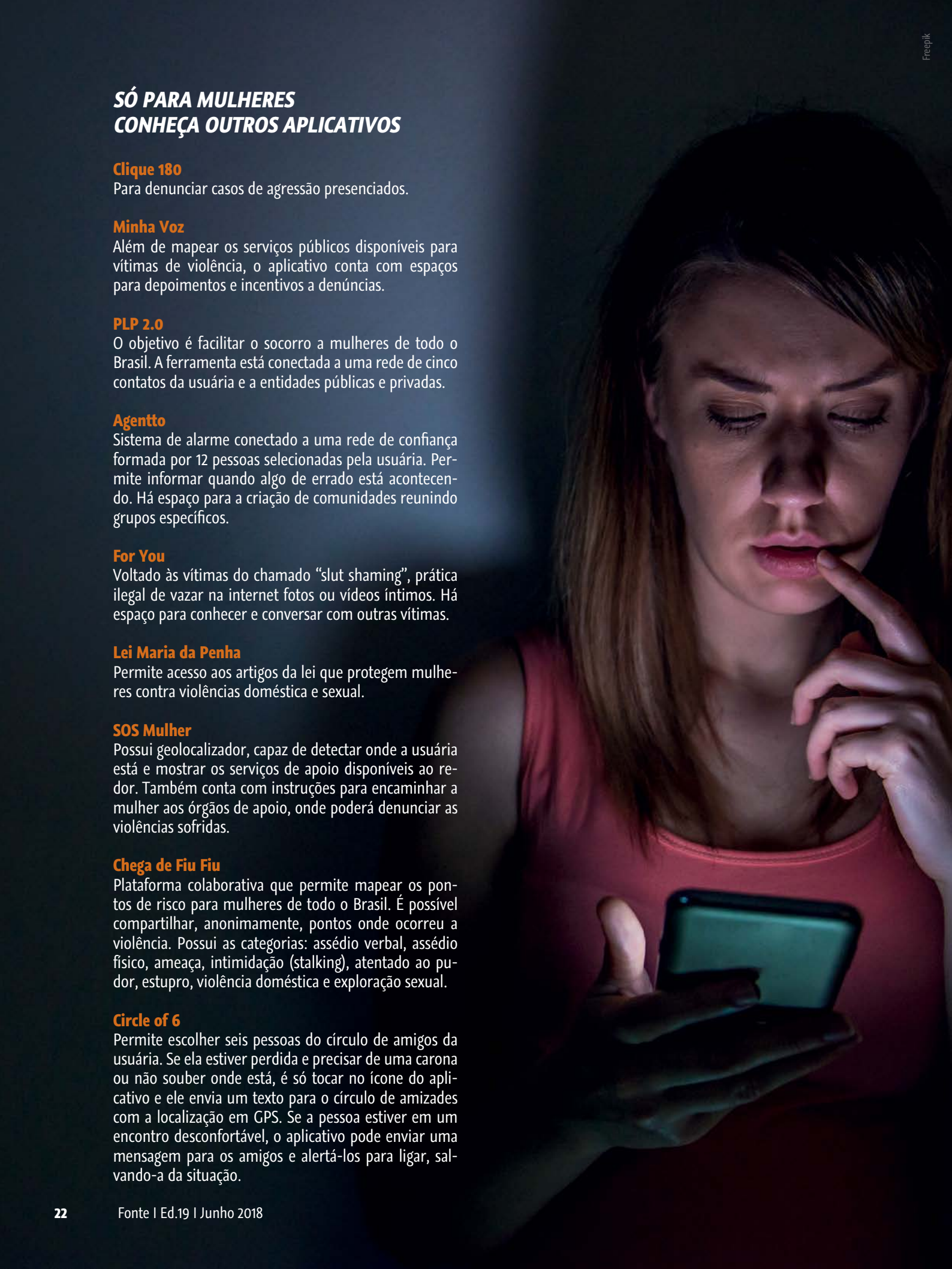
For You
Voltado às vítimas do chamado "slut shaming", prática ilegal de vazar na internet fotos ou vídeos íntimos. Há espaço para conhecer e conversar com outras vítimas.

Lei Maria da Penha
Permite acesso aos artigos da lei que protegem mulheres contra violências doméstica e sexual.

SOS Mulher
Possui geolocalizador, capaz de detectar onde a usuária está e mostrar os serviços de apoio disponíveis ao redor. Também conta com instruções para encaminhar a mulher aos órgãos de apoio, onde poderá denunciar as violências sofridas.

Chega de Fiu Fiu
Plataforma colaborativa que permite mapear os pontos de risco para mulheres de todo o Brasil. É possível compartilhar, anonimamente, pontos onde ocorreu a violência. Possui as categorias: assédio verbal, assédio físico, ameaça, intimidação (stalking), atentado ao pudor, estupro, violência doméstica e exploração sexual.

Circle of 6
Permite escolher seis pessoas do círculo de amigos da usuária. Se ela estiver perdida e precisar de uma carona ou não souber onde está, é só tocar no ícone do aplicativo e ele envia um texto para o círculo de amizades com a localização em GPS. Se a pessoa estiver em um encontro desconfortável, o aplicativo pode enviar uma mensagem para os amigos e alertá-los para ligar, salvando-a da situação.


Freepik

Aliado no controle de doenças transmissíveis

Saber onde ocorre a enfermidade é o primeiro passo para entender o motivo dela e, a partir daí, pensar em soluções para um problema de saúde pública e social. O professor doutor **Marcos Esdras Leite**, da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), ressalta que, por meio das geotecnologias, ou seja, de todos os instrumentos de processamento de dados espaciais, é possível visualizar, em forma de mapa, o espaço terrestre e todos os elementos que o compõem: paisagem natural, cidades, construções, lotes vagos, rios, dentre outros. Além disso, pode ser sobreposto a esses elementos o registro de casos de doenças.

Arquivo pessoal

Marcos Esdras reforça que a aplicação do georreferenciamento tem sido recorrente para criação de banco de dados geográficos, em que os casos de doenças e estruturas de apoio à saúde são localizados em mapas digitais com alta precisão. "O objetivo é dar suporte aos gestores, com informações assertivas para a tomada de decisão, permitindo que tenham acesso à localização dos casos, apontando áreas de concentração. Além disso, há dados oriundos das geotecnologias que podem ser relacionados à saúde humana", afirma Esdras, que também é membro da Câmara Ciências Aplicadas da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

Dessa forma, explica ele, é possível saber onde há mais casos de doenças e elementos naturais e relativos à ação humana (antrópicos) que contribuem para a proliferação. "Com esses dados, é possível planejar ações de prevenção em pontos específicos de maior risco. Isso permite economia de recursos financeiro e humano, além de resultados mais rápidos e eficazes. A ampliação da utilização dessa tecnologia em diversas áreas permite ainda maior e melhor acesso à informação – fundamentais para o planejamento e a gestão. Temos que nos empenhar para acelerar a adoção dessas tecnologias nos diversos setores da gestão pública", defende.

O pesquisador da Fiocruz, entidade que é referência nacional em georreferenciamento na área de saúde, Anselmo Rocha Romão, destaca que diversas instituições públicas e privadas produzem bases cartográficas com dados de natureza diversa, como socioeconômicos, ambientais, sanitários, dentre outros. "Existem as bases de dados dos sistemas de informação de saúde nas quais é possível realizar o georreferenciamento dos agravos à saúde e estabelecer relações que se expressam espacialmente, como os fluxos entre o local de residência e o local de atendimento, áreas com alta densidade de um determinado problema e sua provável evolução no espaço/tempo", observa Anselmo.

Pirapora

Em 2009, Marcos Esdras, então professor do Departamento de Geociências da Unimontes, juntamente com a geógrafa Kíria Karla Rezende Carneiro de Abreu, escreveu o artigo "Sistema de informação geográfica aplicado à distribuição do caso de dengue na microrregião de Pirapora" para a *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, baseado em uma pesquisa acadêmica. Os bons resultados do estudo possibilitaram gerar um banco de dados geográficos georreferenciados com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica (SIG). "As informações podem ser atualizadas sempre que possível, permitindo o acompanhamento da distribuição da dengue nessa área. Também permite fazer intersecção de indicadores sociais com outras doenças para ajudar o poder público na tomada de decisões quanto à implantação de políticas de saúde e de desenvolvimento social", comenta Esdras.

Os mapas gerados pela aplicação do SIG evidenciam a espacialização dos casos de dengue registrados, servindo de auxílio na designação de pessoal no combate à doença, permitindo controle maior sobre o número de agentes

no combate ao vetor e ajudando, também, na distribuição de remédios e de postos de saúde de cada região. "O uso do SIG possibilitou melhor compreensão entre os diferentes índices de ocorrência da doença na microrregião de Pirapora. Contudo, a utilização do SIG se tornará ineficaz, caso não haja a cooperação da comunidade e dos órgãos públicos, uma vez que a consciência é a melhor solução no combate ao *Aedes aegypti*", ressalta Esdras.

Vigilância

Por tudo disso, o georreferenciamento é considerado um parceiro da saúde pública, pois a ferramenta tem sido aplicada nas ações de vigilância epidemiológica. Em Minas Gerais, essa tecnologia tem sido usada, principalmente, no controle do mosquito *Aedes aegypti*, responsável pela transmissão da dengue, chikungunya e zika. Também vem sendo utilizada para mapear a morte de primatas não-humanos (epizootias) e casos humanos de febre amarela, definir os raios de ação para bloquear a transmissão do vetor e verificar a cobertura vacinal, coletar mosquitos transmissores para pesquisa da presença do vírus, dentre outras ações.

Em 2018, a Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES) está implantando, em todas as regionais de saúde, o monitoramento do *Aedes aegypti*. Para detecção precoce de infestação do mosquito, a secretaria está reforçando a utilização de armadilhas de oviposição georreferenciadas, denominadas ovitrampas, que revelam os índices de infestação do mosquito em raios de 300 metros, durante todo o ano.

As ovitrampas simulam o ambiente perfeito para a procriação do *Aedes aegypti*: um recipiente de plástico preto é preenchido com água e uma substância atrativa das fêmeas do mosquito. Nele, os pesquisadores inserem uma palheta de madeira, que facilita a oviposição pela fêmea do *Aedes aegypti*. Dessa forma, é possível observar, de maneira mais rápida e eficiente, a densidade de mosquitos em um determinado local e intensificar as ações de controle vetorial.

"Essa estratégia visa identificar áreas com a presença do vetor e priorizar ações oportunas de intensificação do combate a ele. Os pontos são detectados utilizando-se aparelhos de GPS, celulares ou mesmo digitando o endereço no Google para obter as coordenadas geográficas", afirma a coordenadora do Programa Estadual de Controle das Doenças Transmitidas pelo *Aedes aegypti* da SES, **Márcia Ooteman**.

A SES está em processo de implantação das armadilhas nos 134 municípios prioritários em Minas Gerais. "Nossos resultados são preliminares e, por isso, não temos como comprovar que os índices de infestação reduziram após a instalação das armadilhas. Mas os municípios que já contam com as ovitrampas conseguem direcionar o trabalho de intensificação dos agentes de controle de endemias nas localidades onde as armadilhas apontam a existência do vetor. Acreditamos que essa estratégia é

Marcus Ferreira SES-MG

Cooperação da sociedade e ações de órgãos públicos ajudam a combater doenças transmissíveis, como a dengue

Karen Moreira

fundamental para direcionar as áreas onde o trabalho precisa ser intensificado", afirma Márcia.

Nas regionais de saúde onde há incidência de febre amarela, o processo de organização e investigação epidemiológica dos casos começou em janeiro. As equipes receberam técnicos do Programa de Treinamento em Epidemiologia Aplicada aos Serviços do SUS (Episus) para auxiliar na investigação epidemiológica dos casos suspeitos. O georreferenciamento, executado pela equipe de vigilância em epizootias, consistiu na demarcação, com GPS, de pontos onde ocorreu o evento, o que permitiu realizar análises espaciais, observando-se informações como clima, cobertura vegetal, uso do solo, hidrografia, dentre outros aspectos.

Aprimoramento

Já em Belo Horizonte, o georreferenciamento vem sendo utilizado pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) há cerca de dez anos em doenças transmissíveis – dengue, zika, chikungunya e leishmaniose visceral – e nos casos de informações relacionadas a acidentes de trânsito.

O subsecretário de Promoção e Vigilância à Saúde, **Fabiano Pimenta**, afirma que, a partir do georreferenciamento dos casos suspeitos e confirmados das doenças transmissíveis, é possível identificar as áreas onde os casos estão mais concentrados (clusters). "Isso é fundamental para nos orientar na intensificação e no aprimoramento do controle do vetor, por exemplo, com direcionamento de ações do Mobiliza SUS-BH (grupo de mobilização social da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte), além de ações intersetoriais envolvendo escolas, com argumentos concretos que permitam despertar nas pessoas a necessidade de eliminar os criadouros e, consequentemente, os vetores", ressalta Pimenta.

A tecnologia também possibilita planejar atividades integradas com a Superintendência de Limpeza Urbana (SLU). A ideia é realizar mutirões específicos para a coleta de descartáveis, pneus e outros materiais, além de reforçar as ações educativas e de eliminação dos potenciais criadouros. Esses trabalhos são realizados pelos agentes de combate a endemias (ACE) e agentes comunitários de saúde (ACS), em locais com mais casos georreferenciados, o que é uma ferramenta importante que contribui para reduzir o número de casos das doenças.

Vida preservada

Preservar a vida das vítimas de acidentes de trânsito também é uma preocupação da Secretaria Municipal de Saúde. Na capital, o geoprocessamento dos locais onde há mais acidentes de trânsito com óbito e com vítimas

Marina Poblet

graves permite planejamentos e ações para reduzir ou mesmo eliminar os riscos. A partir da análise do tipo de ocorrência – atropelamento, acidentes com motocicletas, acidentes com veículos automotores – associada à análise de fatores de risco, como excesso de velocidade e direção após consumo de álcool, são promovidos trabalhos conjuntos com a BHTrans, as polícias Militar e Civil e outros órgãos do governo.

São realizadas alterações do fluxo do trânsito, verificados os locais mais adequados para instalações de redutores de velocidade, de semáforos, dentre outras possibilidades. As 27 ambulâncias do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (Samu), por exemplo, estão distribuídas em 22 pontos de apoio pela cidade, considerando as informações decorrentes do georreferenciamento dos acidentes, a fim de possibilitar a chegada mais rápida dessas ambulâncias às áreas onde os desastres são mais frequentes e há maior incidência de vítimas graves.

O subsecretário afirma que Belo Horizonte é uma das poucas capitais brasileiras que podem alcançar os objetivos propostos pelo projeto Vida no Trânsito – voltado à redução das mortes e lesões causadas no trânsito em dez países, para a Década de Ações pela Segurança no Trânsito 2011–2020. O foco das ações são os desastres em consequência da direção após o consumo de bebida alcoólica, de velocidade excessiva e/ou inadequada e aqueles envolvendo motociclistas.

Na capital mineira, em 2011, foram registrados 2.131 acidentes, sendo 338 fatais e, em 2015, 1.803, com 207 mortes. No Brasil, além de Belo Horizonte, o projeto é desenvolvido em Campo Grande (MS), Curitiba (PR), Palmas (TO) e Teresina (PI). Financiado pela Fundação Bloomberg, a coordenação global é da Organização Mundial da Saúde (OMS), com suporte da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/OMS no Brasil) e aportes técnico e financeiro do governo federal.

Divulgação PMMG

Posicionamento de base comunitária é definido a partir da identificação das Zonas Quentes de Criminalidade

Dinamismo na segurança pública

A utilização de tecnologias de georreferenciamento é fundamental para a atuação da Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG) na segurança pública. O chefe da Seção de Pesquisa e Projetos da Diretoria de Tecnologia e Sistemas (DTS) da PMMG, capitão Daniel Ladeira, afirma que todos os projetos da corporação, atualmente, precisam ser georreferenciados. "As geotecnologias nos possibilitam mais dinamismo e eficiência na execução de nossas tarefas diárias", ressalta.

Uma das ferramentas utilizadas pela polícia é o MapaCAD, que consiste em uma base cartográfica de todo o Estado de Minas Gerais. Com acesso pela internet e possibilidade de criação de diferentes usuários por perfil e cargo na PM, o sistema apresenta as informações em um mapa digital, em tempo real. Ele possibilita a rápida compreensão do cenário operacional de determinada área em análise, informando todas as ocorrências em andamento, além dos recursos disponíveis.

Outra facilidade do MapaCAD é a possibilidade de auxiliar no monitoramento e na coordenação das chamadas recebidas pelo Disque 190, número da PM destinado ao atendimento da população em situações de urgências policiais. "Pelo sistema, é possível visualizar, de forma clara no mapa, as chamadas em diversas situações. Por isso, é uma ferramenta eficiente no combate à criminalidade", explica o capitão Ladeira.

Ela disponibiliza, ainda, por meio de coordenadas geográficas, informações sobre a localização de viaturas que possuem equipamento com sistema de posicionamento global (GPS) e o posicionamento das câmeras de videomonitoramento, mais conhecidas como Olho Vivo, instaladas em pontos estratégicos da capital mineira. "O MapaCAD é um facilitador para a execução das atividades de coordenação e de controle dos diversos níveis da Polícia Militar, já que possibilita visualizar e acessar informações de cunho operacional que permitem a tomada de decisões, o direcionamento de esforços, o cumprimento de ações planejadas, dentre outras iniciativas", reconhece Daniel Ladeira.

Outra tecnologia utilizada pela PM é o Geosite Estatística, que permite a espacialização ou o geoprocessamento de ocorrências, operações policiais, chamadas de emergência e elaboração de mapas com a identificação das áreas de maior incidência de criminalidade, conhecidas como Zonas Quentes de Criminalidade (ZQC). A partir da identificação das ZQC, a polícia define estratégias de segurança como,

por exemplo, onde instalar uma câmera de videomonitoramento ou em quais pontos da cidade posicionar uma base comunitária, que é formada por um veículo policial devidamente equipado de tecnologia necessária para atender a população, além de duas motos para patrulhamento local. O policial que trabalha na base tem acesso a todas as tecnologias disponíveis em uma Sala de Operações da PM e ainda registra ocorrências, entre outros serviços. "Hoje, é possível registrar um boletim de ocorrência em poucos minutos na base comunitária, com mais agilidade, dinamismo e economia de tempo", afirma Ladeira.

Além das tecnologias citadas, a Polícia Militar utiliza georreferenciamento na ampliação das redes de rádio por meio da localização das torres disponíveis e estudo de cobertura das repetidoras.

De olho na segurança

Ruas e espaços públicos de Belo Horizonte são vigiados, desde 2003, pelo sistema de videomonitoramento, também conhecido como Olho Vivo BH, iniciativa da Polícia Militar em parceria com a prefeitura, a Câmara de Dirigentes Lojistas de Belo Horizonte (CDL/BH) e a Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel). A capital conta com 740 pontos de câmeras distribuídos pelas nove administrações regionais de Belo Horizonte: Barreiro, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova.

A escolha desses locais foi definida pela técnica de georreferenciamento, que apontou aqueles onde há maior necessidade de proteção. Por meio de um mapeamento, foram identificadas as Zonas Quentes de Criminalidade (ZQC). Outros critérios determinaram a implantação das câmeras, como viabilidade técnica, fluxo de pessoas, campo de abrangência visual, facilidade de manutenção e custo de implantação.

De acordo com dados do Olho Vivo BH, nos dois primeiros meses de 2003, quando o projeto era piloto na região da Savassi, houve redução de 41% das ocorrências nos locais próximos às cinco câmeras instaladas na época, em comparação ao mesmo período do ano anterior. Essa comparação foi determinante para que o sistema de videomonitoramento fosse estendido às demais regiões da capital.

Vários crimes foram solucionados com a identificação do autor por meio das imagens. Também houve situações em que, por orientação dos militares do Olho Vivo, as equipes das viaturas nas ruas abordaram indivíduos portando armas de fogo, armas brancas e drogas, com mandado de prisão em aberto ou cometendo algum ato ilícito. As câmeras permitem, ainda, pesquisar placas de veículos, cujo motorista está em atitude suspeita.

O Olho Vivo também contribui para a segurança pública durante eventos com aglomeração de pessoas, como Carnaval, manifestações e jogos de futebol. No Carnaval de 2018, por exemplo, houve reforço na sala de videomonitoramento do 16º Batalhão da PMMG, no bairro Santa Tereza, onde aconteceram concentrações de vários blocos carnavalescos. Os policiais trabalharam orientando os colegas a abordarem indivíduos suspeitos, informando sobre a movimentação dos blocos e possíveis tumultos.

As câmeras também estão instaladas ao redor do Estádio Raimundo Sampaio, mais conhecido como Estádio Independência, no bairro Horto. Por meio do monitoramento dirigido, que se inicia antes mesmo da abertura dos portões de acesso ao estádio, a PM consegue identificar cambistas e flanelinhas praticando extorsão, ambulantes sem a devida autorização para comercializar bebidas, movimentação das torcidas organizadas e potenciais infratores.

Geomarketing: o processo de consumo detalhado

Muitas pessoas já passaram pela experiência de estar próximo à loja preferida e receber uma mensagem no celular, avisando que há uma promoção especial para ela no estabelecimento. Também já devem ter flagrado um caminhão da empresa da bebida favorita abastecendo o bar que frequentam. E ainda receberam um convite pela rede social para participar da inauguração de uma butique da marca X no próprio bairro. Isso não é mera coincidência. Há inteligência geográfica por trás de tudo.

Ao abrir um negócio, decidir por uma estratégia de venda ou definir o portfólio da empresa, é preciso que sejam feitos estudos de mercado. É o chamado geomarketing, conceito que trata de uma visão geográfica, demonstrada por meio de mapas, de como os negócios, os consumidores e o processo de consumo acontecem em um determinado território.

A diretora de Inteligência de Mercado da Geofusion, empresa paulista de tecnologia e inteligência geográfica, **Susana Fogoli**, garante que negócios varejistas e industriais que utilizam esses métodos apresentam desempenho de vendas representativamente superior. Em alguns casos, segundo ela, o geomarketing aponta, até, falsas oportunidades. "O cliente decide-se com maior segurança sobre o que não vale a pena fazer. E isso, hoje em dia, com a avalanche de atividades que cada profissional precisa executar e com a busca incessante pela eficácia, é algo que não deve ser minimizado. Outra contribuição do geomarketing está ligada à necessidade das empresas de ser data driven, ou seja, de tomar decisões baseadas em dados. O geomarketing, no fundo, é exatamente isso. Uma metodologia data driven permite enxergar a realidade do próprio negócio e agir sobre ela, transformando-a para aproveitar ao máximo o que o mercado tem a oferecer", comenta.

Fabrízzio Nardi, especialista em marketing digital e professor de pós-graduação, afirma que, com o georreferenciamento, é possível direcionar, com exatidão e maior eficiência, os investimentos de marketing, uma vez que a tecnologia facilita a visualização de perfis e segmentações de público e da relevância de onde estão. "Um mesmo ponto de comunicação e impacto tem diferentes públicos. Um comércio, por exemplo, recebe desde donas de casa, durante o dia, a executivos, no final do dia. Dessa forma, é possível direcionar e segmentar campanhas e comunicação com estratégia assertiva para o target almejado e, mais que isso, abordá-lo no momento correto", explica.

Geofusion - Divulgação

Gustavo Espósito

Google Maps

Na década de 1980, a ferramenta de geomarketing, restrita a mapas em papel e canetas coloridas, era conhecida por poucas empresas multinacionais, que tinham como método de tomada de decisão estudos aprofundados de mercado, observando as diferenças entre regiões, cidades e bairros. Nos anos de 1990, no Brasil, a tecnologia começou a ser incorporada ao geomarketing por meio de softwares especializados e com a construção de bases de dados. "Mas a utilização da inteligência geográfica nas empresas era ainda bastante incipiente", observa Susana.

Com a chegada do Google Maps, nos anos 2000, o cenário mudou bastante. O mercado cada vez mais competitivo e o comportamento do consumidor mais complexo exigiram ferramentas à altura dos desafios de manter o crescimento dos negócios. Assim, o geomarketing passou a ser cada vez mais utilizado e inserido nas decisões do dia a dia de empresas de todos os portes.

A expansão dessa tecnologia se deve à popularização de ferramentas de localização e à facilidade de acesso a dados, como os do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e de plataformas do Google, como o Google Earth e o Google Maps. "No caso da Geofusion, a empresa firmou, recentemente, uma parceria com a Mastercard e incorporou dados das atividades econômicas da empresa às próprias ferramentas de inteligência geográfica", afirma Susana.

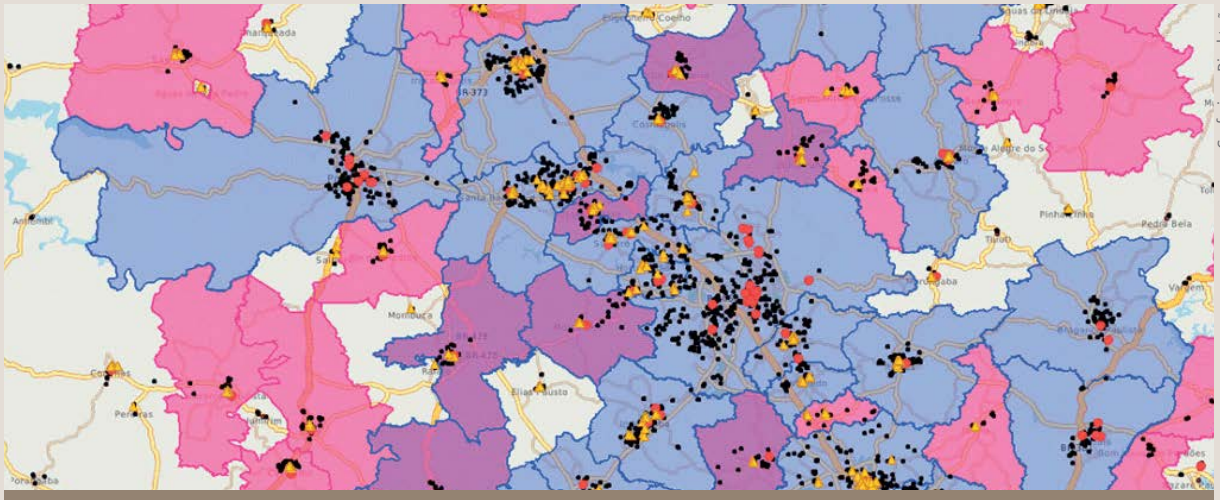
Fabrízzio Nardi conta que conheceu um projeto que cruzava o geomarketing com a base de cadastros da Centralização de Serviços dos Bancos (Serasa), acompanhando, individualmente, o comportamento de cada consumidor e a jornada de consumo dele. A proposta era mapear tipos de produtos comprados, locais frequentados, horários de pico de consumo e endereços subsequentes a uma compra. "Essas informações possibilitam criar um banco de dados com curadoria de alta qualidade, que passa a ficar disponível para ações pontuais e contínuas das marcas que o detém. É um ativo digital que será eternamente utilizado pelo setor de marketing", afirma o professor.

Para os profissionais de marketing, o geomarketing tem outra vantagem: os resultados mensuráveis. "Com as tecnologias e o avanço de ferramentas e monitoramento estratégico, é possível, hoje, tomar decisões rápidas e assertivas, gerando resultados 100% mensuráveis para as diretorias das empresas", destaca Fabrízzio.

Case Heineken

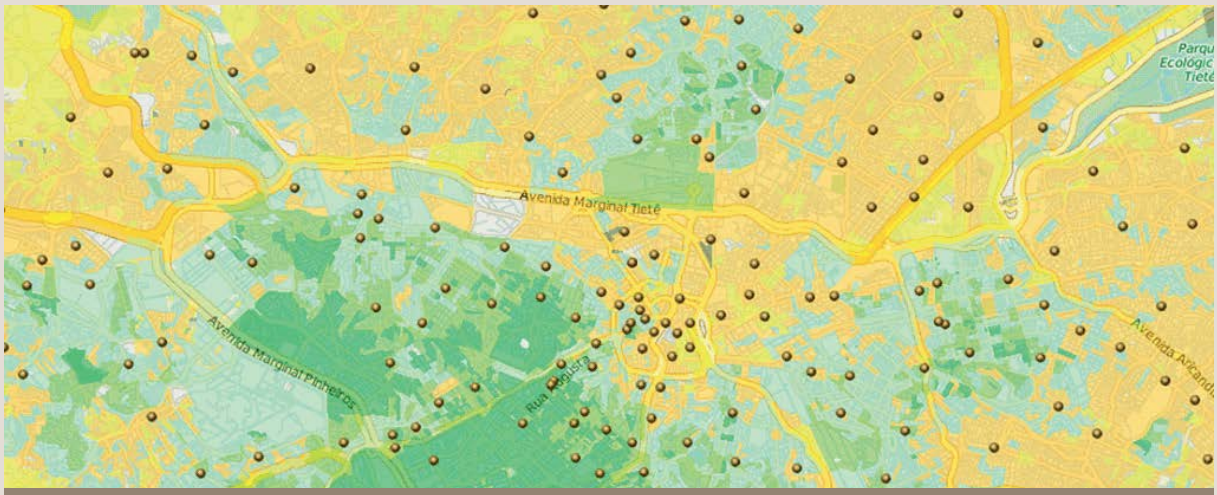
"Qualquer empresa que precisa se preocupar com o mercado consumidor, em fazer com que o público dela vá até o negócio ou que o produto chegue até o cliente não poderia abrir mão de entender as relações espaciais existentes para tomar melhores decisões", afirma Susana Fogoli. Duas empresas que sabem bem a importância disso e viram seus negócios alavancarem com o geomarketing foram a Heineken e a Yamaha, ambas clientes da Geofusion.

Um exemplo do uso do geomarketing para captação de clientes foi observado com a Heineken, em Porto Alegre (RS). A empresa, que é responsável pela produção de cervejas, refrigerantes, sucos, água e energéticos, percebeu que, embora a cidade gaúcha tenha taxa de crescimento de 5% ao ano no consumo de cerveja, seu market share (participação no mercado em vendas) estava diminuindo em função da concorrência, com perda de 42% em uma de suas marcas. Isso acontecia porque a embalagem retornável de 600 ml estava presente em 83% dos pontos de venda de Porto Alegre, mas apenas 25% desse número



Geofusion - Divulgação

Uso de software de geomarketing permitiu detectar oportunidades de vendas em estabelecimentos frequentados pelo público-alvo da cerveja



Geofusion - Divulgação

A montadora passou a estimular a abertura de concessionárias em locais aprovados na nova estratégia de expansão

eram da marca da Heineken. Já o formato latão (473 ml), estava presente em 29% das mais de 13 mil lojas que comercializavam esse tipo de embalagem.

Com a ferramenta de geomarketing da Geofusion, a empresa inseriu a própria base de clientes na plataforma e identificou quais eram atendidos com outros produtos do portfólio, mas ainda não eram atendidos com a embalagem de 600 ml. Em seguida, classificou os habitantes de uma região por estilo de vida e por hábitos de consumo. Depois de identificada a persona (público-alvo) ideal, foram cruzados os dados com os pontos de venda levantados anteriormente, e localizadas as regiões onde era predominante a presença dessas pessoas com o perfil almejado.

O resultado: foram identificados 425 novos pontos de venda com total aderência ao produto e foram redistribuídas as áreas de atuações dos vendedores e sinalizadas as áreas onde teriam melhores resultados. "No segmento de bares, identificamos mais de 10 mil pontos funcionando em Porto Alegre. Desses, a nossa cerveja estava presente em apenas 2%, enquanto o concorrente atuava em 34%", explica Maurício Callado, executivo da área de Inteligência de Mercado da companhia. Segundo ele, essa foi uma ótima oportunidade para ativar os produtos também nesses locais com presença de concorrentes, já que o público consumidor é similar. "No total, tivemos oportunidades em mais de três mil lojas, que correspondem a 49% do faturamento da categoria", completa.

Depois de um trimestre de testes e ações de marketing, os produtos que apresentavam baixo desempenho passaram a ser vendidos em mais de 80% das oportunidades mapeadas. A Heineken não abriu os números, mas garante que aumentou o volume de vendas, o market share, e elevou o faturamento dela na região de Porto Alegre. "Evoluímos com a base de clientes, mas não foi preciso aumentar a equipe de vendas. A ferramenta de geomarketing também nos ajudou a balancear a cobertura de territórios dos vendedores, pois conseguimos indicar as áreas onde cada um poderia ser mais produtivo no dia a dia", destaca Maurício.

Case Yamaha

A Yamaha adotou o geomarketing para fazer a gestão de rede da empresa, com o objetivo de cortar custos e aumentar a rentabilidade. Com 500 lojas distribuídas pelo Brasil, a montadora queria aumentar o market share e a performance comercial. "Precisávamos melhorar as vendas e, claro, fortalecer a marca", destaca Isac Lima, analista de Planejamento da Rede e Negócios da Yamaha. Para isso, decidiu reestruturar todas as unidades das concessionárias.

Anteriormente, a empresa usava mapas de papel e deslocava empregados para pesquisas de campo. Com o geomarketing, ela inseriu os endereços das unidades na plataforma e analisou o entorno de cada uma delas para estudar os dados sociodemográficos e mercadológicos, buscando os mais rentáveis.

As regiões foram divididas em dois grupos, os de alto e os de baixo potencial. As lojas das regiões de alto potencial obtinham resultados abaixo do esperado e, com a reestruturação, tiveram seu mix de produtos alterado. Já as unidades de baixo potencial foram fechadas e substituídas por novas lojas nas regiões de alto potencial.

O resultado: o market share cresceu 2,5% em menos de um ano. Apesar do número de estabelecimentos ter diminuído, as vendas aumentaram 10% em relação ao ano anterior. "Com a gestão mais eficiente da rede, as lojas foram reposicionadas, diminuindo a canibalização entre as concessionárias", afirma Isac.

Indra/Divulgação

Regras específicas para distribuidoras de energia

O georreferenciamento está muito presente no segmento energético. Nos últimos anos, por exemplo, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), autarquia ligada ao Ministério de Minas e Energia, responsável por regular a produção, a transmissão e a comercialização de energia elétrica para todo o país, tem investido na tecnologia. Desde janeiro de 2018, as distribuidoras de energia devem atender às novas regras de georreferenciamento estipuladas pela agência. As mudanças interferem diretamente na forma como as distribuidoras organizam as informações da rede, enviadas anualmente à Aneel.

Atualmente, elas são reunidas e disponibilizadas por meio do já conhecido Banco de Dados Geográficos da Distribuidora (BDGD). Essa plataforma, de autoria da Aneel, reúne hoje os dados de todas as concessionárias em operação no Brasil e, portanto, é considerada um importante instrumento para controlar a gestão energética do país. As novas regras de georreferenciamento são resultado da resolução normativa nº 730, de 2016, e estão detalhadas no módulo 10 dos procedimentos de distribuição (Prodist) da Aneel, em substituição aos antigos módulos 2 e 6.

O especialista de Regulação da Aneel Enio Ribeiro Salles afirma que a principal mudança foi a inclusão de novos tipos de informações. "Foram inseridos parâmetros de conectividade elétrica e outros dados, como informações patrimoniais, contábeis, de perdas e de recursos humanos. O acesso a esses dados, reunidos, contribui para uma simulação muito mais assertiva do fluxo de potência, pelo qual é informada a quantidade de energia disponível para o Sistema Interligado Nacional (SIN), definido pelo conjunto de instalações e de equipamentos que suprem a demanda de energia em todas as regiões do Brasil", afirma Enio.

Ele ainda considera que o emprego do georreferenciamento tem facilitado muito os trabalhos da Aneel. Desde 2011, as concessionárias são obrigadas a fornecer o cadastro georreferenciado das linhas e redes de distribuição, de acordo com os padrões exigidos pelo BDGD. "A possibilidade de cruzar os dados georreferenciados com outras informações geográficas disponibilizadas nos permite reproduzir mais fielmente a realidade do setor, o que contribui para uma análise mais assertiva e eficaz pela agência", defende Enio.

Para atender à resolução normativa da Aneel, muitas empresas desenvolveram tecnologias específicas direcionadas às distribuidoras. Uma delas foi a multinacional espanhola Indra. Há 22 anos no mercado brasileiro, ela elaborou o sistema InGRID BDGD. "A tecnologia, integralmente web, utiliza como base um sistema de informação geográfica próprio, no qual é possível automatizar o grande volume de informações demandado atualmente pela Aneel", afirma Rubens Del Monte, head de utilities da Indra no Brasil.

Além da possibilidade de extrair as diferentes informações, Rubens destaca que outra vantagem do sistema InGRID BDGD é a possibilidade de validar as informações previamente, diminuindo os riscos de falha e antecipando problemas. Isso acontece porque o sistema é capaz de certificar se os dados estão de acordo com a terminologia do Dicionário de Dados da Aneel (DDA). "A assertividade desses dados é crucial para as distribuidoras, já que impacta diretamente no reconhecimento de investimentos e na remuneração delas", afirma Rubens.

O sistema ainda conta com outras funcionalidades, como a visualização do histórico das informações, que armazena a extração mensal, possibilitando um levantamento para futuras auditorias e acompanhamento da evolução e crescimento dos ativos; e a "extração shape" no formato Aneel, que consiste em um arquivo gerado sem intervenções manuais para entrega à Aneel com confiabilidade e integridade em relação ao histórico armazenado.

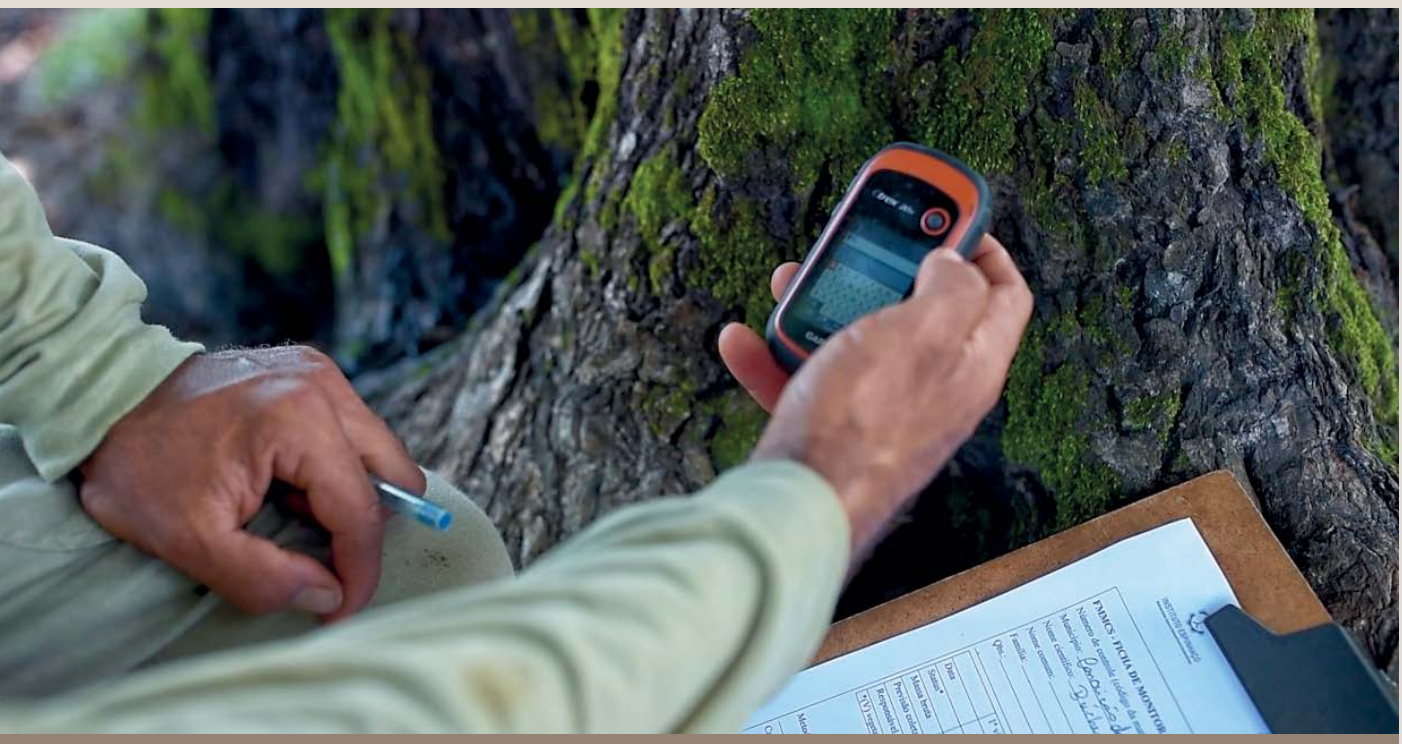
Recuperação ambiental para um futuro sustentável

Áreas degradadas, nascentes de rios e de seus afluentes, matas ciliares e espaços urbanos estão sendo recuperados em Minas Gerais. A ideia é assegurar um futuro mais verde, hídrico e sustentável para todos os cidadãos. Para isso, o projeto Plantando o Futuro, lançado pelo governo do Estado em março de 2016, pretende plantar, até dezembro de 2018, 30 milhões de árvores em todos os 17 territórios de desenvolvimento regional de Minas Gerais.

A escolha dos locais para receber as mudas baseou-se em dados georreferenciados do Sistema de Informação Geográfica (SIG), inserido no site do projeto www.plantandoofuturo.mg.gov.br/sig. O programa compreende a recuperação de 40 mil nascentes, seis mil hectares de mata ciliar e dois mil hectares de áreas degradadas. "O SIG tem o objetivo de marcar geograficamente as áreas de prioridade de atuação em consonância com as diretrizes do programa e dar transparência às atividades desenvolvidas pelos parceiros em função das prioridades definidas", explica o coordenador do projeto, Cleber Maia, da Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (Codemig), responsável também pelo apoio logístico e operacional da ação. Ele afirma que estão sendo implantados viveiros de mudas e realizados mapeamento e cercamento de nascentes, além de distribuídas e plantadas mudas de espécies florestais nativas dos principais biomas existentes no Estado: Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga.

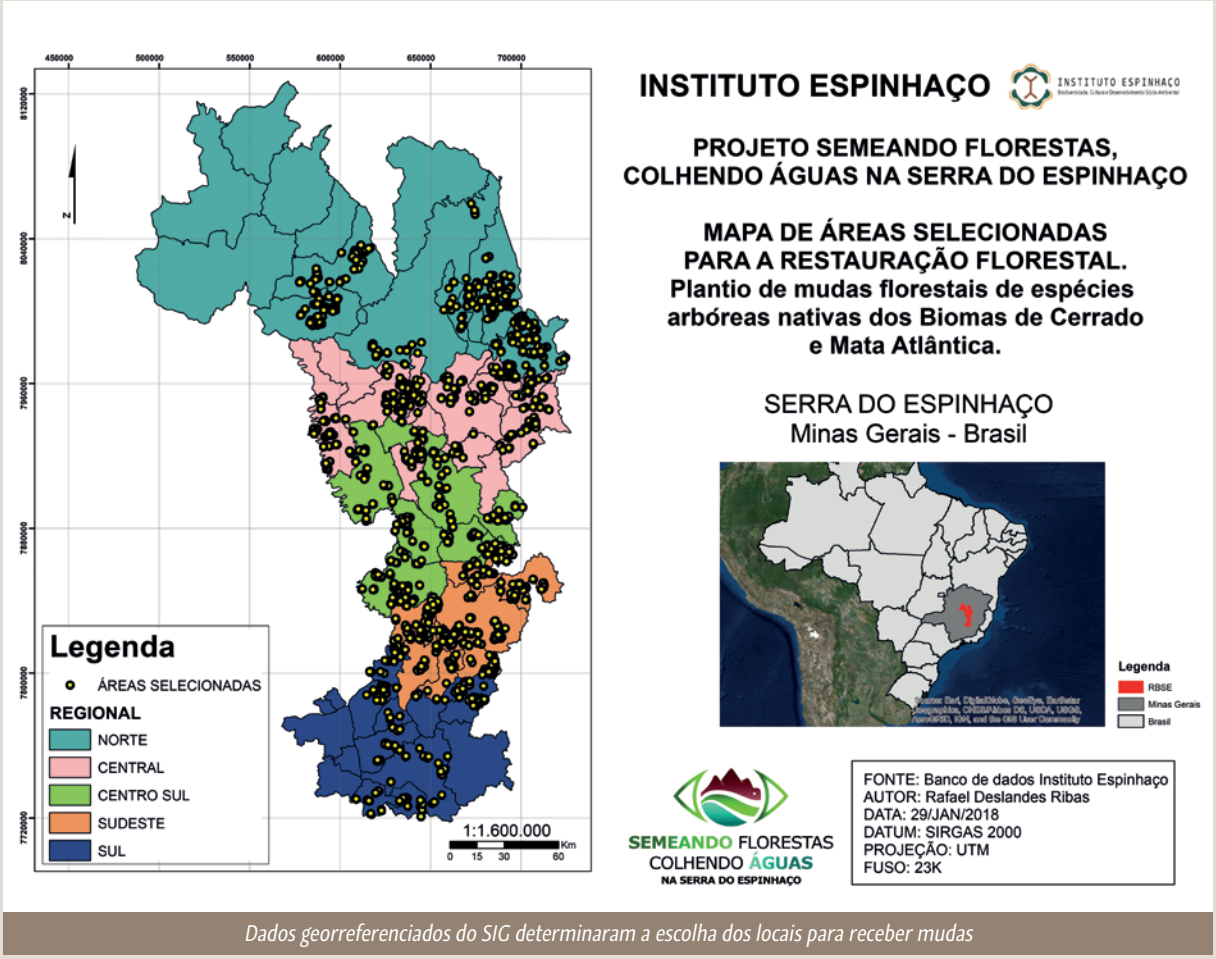
Parceria com a sociedade civil organizada

O Instituto Espinhaço – Biodiversidade, Cultura e Desenvolvimento Socioambiental, de Conceição do Mato Dentro, é o responsável pela implantação e pela coordenação do Plantando o Futuro na região da Serra do Espinhaço, com o projeto Semeando Florestas, Colhendo Águas. Por meio da produção e plantio de três milhões de mudas arbóreas de espécies florestais nativas, o objetivo do trabalho é recuperar áreas degradadas, contribuir com a conservação de matas nativas para reduzir a



Instituto Espinhaço

O georreferenciamento permite cadastrar as matrizes de árvores onde são coletadas as sementes



Dados georreferenciados do SIG determinaram a escolha dos locais para receber mudas

concentração de CO_2 na atmosfera, concorrendo para a minimização das mudanças climáticas e para a restauração florestal na região.

O diretor administrativo do Instituto Espinhaço, Felipe Xavier, considera o georreferenciamento uma ferramenta fundamental para o processo de rastreabilidade e organização dessas operações. "Com o georreferenciamento, é possível cadastrar as matrizes de árvores onde são coletadas as sementes, com o objetivo de encontrá-las, com mais facilidade, nos próximos períodos de coleta e, assim, desenvolver estudos de monitoramento do desenvolvimento dessas árvores", afirma Felipe. A ferramenta também permite cadastrar as áreas selecionadas para plantio com mais precisão; retornar às áreas selecionadas para plantio para validação e execução do plantio das árvores; e conferir e monitorar as áreas plantadas.

Outro parceiro do Plantando o Futuro é o Grupo Dispersores, de Brazópolis, com o projeto De Olho nos Olhos – Proteção e Recuperação de Nascentes, cujo objetivo é restaurar 157 hectares de Mata Atlântica em áreas de preservação de nascentes até o final de 2018. "Trabalhamos para proporcionar a conservação dos recursos hídricos quantitativa e qualitativamente, contribuindo para reversão do processo de degradação dos recursos hídricos e para equilíbrio do ecossistema", diz o coordenador do Grupo Dispersores, Evandro Mendonça Negrão.

Ele afirma que, em 2017, o projeto alcançou 50% da meta proposta e, até dezembro de 2018, a expectativa é que atinja o total. Atualmente, o trabalho está sendo desenvolvido em 13 municípios, localizados em unidades de conservação como a Área de Proteção Ambiental (APA) Fernão Dias e a APA Serra da Mantiqueira, e na região do Alto da Bacia do Rio Sapucaí.

O Grupo Dispersores utiliza o georreferenciamento para determinar a posição geográfica das nascentes a serem restauradas e delimitar as áreas que serão manejadas. Evandro Negrão explica que os dados de posição geográfica são coletados por meio de GPS (Global Positioning System, que, em português, significa Sistema de Posicionamento Global) e, depois, são exportados para o Google Earth, ambiente em que as informações coletadas em campo são cruzadas com informações geográficas em escala mais ampla, que consideram as

Grupo Dispersores

Grupo Dispersores utilizam georreferenciamento para delimitar áreas de manejo

microbacias onde as áreas a serem restauradas estão inseridas. "Com o auxílio de dados georreferenciados, fazemos a quantificação de insumos a serem utilizados em cada área. Esses dados também são importantes para o acompanhamento da evolução das áreas no tempo e para gerar informações utilizadas nos relatórios técnicos do projeto", esclarece.

Participação popular

O Plantando o Futuro quer estimular a população a ser protagonista do desenvolvimento sustentável. Cleber Maia observa que, em todo o processo, há intensa mobilização social, com reuniões e seminários de educação ambiental, parcerias junto a universidades, com destaque para o seminário de Gestão Integrada de Territórios (GIT). "O projeto Plantando o Futuro se consolida como política pública que projeta Minas Gerais na qualidade de modelo internacional de desenvolvimento e sustentabilidade, estabelecendo um diálogo fértil com a sociedade e parceiros do setor privado, meio acadêmico, municípios, produtores rurais, ONGs, associações e outras entidades do poder público", afirma Cleber.

Quem tiver interesse em participar pode enviar sugestões acessando o site www.plantandoofuturo.mg.gov.br e clicando na aba comopossoparticipar.

PLANTANDO O FUTURO

30 milhões de árvores
deverão ser plantadas até dezembro de 2018

Presente em
17 territórios de desenvolvimento regional de Minas Gerais

(Noroeste, Norte, Médio e Baixo Jequitinhonha, Mucuri, Alto Jequitinhonha, Central, Vale do Rio Doce, Vale do Aço, Metropolitano, Oeste, Caparaó, Mata, Vertentes, Sul, Sudoeste, Triângulo Norte e Triângulo Sul).

Os territórios foram criados pelo governo do Estado, com o objetivo de atrair a sociedade para a discussão e a elaboração de políticas públicas dentro do Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI) e do Plano Plurianual de Ação Governamental (PPAG).

Deverão ser recuperados:

40 mil nascentes
6 mil hectares de mata ciliar
2 mil hectares de áreas degradadas

Ampla difusão de informações ambientais

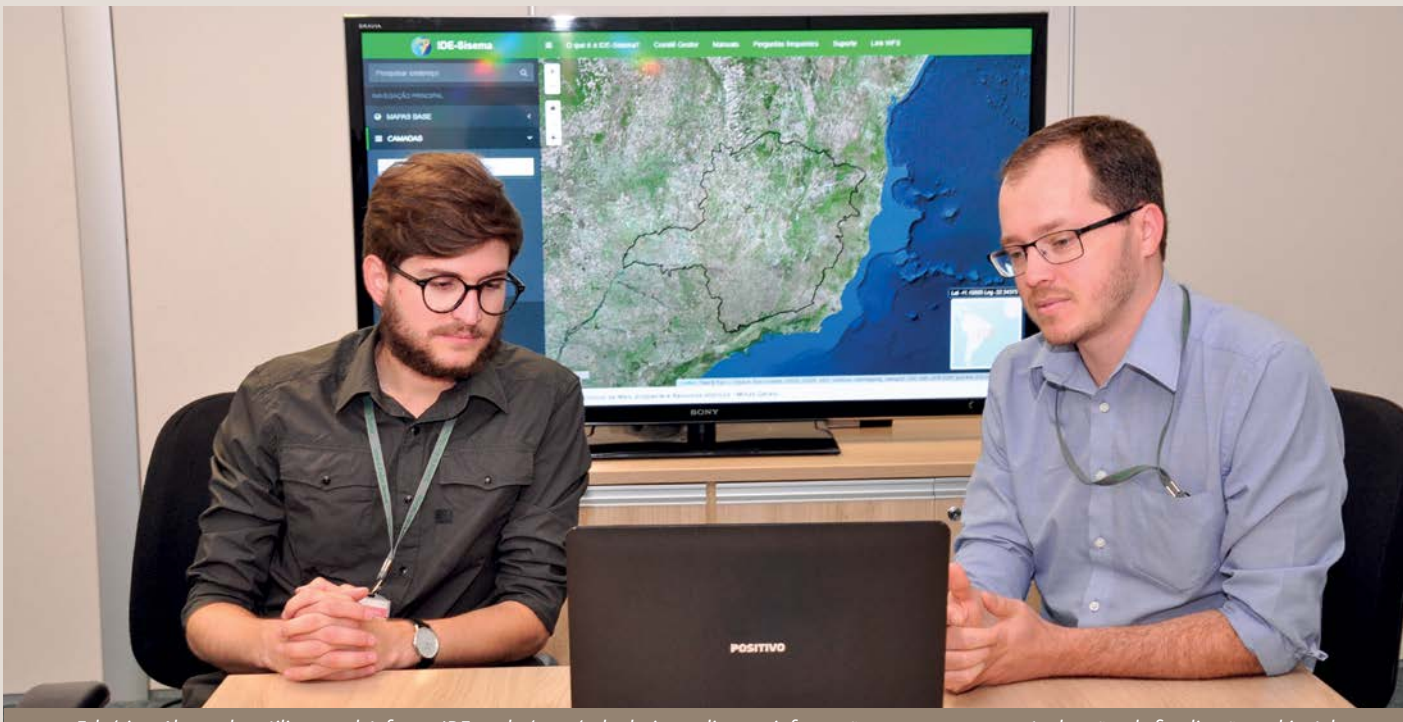
Acessar, em um único lugar, informações georreferenciadas e oficiais sobre a temática ambiental do Estado de Minas Gerais. Esse é o objetivo da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema). Lançada em fevereiro de 2018, a plataforma tecnológica é um dos resultados do modelo de governança implantado pela resolução conjunta nº 2.466/2017, que instituiu a IDE-Sisema e criou o Comitê Gestor. Ela está disponibilizada no site www.idesisema.meioambiente.mg.gov.br. O grupo é composto por representantes da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), do Instituto Estadual de Florestas (IEF), do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e da Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam), órgãos que fazem parte do Sisema.

"A plataforma não foca em um setor econômico específico e foi idealizada para atender à sociedade, o que inclui pesquisadores, estudantes, empreendedores e servidores públicos. Isso porque ela constitui um catálogo de dados georreferenciados dos instrumentos, programas, estudos e projetos de cunho ambiental desenvolvidos pelo Sisema", afirma o geógrafo e diretor de Gestão Territorial Ambiental da Semad, Fabrício Lisboa Vieira Machado.

Ao acessar a plataforma, os usuários podem selecionar uma ou mais camadas de informação geográfica, distribuídas em 20 categorias de informação (*veja no box*). Em cada uma das camadas, é possível selecionar outros tipos de informações relacionadas ao tema, como, por exemplo, os atributos de cada dado representado no mapa digital.

Considerando todos os temas disponíveis, a plataforma exibe aproximadamente 300 camadas de informação. "Esse é um número muito expressivo, já que a maioria dos Sistemas de Informação Geográfica disponibilizados na internet, geralmente, são de iniciativas municipais, cuja extensão territorial e a malha de dados disponível são restritas a uma pequena porção do espaço", pontua Fabrício.

Janice Drumond



Fabrício e Alessandro utilizam a plataforma IDE, onde é possível selecionar diversas informações, como mapeamento de ações de fiscalização ambiental

"As informações disponibilizadas pela IDE-Sisema são as mais diversas", destaca o analista ambiental Alessandro Ribeiro Campos, do Núcleo de Geotecnologias do Gabinete da Fundação Estadual do Meio Ambiente, um dos idealizadores do projeto. "É possível identificar a localização das barragens de contenção de rejeitos e resíduos, saber quais foram as licenças ambientais concedidas nos últimos anos, localizar as unidades de conservação municipais, estaduais e federais, mapear as ações de fiscalização ambiental e a rede hidrográfica oficial do Estado, dentre outras coisas".

Apoio à deliberação normativa

Além de permitir a difusão das informações georreferenciadas oficiais do Sisema, a plataforma contribui para o processo de licenciamento ambiental no Estado. Isso porque os dados disponibilizados por ela já atendem às mudanças determinadas pela deliberação normativa (DN) nº 217/2017 do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam), órgão responsável por formular e executar a política ambiental em Minas Gerais.

Em vigor desde maio, ela substituiu a DN nº 74/2004 e definiu critérios para classificar qualquer tipo de empreendimento ou atividade que cause impacto ao meio ambiente. Além do porte e do potencial poluidor, quesitos já definidos pela antiga DN, ela incluiu os critérios locacionais. "Em termos práticos, esse novo critério pode aplicar um peso distinto aos projetos próximos a uma área de elevada sensibilidade ambiental, como as unidades de conservação, locais protegidos por lei", explica Fabrício.

Assim, o uso da plataforma facilita tanto a análise prévia da viabilidade do projeto por parte dos empreendedores, quanto a proposição de condicionantes ambientais específicas pelos servidores do Sisema. "De antemão, a ferramenta permite conhecer as limitações legais e os mecanismos protetivos do território em análise, trazendo mais segurança e qualidade técnica aos trabalhos", complementa.

Desenvolvimento

Antes dessa iniciativa, já haviam sido realizadas ações pontuais do Sisema para unificar os dados gerados por cada um de seus órgãos componentes. Porém, em 2015, quando foi iniciada a remodelagem do Sisema, é que foram criados grupos de trabalho específicos para propor soluções que padronizassem e integrassem as informações geradas. "Daquela época para cá, esses grupos evoluíram e se transformaram no Comitê Gestor da IDE-Sisema", destaca Alessandro.

A plataforma foi elaborada em aproximadamente seis meses e, antes de ser oficialmente lançada, foi testada internamente por técnicos do Sisema, conselheiros do Copam e profissionais de outras secretarias de Estado, para ajustes e melhorias dos aspectos tecnológicos. O desenvolvimento da plataforma envolveu profissionais das áreas de Tecnologia de Informação e de Geoprocessamento do Sisema.

A arquitetura tecnológica da IDE-Sisema foi construída a partir de softwares livres e de código aberto, sem utilização de recursos da administração pública. "Investimos em ferramentas gratuitas já utilizadas pelas equipes da Semad, IEF, Feam e Igam, como o banco de dados geográficos PostGIS, servidores de mapas GeoServer e bibliotecas javascript opensource para mapas interativos na web, como o OpenLayers e o Leaflet", revela Fabrício.

IDE-SISEMA CATEGORIAS DE INFORMAÇÃO DISPONÍVEIS

- Hidrografia
- Relevo
- Vegetação
- Sistema de transporte
- Energia e comunicações
- Abastecimento e saneamento
- Localidades
- Pontos de referência
- Limites
- Uso e cobertura da terra
- Solos
- Clima e meteorologia
- Geologia e recursos minerais
- Biodiversidade
- Gestão de resíduos
- Restrição ambiental
- Regularização ambiental
- Monitoramento ambiental
- Fiscalização ambiental
- Planejamento e gestão ambiental

Divulgação GE21 Realidade Virtual

Geocientistas discutem geomorfologia com suporte da realidade virtual

Realidade virtual aplicada a empreendimentos

Reproduzir virtualmente os efeitos visuais, sonoros e táteis de uma situação real. Assim pode ser definido o termo realidade virtual (RV). A tecnologia permite uma experiência imersiva e interativa do usuário, uma vez que possibilita uma troca, em tempo real, entre a máquina e ele. Muitos dos ambientes simulados pelos softwares de RV são possíveis graças ao uso da geotecnologia. Ela permite integrar uma variedade de dados georreferenciados, representados principalmente por mapas, o que possibilita ao usuário uma análise minuciosa de determinado espaço em uma escala municipal, estadual, nacional e até mesmo continental.

Muito além das análises territoriais, as tecnologias de RV são aplicadas numa infinidade de áreas. Seja na medicina, para treinar profissionais e estudantes em procedimentos cirúrgicos, seja para alavancar vendas, a RV deixou de ser exclusividade do mercado de entretenimento para tornar-se uma aposta tecnológica.

Divulgação GE21 Realidade Virtual

Há 13 anos, o geógrafo mineiro **Pablo Reinhardt** estuda e trabalha com o tema. Com especialização e mestrado

na área e experiência em geoprocessamento e modelagem geográfica, o profissional integra os três assuntos para desenvolver soluções que facilitem o entendimento das pessoas sobre a dinâmica de grandes empreendimentos. "Sempre houve uma lacuna muito grande no que diz respeito à participação da sociedade nas decisões que impactam na paisagem e no espaço público. Assim, as soluções em RV tornam os processos mais participativos", defende.

Motivado por isso, ele fundou, no ano passado, a GE21 Realidade Virtual, onde é diretor técnico. Sediada em Belo Horizonte, a empresa desenvolve soluções para mineradoras, manufaturas, indústrias e instituições de ensino.

O geógrafo acredita que o entendimento das pessoas sobre RV aumentou muito nos últimos anos. "Antes, precisávamos explicar o beabá, pois era um tema muito distante, quase que de ficção científica. Porém, muita coisa mudou depois que as grandes empresas, como Facebook, Google, Samsung e Microsoft, começaram a investir nessa tecnologia", afirma.

Nesse contexto, Pablo cita que o principal marco foi a compra da empresa americana Oculus VR, renomada fabricante de óculos de realidade virtual para games, pelo Facebook, em 2014, numa transação avaliada em US$ 2 bilhões. "Essa aquisição foi muito relevante não só pelo valor, mas também por pontuar a chegada desses players de peso ao mercado", cita.

Ainda segundo ele, esses investimentos reduziram muito os preços dos equipamentos necessários para a experiência imersiva, como os óculos e os capacetes específicos, assim como das potentes placas de vídeo dos computadores. "Isso resultou na popularização e na difusão da tecnologia", considera. Como exemplo, ele compara o preço de um capacete. "Chegou a custar US$ 20 mil. Hoje, já pode ser encontrado por US$ 400".

Etapas de criação

O tempo necessário para desenvolver um software de RV depende da complexidade do empreendimento e das necessidades de cada cliente. No entanto, seja qual for o porte e o segmento, algumas etapas se repetem. Na primeira delas é gerado o mapa base, imagem onde são inseridas as características do projeto que serão monitoradas futuramente. O próximo passo é incluir dados complementares, ou seja, aqueles que não estão relacionados ao empreendimento, mas que revelam o contexto em que está inserido.

"Devido ao volume de informações necessárias, em sua maioria provenientes de diferentes áreas e fornecedores, por muitas vezes, fazemos um grande esforço para modificá-las para que possuam a mesma linguagem", explica Pablo. Além desse nivelamento, outra fase importante é a otimização. Na realidade virtual, a qualidade e o realismo da experiência são inversamente proporcionais à performance. "Isso significa dizer que, nessa fase, é preciso investir em tecnologias que tragam o máximo de conforto e de agilidade às respostas dadas pelo software aos inputs dos usuários", explica.

Na prática, o software de RV deve fornecer o número mínimo de quadros por segundo. "Em média, são 24, o que exige equipamentos de alta tecnologia para tornar a experiência integralmente imersiva e sem atrasos", complementa. "Quando esse estímulo não ocorre da maneira adequada, o usuário pode até sentir-se enjoado, pois o cérebro dele percebe que está sendo enganado".

Dinâmica organizacional

O jeito de trabalhar também tem sido modificado pela realidade virtual. Hoje, é possível reunir profissionais de forma remota, imergindo-os no ambiente virtual em que estão sendo analisados. Assim como acontece nos games de entretenimento, cada profissional é representado no software por um avatar, podendo interagir e discutir o projeto sem sair do próprio escritório, o que traz, consequentemente, mais economia de tempo e de dinheiro para as organizações.

Os processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos têm sido muito beneficiados pela RV. Isso porque, por meio dela, é possível comparar os impactos causados pelos projetos, a partir da observação das mudanças nas paisagens ao longo dos anos.

Outra vantagem é que, ao propiciar a experiência imersiva, a RV nivela as informações dos vários profissionais envolvidos. "Em qualquer licenciamento, são necessários estudos e análises de temas que são diversos, e que, portanto, envolvem profissionais com diferentes bagagens e formações. Dessa forma, ao recriar virtualmente um empreendimento, amplia-se o entendimento das características dele, propiciando que as tomadas de decisões sejam muito mais rápidas, assertivas e democráticas", diz.

A possibilidade de cruzar as informações contidas nos softwares de RV com tecnologias de sensoriamento para acesso a dados de rastreamento e monitoramento em tempo real também é positiva para as empresas, defende Pablo. "Traz ainda mais agilidade à tomada de decisões".

Limites de propriedade bem definidos e seguros

Todo proprietário rural que possui imóvel georreferenciado e certificado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) tem os limites de sua propriedade definidos de forma segura e precisa. A lei nº 10.267/2001 tornou obrigatório o georreferenciamento em casos de desmembramento, parcelamento, remembramento, transferências ou ações judiciais que versem sobre imóveis rurais. Recentemente, o decreto nº 9.311, de 15 de março de 2018, estabeleceu os novos prazos para exigência do georreferenciamento, de acordo com o tamanho das propriedades rurais (*veja tabela*).

Georreferenciar é situar o imóvel rural no globo terrestre, definindo a sua forma, dimensão e localização, por meio de métodos de levantamento topográfico, descrevendo os limites, características e confrontações do mesmo, através de memorial descritivo que deve conter as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (art. 176, § 4º da lei nº 6.015/75, com redação dada pela lei nº 10.267/01).

Além da planta e do memorial descritivo do imóvel, o georreferenciamento é composto por relatórios e por outras peças técnicas, elaboradas por profissionais habilitados pelo Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (Crea) e credenciados junto ao Incra, como engenheiros agrimensores, agrônomos, técnicos agrícolas e geomensores, os quais devem emitir Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) para cada serviço executado. O processo envolve análises da documentação e identificação dos limites e das confrontações do imóvel rural.

"Para o proprietário, o georreferenciamento se traduz em segurança jurídica, pois, além de evitar questões de litígios, grilagem de terras e superposição de limites, ele representa um documento que reflete a situação real do imóvel, que é medido com precisão, passando a ter os limites e confrontações conhecidos", afirma a analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário do Incra-MG **Marília Ferreira Gomes**. O governo também ganha, pois passa a ter conhecimento e gerenciamento da malha fundiária brasileira. "Isso é fundamental para o planejamento e o desenvolvimento de políticas públicas, como a regularização fundiária, por exemplo", comenta Marília.

A certificação emitida pelo instituto comprova que o imóvel não se sobrepõe a outro ou a áreas de conservação ambiental, reservas indígenas ou áreas quilombolas. Após a certificação, o oficial do Cartório de Registro de Imóveis analisa a documentação apresentada e decide se o título está ou não apto a constituir aquele direito nele declarado, reconhecendo o domínio da área.

IMÓVEIS RURAIS - NOVOS PRAZOS PARA GEORREFERENCIAMENTO

Vigente
para imóveis acima de 250 hectares

20/11/2018
para imóveis com área de 100 a menos de 250 hectares

20/11/2023
para imóveis com área de 25 a menos de 100 hectares

20/11/2025
para imóveis com área inferior a 25 hectares.

Arquivo pessoal

Pixabay

Para dono de imóvel, o georreferenciamento representa segurança jurídica

Em Minas Gerais, existem cerca de 900 mil imóveis rurais cadastrados no Sistema Nacional de Cadastro Rural, somando mais de 54 milhões de hectares. Georreferenciados e certificados na base do Incra-MG, são mais de 50 mil imóveis rurais, que somam mais de 15 milhões de hectares.

A analista afirma que, com a criação do Sistema de Gestão Fundiária (Sigef), a maior parte dos requerimentos é analisada automaticamente no próprio sistema. "Quando os trabalhos executados atendem aos normativos e não há sobreposição com outros imóveis, a certificação é emitida na hora, dentro do próprio Sigef. Somente no ano de 2017, foram certificados mais de 17 mil imóveis rurais em Minas Gerais", ressalta Marília.

Há uma tendência de aumento de cerca de 40% nos pedidos para certificação de imóveis todos os anos. Com a obrigatoriedade de realização do georreferenciamento para os imóveis entre 100 hectares e 250 hectares, o número de requerimentos tende a aumentar, já que, conforme a analista do Incra-MG, a maioria dos imóveis é composta por pequenas e médias propriedades.

Para agilizar esse trabalho nos projetos de assentamento e áreas de interesse do Incra, o instituto dispõe de veículos aéreos não tripulados, popularmente conhecidos como drones. A utilização desses equipamentos segue critérios estabelecidos pela norma de execução Incra/DF/02, de 19 de fevereiro de 2018.

TAMANHOS DAS PROPRIEDADES RURAIS

Minifúndios
imóveis menores que 1 MF

Pequenas propriedades
imóveis entre 1 e 4 MF

Médias propriedades
imóveis entre 4 e 15 MF

Grandes propriedades
imóveis maiores que 15 MF

MF (módulo fiscal): área mínima medida em hectares para que a propriedade rural seja economicamente viável. A dimensão de um módulo fiscal varia de acordo com o município onde está localizada a propriedade. O valor do módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares. Por exemplo, se um município tem o solo muito fértil e está próximo aos centros consumidores, uma área menor é requerida para que a propriedade seja economicamente viável. Por outro lado, se o solo em um município é extremamente arenoso e a área está distante dos grandes centros, uma área muito maior é requerida para que uma propriedade rural seja economicamente viável.

Propriedades cadastradas em Minas Gerais	Quantidade	Percentual
Até 1 MF	599.939	67,00
1 a 4 MF	215.983	24,12
4 a 15 MF	67.264	7,51
Acima de 15 MF	12.250	1,37
Total de imóveis particulares	895.436	100,00

** Dados de 31/12/2014 do Sistema Nacional de Cadastro Rural*

Assessoria de Comunicação Incra MG

Drone otimiza georreferenciamento

Possuir um documento que garanta a posse de uma propriedade rural é o sonho de toda família que mora em assentamento. A emissão de títulos definitivos para os assentados da reforma agrária é uma das principais metas do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), pois permitirá que o imóvel que está juridicamente em nome do órgão seja desmembrado e transferido para os assentados. Em Minas Gerais, no ano passado, foram certificados mais de mil lotes em projetos de assentamentos (PAs).

Para alcançar essa meta, o Incra utiliza o georreferenciamento e a certificação dos lotes inseridos nos PAs. Em 2017, o órgão passou a utilizar veículos aéreos não tripulados (Vants), mais conhecidos como drones, para agilizar e tornar mais eficientes os trabalhos de supervisão ocupacional, de vistoria de imóveis e para auxiliar

VANTS OU DRONES

Incra possui:

3 do modelo Echar 20C - Autonomia de duas horas e meia de voo e cobertura de 1,5 mil hectares (um deles está em Minas Gerais).

1 do modelo Nauru 500B - Autonomia de oito horas de voo e cobertura de uma área de 15 mil hectares.

A proposta do Incra é que os equipamentos sejam utilizados em todo o país, conforme as demandas das superintendências regionais.

Testes do Vant adquirido pelo Incra

na elaboração de peças técnicas de lotes inseridos nos projetos de assentamento.

No entanto, os equipamentos são empregados conforme as prioridades estabelecidas pela gestão do Incra. "A partir de imagens de sensoriamento remoto obtidas por Vants, é possível fiscalizar, fazer ações de planejamento, mapeamento, monitoramento e pesquisa em áreas rurais", exemplifica a analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário do Incra-MG Marília Ferreira Gomes.

Ela ressalta que uma das vantagens da utilização dos dados obtidos por drones é otimizar os serviços de georreferenciamento, como foi o caso do Projeto de Assentamento Jacaré Grande, em Janaúba, no Norte de Minas. "Esse trabalho também serviu para validar o uso da tecnologia para fins de georreferenciamento de imóveis rurais. As imagens obtidas por esses veículos contribuem para reduzir os custos e melhorar os trabalhos em campo, pois elas oferecem informações precisas e detalhadas sobre a superfície terrestre. Parte dos dados pode ser extraída diretamente das imagens ou dos produtos derivados delas, fornecendo informações de alto nível, como modelos digitais do terreno, informações sobre o uso e cobertura do solo, produção agrícola, construções rurais, cobertura vegetal, entre outras", comenta Marília.

A analista observa que a intenção do Incra não é recobrir todo o Estado de Minas Gerais, mas realizar voos em áreas/imóveis específicos considerados prioritários. Parte das informações será destinada ao Sistema de Gestão Fundiária (Sigef) para fins de certificação desses imóveis. O Sigef é o sistema responsável por gerir as informações fundiárias do meio rural no Brasil. Nele, as informações são recebidas, validadas, organizadas e disponibilizadas para acesso dos órgãos públicos, profissionais credenciados, cartórios de registro de imóveis e público em geral.

Topografia convencional

Usualmente, a realização dos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais é feita por meio de receptores GNSS (Global Navigation Satellite System) – utilizados na maioria dos levantamentos topográficos e/ou geodésicos para auxiliar no rastreio das informações –, além de técnicas de topografia convencional. Quando disponíveis, as imagens de alta resolução, especialmente de satélites, também são utilizadas para definição de limites inacessíveis. No futuro, afirma a analista, a tendência é que dados obtidos por drones ou Vants se popularizem, sempre aliados aos obtidos em campo. "Os levantamentos em campo são exaustivos, caros e recobrem pequenas áreas. Imagens de alta resolução oferecem informações detalhadas sobre toda a área pesquisada. Isso eleva o nível da informação obtida e traz maior qualidade, agilidade e precisão a qualquer análise que se deseje realizar", afirma Marília.

FERRAMENTA TRAZ GANHO TÉCNICO E TRANSPARÊNCIA

O processo de conversão dos dados georreferenciados para o Sistema de Gestão Fundiária (Sigef) passou a ser mais rápido após a criação da ferramenta Hermes pela analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário Marília Ferreira Gomes. Ela explica que o programa, disponibilizado em setembro de 2017, torna o processo de conversão de planilhas cerca de 40 mil vezes mais rápido que o realizado manualmente, o que resulta na conversão de 200 parcelas por minuto.

Com isso, a nova ferramenta pode assumir um papel importante, quer no trabalho da diminuição do volume de milhares de lotes georreferenciados, mas não certificados, quer na adequação das informações à Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais que, desde 2003, já passou por três edições, alterando a metodologia para certificação das parcelas georreferenciadas.

"Em média, um servidor é capaz de adequar cerca de três planilhas de lotes por dia ou 66 por mês, fazendo com que muitos anos sejam necessários para se certificar todo o passivo existente em projetos de assentamento. Ao converter 200 parcelas por minuto, o programa garante ganho técnico e social e aumenta a transparência do processo", ressalta a analista.

O Hermes foi desenvolvido em linguagem de programação Python e trata-se de um software livre. Não houve gasto com desenvolvimento de sistemas, manutenção do programa ou com instrutoria externa. O programa foi concebido a partir das necessidades do Incra-MG.

Geotecnologias revolucionam a mineração

A história de Minas Gerais se mescla tanto com a trajetória da mineração que até o nome do Estado homenageia essa importante atividade, considerada, até hoje, uma das mais importantes da economia mineira. Ela contribui com 8% do Produto Interno Bruto (PIB) e representa 24,41% do setor industrial do Estado, segundo estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV). Ainda de acordo com o instituto, o setor extrativo foi responsável por 16,7% de todo o PIB industrial do país em 2017.

O avanço das geotecnologias foi fundamental para o crescimento da mineração no Brasil. Com 30 anos de experiência como geólogo e engenheiro de minas, o coordenador de Geologia e Mineração do Ibram, **Edmilson Rodrigues da Costa**, foi testemunha dessa evolução e, na avaliação dele, "o georreferenciamento foi um divisor de águas para esse ramo".

Evandro Fiuza

Como marco, ele cita a difusão do Global Positioning System (GPS), em português, Sistema de Posicionamento Global. Desenvolvida pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, essa tecnologia foi inicialmente utilizada pelos americanos durante a Guerra do Golfo, nos anos de 1990 e 1991. Mais tarde, em 1995, o GPS foi declarado oficialmente operacional, tornando-se popular em todo o mundo. "Foi aí que as empresas, inclusive as mineradoras, tiveram a oportunidade de acessá-lo", constata Edmilson.

Na mineração, o GPS é útil em várias etapas. Uma delas é a fase de exploração mineral, quando se atesta a viabilidade do empreendimento por meio de pesquisas e de prospecções em campo, em visitas das equipes às áreas para identificar as características físicas e geológicas do local. "Hoje, para fazer esse trabalho, é necessário ter em mãos apenas um GPS, mas nem sempre foi assim", observa Edmilson.

Anteriormente, a única ferramenta disponível eram as cartas geográficas elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). "Essas cartas constituíam mapas das áreas a serem analisadas e eram caríssimas. Para não correr o risco de perdê-las ou de danificá-las durante os trabalhos em campo, levávamos suas cópias. Mas, a cada reprodução, perdia-se um pouco da nitidez", recorda.

A partir das observações em campo, as equipes comparavam as descrições das cartas geográficas com a realidade do local. Como não eram adequadamente georreferenciadas, era comum encontrar erros nesses documentos. "Isso impactava na etapa seguinte, que consistia em voltar para o escritório para redesenhar toda a área em plantas específicas", conta. Hoje, essas duas etapas acontecem simultaneamente. "Os pontos marcados pelo GPS em campo já ficam automaticamente armazenados e georreferenciados no software. Assim, facilmente, o mapa digital é gerado", compara Edmilson.

Os processos de extração dos minérios também foram revolucionados pelas técnicas de geotecnologia. Por meio delas, é possível zonear, de forma milimétrica, os pits de lavras, conhecidos popularmente como bancadas. "Antes, as empresas utilizavam explosivos mais de uma vez até alcançarem o nível desejado do minério alvo. Hoje, as explosões são feitas de forma muito mais assertiva e pontual, diminuindo os impactos ambientais e os gastos", explica.

O monitoramento dos transportes é outra vantagem das geotecnologias, trazendo mais segurança para as empresas e para os colaboradores. "Ao controlar a frota, a mineradora acompanha detalhadamente as condições

dos veículos e dos motoristas. O mesmo acontece com os minerodutos. Qualquer situação anormal, mesmo que a centenas de quilômetros, pode ser identificada e solucionada com agilidade".

Mineração do futuro

O georreferenciamento também é um importante aliado para a gestão da água. O recurso é utilizado em duas etapas do processo: na extração e, principalmente, no beneficiamento, fase que separa o que é valioso dos rejeitos do minério. Nessa fase, além do expressivo consumo de água, são geradas toneladas de rejeitos, depositadas em barragens específicas para acumular o material descartado. "Por isso, para minimizar os impactos que essas construções causam ao meio ambiente, muitas mineradoras têm investido em tecnologias que não necessitam da água para o beneficiamento", conta Edmilson.

No segmento de metais metálicos, por exemplo, a utilização da técnica do beneficiamento a umidade natural ou a seco tem ganhado força. Por meio dela, é possível extrair a água contida no próprio minério, de acordo com as características físico-químicas do mesmo. "Novamente, o georreferenciamento ajuda nesse processo, pois permite que as mineradoras identifiquem os locais exatos onde estão os minérios com as condições mais adequadas de umidade e granulação", explica.

Ainda segundo Edmilson, os benefícios de uma mineração de alta tecnologia ainda são exclusivos das mineradoras de grande porte, capazes de gerar mais de um milhão de toneladas de minério por ano. "Hoje, no país, são 9.415 minas em regime de concessão de lavra. Desse total, 154 possuem esse perfil, o que representa apenas 2%", diz. Do restante, 87% e 11% são, respectivamente, micro/pequenas e médias minas. "Para que essa revolução tecnológica atinja todos os níveis empresariais, é preciso que as empresas mineradoras e de consultoria, o governo e a academia apoiem iniciativas que corroborem para a difusão de conhecimentos mais atualizados sobre os dados georreferenciados", defende.

Pixabay

Benefícios de uma mineração de alta tecnologia ainda são exclusivos das mineradoras de grande porte

Cursos d'água georreferenciados

Uma das aplicações do georreferenciamento na mineração se dá nos processos de extração nos cursos d'água realizados no Rio Grande do Sul. Há 11 anos, o uso do GPS é obrigatório em todas as embarcações-draga que transitam pela rede hidrográfica navegável daquele estado. A determinação é da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (Fepam), instituição vinculada à Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul e responsável pelo licenciamento ambiental local.

Por meio do GPS, a Fepam conta com mais uma ferramenta para monitorar e rastrear se as atividades estão de acordo com a legislação ambiental do Estado. Quando as embarcações-draga ultrapassam os limites das áreas previamente autorizadas pelo órgão ambiental, a extração é automaticamente paralisada, estando a embarcação parada ou em movimento. Isso é possível porque a tecnologia acoplada às estruturas também está conectada às bombas de sucção. Assim, de forma remota, o processo pode ser interrompido tanto pelas empresas rastreadoras, previamente autorizadas e cadastradas pelo órgão ambiental, quanto pela própria Fepam.

Todas as informações coletadas pelo GPS são disponibilizadas no site da Fepam, em tempo real, permitindo o controle das mineradoras e do órgão ambiental. Além de monitorar o local da exploração, a tecnologia informa a regularidade das licenças – documentos que autorizam legalmente as atividades, a velocidade da extração, dentre outros dados.

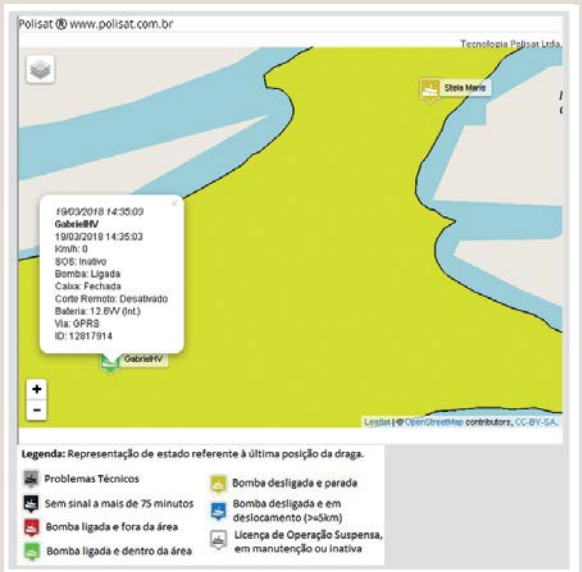
Há mais de 30 anos no mercado, a Somar Mineradora foi uma das primeiras empresas que implantaram o GPS em todas as dragas em operação. Com uma jazida de 22 quilômetros contínuos no Baixo Rio Jacuí, entre os municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Triunfo, a mineradora produziu, no ano passado, uma média de 1,2 milhão de m³ de areia para abastecer o setor da construção civil de Porto Alegre e da Região Metropolitana. "Em 2018, completamos dez anos de uso dessa tecnologia", conta a diretora-executiva da empresa, **Veronica Della Mea**.

Ela revela que, nesse período, a empresa nunca foi autuada por ultrapassar os limites impostos pelo órgão ambiental. "Isso é fruto de um trabalho constante, que inclui treinamentos com os colaboradores e acompanhamento para certificar o pleno funcionamento da tecnologia e do cumprimento das leis ambientais", destaca Veronica.

A precisão e a disponibilidade da tecnologia também têm sido fundamentais para a atuação da Somar, aponta Veronica. "A margem de erro do GPS é de apenas dez metros, que é uma distância muito pequena, considerada a amplitude de uma jazida. O GPS nunca perde a comunicação, pois conta com um sistema híbrido, por via telefônica ou por satélite estacionário", complementa.

Ainda segundo ela, a utilização do georreferenciamento nas atividades minerárias é positiva para todo o segmento. "Considerando que as informações estão disponibilizadas para qualquer pessoa, pelo site, pode-se dizer que essa iniciativa é mais um instrumento que as mineradoras têm para dar transparência aos processos", afirma a diretora-executiva.

Neiva Mello



Informações das dragas coletadas por GPS ficam disponibilizadas em site de órgão ambiental

Riscos mapeados

A exploração mineral demanda estudos detalhados e visitas de profissionais especializados em áreas longínquas e remotas, onde comumente as mineradoras estão. Para garantir a segurança dos colaboradores nesses trabalhos, a Vale desenvolveu uma ferramenta baseada no georreferenciamento para apoiá-los em emergências médicas como acidentes, males súbitos ou ataques de animais. Isso porque, diariamente, a empresa sabe, de forma precisa, quantas são as equipes em campo, onde estão, o que estão fazendo e o horário da ida e do retorno.

Batizada de Plano de Saída a Campo (PSC), a ferramenta está sendo utilizada desde dezembro de 2014. "Reconhecemos que havia fragilidades nos procedimentos de resposta a emergências e no controle das equipes que saíam a campo. Esse foi o cenário que nos motivou a desenvolver o PSC", recorda o gerente de Gestão de Saúde, Segurança, Meio Ambiente e Gestão Integrada da Vale, Marco Antonio Silva. Da implantação até dezembro de 2017, 83 funcionários foram assistidos por ela nos estados de Minas Gerais, Pará e Mato Grosso do Sul.

Além de trazer mais agilidade aos atendimentos, o PSC também gera informações que, em longo prazo, podem ajudar a desenvolver iniciativas focadas na segurança dos colaboradores. "Muito mais que conhecer e quantificar, com antecedência, as equipes em campo, a ferramenta possibilita que a empresa visualize os cenários de riscos envolvidos em cada atividade. Todos esses dados são fundamentais para produzir novos conhecimentos e para criar iniciativas", diz Marco Antonio.

Sob a responsabilidade da Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento de Ferrosos e Carvão, o monitoramento dos profissionais é feito no Centro de Controle de Emergências (CCE), criado especialmente para essa finalidade. Operando 24 horas por dia, o CCE conta com dois profissionais – um atendente e um despachante. Até dezembro de 2017, foram monitoradas 41.817 frentes de trabalho.

Funcionamento

Antes de saírem para as atividades externas, os empregados preenchem um formulário virtual com as seguintes informações: tipo de atividade, coordenadas geográficas do local, riscos envolvidos, data e hora do início e do encerramento, nomes dos integrantes da equipe, do gestor da área e dos responsáveis que devem ser acionados em caso de incidente. Além desses dados, o empregado também informa quais são os treinamentos de saúde e de segurança que os membros de equipe já fizeram, possibilitando que a Vale saiba os tipos de ocorrência que eles são capazes de solucionar.

Vale - Divulgação

Plano de Saída a Campo (PSC) gera informações sobre equipes em campo

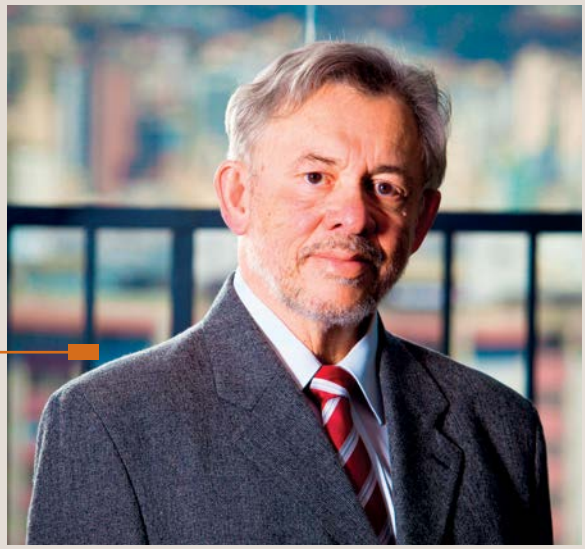
Ao final do preenchimento, a plataforma gera um número de identificação, o qual está integrado ao sistema de georreferenciamento. Chamado de Geographic Information System (GIS), ele é um software utilizado em todos os estágios da mineração, desde a pesquisa até as etapas de exploração e produção. No caso de uma emergência, a pessoa aciona o CCE por meio do celular ou do telefone via satélite. "A comunicação também pode ser feita por rádio com a base local, também habilitada para atender os funcionários", complementa Marco Antonio.

Feito o contato, a frente de trabalho no GIS é identificada por meio do número do localizador gerado após o preenchimento do formulário virtual. A próxima etapa é procurar atendimento, que pode ser feito por socorristas ou por uma unidade de saúde mais próxima. "Em ambos os casos, a equipe do CCE cuida de toda a logística e do resgate na área, quando necessário, de forma que os colaboradores sejam atendidos com presteza e com todos os recursos exigidos", ressalta Marco Antonio.

Mesmo quando não há ocorrência, o PSC determina que as equipes informem ao CCE a conclusão da atividade em campo. "Quando isso não ocorre, o CCE trata essa situação como uma emergência e entra em contato com a frente de trabalho para checar se há algum problema", diz Marco Antonio Silva. Ainda segundo ele, a ferramenta tem sido muito elogiada pelos colaboradores. "Eles dizem que se sentem muito mais seguros, o que, para mim, é sempre muito gratificante escutar", orgulha-se.

Plano Diretor para administrar tecnologia de informação e comunicação

Um instrumento capaz de diagnosticar, planejar e gerir os recursos e os processos de tecnologia de informação e comunicação para melhor atender às demandas do Estado. Assim pode ser definido o Plano Diretor de Tecnologia de Informação e Comunicação (PDTIC) de Minas Gerais. O documento, válido para o quadriênio de 2016 a 2019, foi elaborado entre outubro de 2015 e julho de 2016. "Além da Prodemge, diversos órgãos, autarquias e fundações mineiras participaram dos processos. Foi a primeira vez que houve um envolvimento dessa magnitude", destaca **Lincoln Avelino Barros**, assessor da Diretoria de Infraestrutura e Produção da Prodemge e coordenador técnico do Comitê Executivo de Tecnologia da Informação e Comunicação (Cetic).



Eduardo Rocha

O Cetic é uma das duas instâncias do Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado de Minas Gerais (CGTIC/MG). Esse comitê é composto pelos titulares das secretarias estaduais de Planejamento e Gestão (Seplag), de Fazenda (SEF), de Governo (Segov), de Casa Civil e Relações Institucionais (Seccri), de Saúde (SES), de Educação (SEE), de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (Sedectes) e de Segurança Pública (Sesp). O Cetic, por sua vez, é formado por representantes indicados por cada um desses órgãos.

A elaboração do PDTIC, conduzida pelo CGTIC, é resultado da Política de Governança da Tecnologia da Informação (TIC) do Governo de Minas. Instituída pelo decreto nº 46.765, de 26 de maio de 2015, o mesmo documento que determinou a criação do Cetic e do Comitê Gestor, a iniciativa defende a prospecção de novas tecnologias, a adoção de padrões técnicos e a integração com instituições de ensino e de pesquisa.

"O Cetic publicou deliberações que normatizam alguns processos de gestão de tecnologia da informação, principalmente quanto à aquisição de novos equipamentos e sistemas. O comitê atua na avaliação e na aprovação desses novos projetos, alinhando as questões orçamentárias e técnicas. Do ponto de vista técnico, a Prodemge é responsável pela avaliação de todos os projetos com valor superior a R$ 500 mil, para verificar se estão alinhados com a política", afirma Lincoln.

Ele explica, ainda, que a definição dos objetivos do PDTIC se baseou no Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI) 2016-2027 e no Plano Plurianual de Ação Governamental (PPAG) 2016-2019. O primeiro, de autoria da Seplag, defende a promoção de um modelo de desenvolvimento sustentável para o Estado, integrado e tecnológico, com foco na redução das desigualdades regionais. Já o segundo foi elaborado pela Segov e visa acompanhar a estratégia de atuação governamental. "Ambos valorizam o uso e a inovação das TICs nos canais de informação do governo, na gestão pública, nos processos de trabalho e nas infraestruturas de comunicação", informa Lincoln.

Diagnóstico

Uma das etapas da criação do PDTIC foi a realização de um diagnóstico para identificar as principais demandas dos órgãos, autarquias e fundações do governo estadual. O trabalho foi conduzido pelo CPqD, empresa de consultoria especializada na criação de soluções em TIC para aplicação em diversos setores, e envolveu 36 órgãos e entidades, dentre elas as 21 secretarias do governo.

No diagnóstico feito no PDTIC, mais da metade dos órgãos do governo apontou demandas de geoprocessamento. Dessas, 80% referiram-se à necessidade de georreferenciamento de informações vitais para a atuação dos órgãos, a exemplo da estruturação de bases de informações na área de saúde, de controle da localização de ações de meio ambiente ou, ainda, de controle de rotas de entrega de materiais para o planejamento.

Para que essas demandas sejam atendidas, a integração das bases e das atividades de geoprocessamento é fundamental e, por isso, tornou-se uma prioridade, que vem sendo atendida pela Gerência de Geoprocessamento de Informações da Prodemge.

Integração de serviços georreferenciados

Desde fevereiro deste ano, a Prodemge oferece, em seu Caderno de Serviços, aos órgãos e a empresas do governo do Estado de Minas Gerais, a Torre de Geoprocessamento, que consiste em serviços voltados para demandas de geoprocessamento e análise espacial. Geoprocessamento possui vários conceitos publicados. Um deles refere-se ao mapeamento de uma informação, imagem ou imóvel e análise espacial. Trata-se de um conjunto de técnicas e procedimentos de pesquisa que utiliza ferramentas de geoestatística e análise de padrões espaciais.

São quatro os serviços que compõem a Torre de Geoprocessamento: geovisualizador, geosserviços, geointegração e geocarga. A integração deles permite, entre outras facilidades, georreferenciar qualquer tipo de informação, como acidentes de trânsito; crimes de qualquer natureza; notificações de focos de doenças, como febre amarela e dengue; endereços de alunos de escolas públicas; eventos realizados na cidade; fenômenos naturais, como tempestades e deslizamentos; origem de reclamações e denúncias realizadas por cidadãos.

O assessor de tecnologia da Prodemge Sandro Laudares, responsável pela Gerência de Geoprocessamento de Informações da Companhia, afirma que georreferenciar informações é uma demanda constante e crescente, principalmente para a administração pública. "O georreferenciamento torna-se necessário para a maioria dos sistemas e dos bancos de dados", diz.

Geovisualizador

O serviço de geovisualizador da Torre de Geoprocessamento da Prodemge consiste na elaboração e na implantação do Portal GEO MG (www.geo.mg.gov.br), que disponibiliza a visualização e o download gratuito de mapas públicos para usos e necessidades diversos. Alunos de escolas públicas e privadas, por exemplo, podem utilizá-lo para pesquisas escolares. "Os professores podem pedir aos estudantes informações relacionadas ao governo do Estado, como limites geográficos e localização de unidades de atendimento, como delegacias e escolas. Dessa forma, eles aprendem a fazer operações geográficas como identificar escolas contidas em uma determinada região ou rodovias que interceptam um determinado município", exemplifica.

Para o cliente da Prodemge, o Portal GEO MG possibilita a administração de informações diversas, com a opção de cadastrá-las como públicas (no caso de dados públicos) ou privadas (para serviços internos do órgão), além do uso dessas informações de diversas formas, como na criação de filtros, mapas temáticos, entre outras opções.

Geosserviços

O geosserviço da Torre permite o desenvolvimento de novos aplicativos e produtos de geoprocessamento. Um exemplo é sua aplicação no projeto da nova Rede Estadual de Alta Velocidade, uma rede de comunicação de dados digitais de alta capacidade, que pode ser usada para internet e telefonia.

A Rede pretende atender mais de 17 mil pontos em todo o Estado, estabelecendo parcerias com órgãos como a Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG), o Departamento Estadual de Telecomunicações de Minas Gerais (Detel/MG), a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) e a Companhia de Gás de Minas Gerais (Gasmig).

"A equipe de geoprocessamento da Prodemge desenvolveu várias ferramentas que fazem uso de geotecnologias com o objetivo de apoiar o projeto da Rede de Alta Velocidade. Exemplo disso foi o desenvolvimento de um geovisualizador específico que pode ser acessado pelo site http://geo.prodemge.gov.br/progeo-web/portal/. Ele possui as camadas necessárias para dar apoio e monitorar constantemente o projeto", afirma Sandro, referindo-se às camadas que apontam as malhas de tubos da Gasmig, as localizações dos pontos atuais da Rede IP e de torres de rádio do Detel e a Estação de Rádio Base (antenas), divulgadas pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), além das torres da Cemig.

Especialista em Tratamento da Informação Espacial, Sandro explica que, no geoprocessamento, um mapa pode ser dividido em diferentes camadas de bases de dados, em que cada uma delas pode se referir a diferentes temas. Como exemplo, o mapa ilustra as camadas de ruas, regiões, relevo e uso do solo (Figura 1). "O conceito de separação de dados por diferentes temas foi uma das primeiras noções introduzidas no geoprocessamento, que possibilita aos diversos profissionais que trabalham com sistemas de informações geográficas visualizar a divisão das informações, disponibilizadas em um mapa, em uma série de camadas lógicas de informação que podem

ser combinadas por meio do georreferenciamento, ou seja, da sua localização geográfica", detalha.

A equipe da Gerência de Geoprocessamento de Informações, em parceria com a Gerência de Engenharia de Redes da Prodemge, também desenvolveu uma aplicação que possibilita acesso móvel, ou seja, via celular ou tablet, para atualização e consulta dos ativos de rede, com possibilidade de registrar fotos, anexar documentos, entre outras ações, no mapa on-line. "A documentação da localização de todos os componentes da operação e o registro das localizações dos componentes (caixas de passagem) e fibras ópticas são questões fundamentais para que não haja perda de conhecimento ou do histórico de fatos. Pela experiência da equipe, essa era uma preocupação desde o início do projeto. Mapear esses dados em ferramenta própria da Companhia com acesso móvel, com a possibilidade de atuar no mapa on-line, é mais que suficiente para nos dar a garantia e elevar a qualidade da prestação de serviços", afirma o superintendente de Redes da Prodemge, Augusto Zadra.

A construção da ferramenta envolveu especialistas em tratamento da informação espacial e em engenharia e operação de redes. "O fato de desenvolvermos internamente a ferramenta, em detrimento da aquisição das que consultamos no mercado, também nos trouxe economia de milhares de reais. Assim, as soluções de georreferenciamento, além de garantirem a qualidade da prestação de serviços do Estado, também estão gerando economia", complementa Zadra. "É o geoprocessamento reduzindo custos para a empresa e para o Estado de Minas Gerais", ressalta Sandro.

Geointegração

Geointegração, como o próprio nome diz, é a integração dos três serviços da Torre de Geoprocessamento da Prodemge. Um aplicativo que exemplifica esse serviço é o MG App, disponível para dispositivos móveis. Ele permite consultar medicamentos oferecidos por farmácias regionais e vagas oferecidas pelo Sistema Nacional de Emprego (Sine); disponibiliza telefones e sites úteis em Minas Gerais; possibilita agendamento de serviços nas Unidades de Atendimento Integrado (UAIs) e de doação de sangue da Hemominas; oferece informações sobre o Tribunal Regional Eleitoral (TRE-MG), entre outras facilidades.

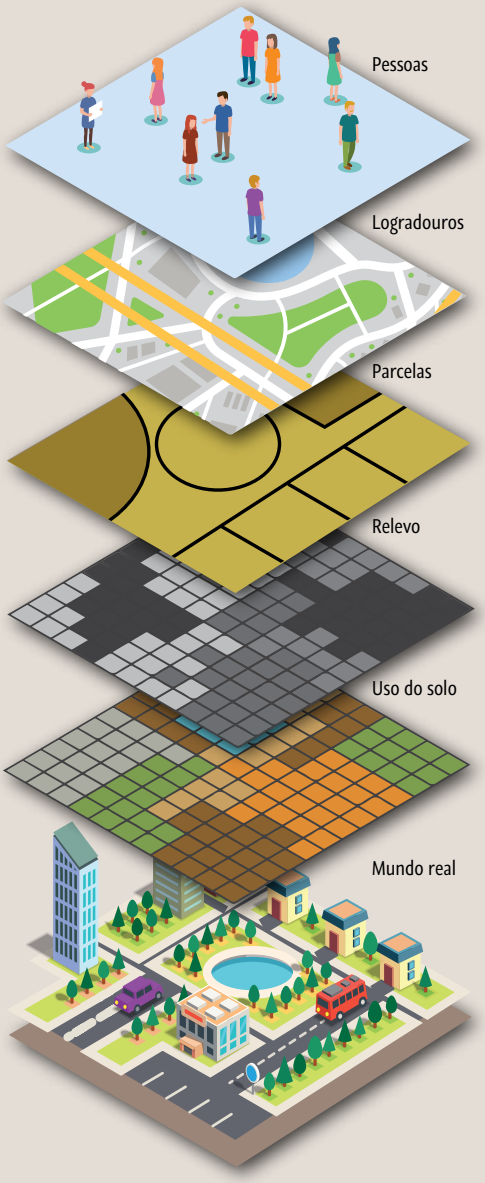
Outro exemplo de geointegração é o mapa dinâmico que foi embutido no Portal da Transparência do Estado de Minas Gerais (www.transparencia.mg.gov.br) para a geovisualização de repasses de recursos dos municípios mineiros. Ele é uma iniciativa do governo mineiro e propicia o controle social pelos cidadãos, ao disponibilizar dados e informações públicas do Estado e de municípios, além de oferecer ferramenta para solicitações de informações por meio da Lei de Acesso à Informação.

Geocarga

O serviço de geocarga é composto pelo georreferenciamento e pela carga de bases de dados, que são o conjunto de dados de determinado assunto. A frequência da atualização da base de dados pode ser diária, semanal, mensal ou outra definida pelo cliente.

"Muitas vezes, não basta implantar apenas o geovisualizador e os geosserviços, pois as informações devem ser atualizadas frequentemente, como é o caso de obras e de equipamentos públicos, como escolas, delegacias e hospitais. Por isso a necessidade de integração dos serviços oferecidos pela Torre de Geoprocessamento", explica Sandro.

Figura 1 - Mapa de diferentes camadas de bases de dados



Diretrizes para divulgar dados oficiais de Minas Gerais

Milhares de dados oficiais sobre o Estado de Minas Gerais são gerados, diariamente, por meio do geoprocessamento. Para melhor produção, tratamento e difusão desses dados e das informações oficiais, foi elaborada a Política de Gestão da Informação. Ela consiste em uma estrutura de governança responsável por definir os parâmetros e as metodologias a serem observados pelos órgãos, entidades e fundações da administração pública estadual. A Política foi instituída pelo decreto nº 47.021/2016 e, em 2017, foi alterada pelo decreto nº 47.269, que criou o Comitê de Gestão da Informação.

Divulgação/Ascom Seplag

O secretário de Estado de Planejamento e Gestão, **Helvécio Miranda Magalhães Júnior**, afirma que o principal avanço da legislação refere-se à maior clareza quanto às atribuições e responsabilidades relativas à produção e à disseminação de informações oficiais. "Não raro, encontrávamos plataformas desconectadas e com informações geográficas, econômicas e sociais de Minas Gerais divergentes, uma vez que não tínhamos uma chancela em relação aos dados oficiais emitidos pelos órgãos e entidades. Somavam-se a esses fatores a dificuldade em encontrar as informações necessárias (para gestores, investidores e cidadãos) e em identificar quais elementos eram mais relevantes para a tomada de decisão interna", afirma Helvécio, que também é presidente do Comitê de Gestão da Informação.

Com os decretos, os órgãos e entidades passaram a assegurar acesso, disponibilidade, atualização, autenticidade, integridade e qualidade dos dados e informações gerados em articulação com a Prodemge, que disponibiliza infraestruturas lógica e física necessárias às soluções tecnológicas para acesso aos sistemas e bases de dados.

Importância da política e primeiros passos

A Política de Gestão da Informação contribui para a formulação, implantação e avaliação das políticas públicas, aumentando a efetividade do governo de Minas Gerais no tratamento de temas importantes para a sociedade, bem como no enfrentamento de desafios inesperados e desastres com maior tempestividade. "A produção e disponibilização adequadas de informações geográficas, econômicas e sociais, além de indicadores atualizados sobre variados aspectos, é um instrumento essencial para o planejamento do desenvolvimento econômico e social sustentável do Estado, de seus territórios de desenvolvimento e de seus municípios", afirma Helvécio.

"O decreto insere a Fundação João Pinheiro como um dos membros do Comitê de Gestão da Informação para discutir uma política que trata de produção, tratamento, organização, compatibilização e disponibilização das informações do Estado de Minas Gerais. A discussão da Política de Gestão de Informação representa pensar as estatísticas e a geoinformação de Minas Gerais em um patamar mais amplo e integrado, além de reconhecer sua importância dado o contexto atual em que milhares de informações são produzidas a cada segundo", comenta Caio Gonçalves, pesquisador da Fundação João Pinheiro.

Com os decretos, o primeiro produto entregue foi o levantamento dos metadados mais significativos relativos ao desenvolvimento econômico e à infraestrutura do Estado. "Esse material será disponibilizado nas principais plataformas de informação existentes e apoiará as decisões relativas a assuntos estratégicos, como a atração de novos investimentos para Minas Gerais. O obje-

tivo é executar esse mapeamento para as diversas áreas temáticas do governo, a fim de subsidiar a tomada de decisão e tornar a administração cada vez mais transparente", conta Helvécio.

Além disso, foi realizado o mapeamento de pontos focais nos órgãos e entidades responsáveis pela curadoria dos dados produzidos e promovidos diversos encontros para discussão dessa temática. "A ideia é propor uma reflexão sobre quais dados e conexões são necessários e sobre como garantir a confiabilidade das informações geradas e utilizadas para, então, pensarmos em soluções de TIC. As políticas de Gestão da Informação e de Tecnologia da Informação e Comunicação devem, portanto, ser articuladas de maneira a assegurar um processo confiável e eficiente de geração de informações alicerçado por um sólido aparato tecnológico", completa o secretário.

A atualização feita pelo decreto nº 47.269 foi motivada pela necessidade de se operacionalizar o tratamento e a disponibilização das informações estratégicas do Governo, consolidadas na Prodemge, incluindo as bases cartográficas e geoespaciais digitais, conforme conta o assessor da Diretoria de Infraestrutura e Produção da Prodemge, Lincoln Barros. "Nesse sentido, o decreto determina que a Prodemge possa acessar todas as bases de dados no âmbito da Administração Pública e prover soluções tecnológicas que viabilizem a produção, o tratamento e a disponibilização adequados de informações geográficas, econômicas e sociais do Estado", destaca Lincoln.

CONHEÇA AS DIRETRIZES GERAL E ESPECÍFICAS DO DECRETO Nº 47.269:

Geral

A Política de Gestão da Informação é o conjunto de diretrizes e normas que tem o objetivo de viabilizar produção, tratamento e disponibilização adequados de informações geográficas, econômicas e sociais do Estado, bem como de indicadores socioeconômicos atualizados produzidos pelos órgãos e entidades da Administração Pública Estadual.

Específicas:

Instituição do Comitê de Gestão da Informação, para:
- elaborar e acompanhar a Política de Gestão da Informação;
- validar as fontes oficiais e metodologias de cálculo de indicadores;
– propor normas de ordenamento, gestão e integração das plataformas de dados do Estado;
– aprovar as proposições de restrição de acesso e divulgação de dados e informações.

Novas tecnologias para georreferenciamento: integrando drones e realidade virtual

Arquivo pessoal

Luis Carlos Trevelin

Professor titular sênior do programa de pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Graduação em Ciência da Computação pelo Instituto de Ciências Matemáticas e da Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP) e em Sistemas de Informação pela UFSCar. Mestrado em Ciência da Computação pelo ICMC-USP. Doutorado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC Rio - 1991). Pós-doutorado no Computing Lab da Unikent, Inglaterra (1993/1994). Atua como orientador de mestrado e doutorado nos programas de pós-graduação em Ciência da Computação e em Biotecnologia da UFSCar. Implantou e coordenou o Laboratório de Visualização Imersiva, Interativa e Colaborativa (LaVIIC) do Departamento de Computação da UFSCar.

Antes de abordarmos as novas tecnologias para georreferenciamento, é importante entender o conceito de coordenadas e de georreferenciamento. Coordenadas representam qualquer posição em um mapa de um local ou da superfície da Terra. Os mais conhecidos sistemas de coordenadas são as geográficas (Fig. 1) e as cartesianas (Fig. 2).

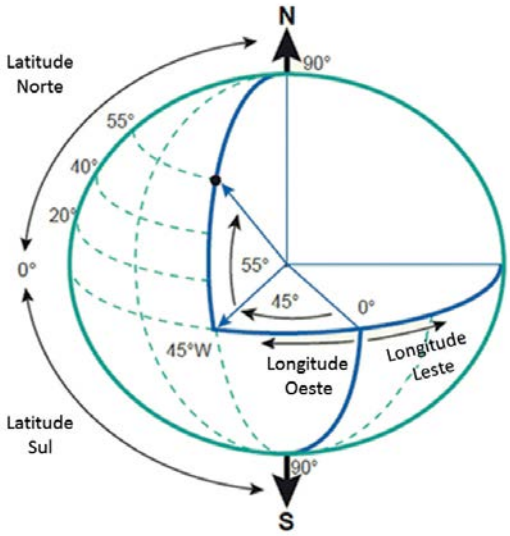
Georreferenciamento de uma imagem, mapa ou qualquer informação geográfica é referenciar suas coordenadas de dados espaciais conhecidas num dado sistema de referência (Fig. 3), onde os dados são registrados em um sistema de coordenadas, por meio do qual uma relação seja estabelecida entre a coordenada (x, y) no mapa e sua correspondente latitude e longitude na superfície da Terra.

Numa retrospectiva das últimas décadas, em relação ao georreferenciamento, observa-se que as mudanças são claramente visíveis, a partir do desenvolvimento da eletrônica e da computação, permitindo a integração com outras aplicações.

No Brasil, uma aplicação comumente utilizada é o georreferenciamento de imóveis rurais (lei nº 10.267/2001 e seus decretos regulamentadores). O georreferenciamento define a forma, a dimensão e a localização do imóvel por meio de métodos de levantamento topográfico. Outras formas de georreferenciamento são adotadas usando imagens de satélites e aerofotogrametria por drones. A utilização de drones foi estabelecida pela Norma de Execução Incra/DF/02, de 19 de fevereiro de 2018.

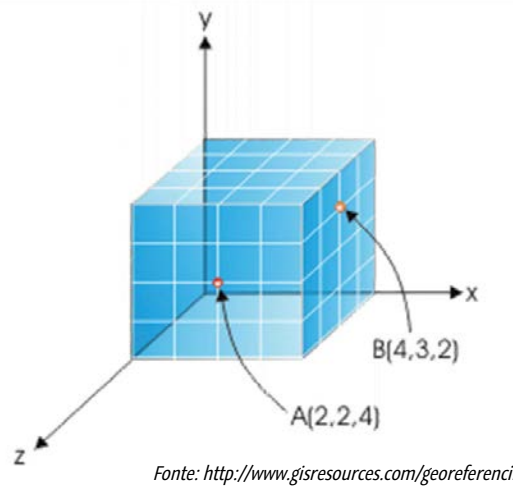
Nos últimos anos, o monitoramento e o mapeamento de ambientes vêm sendo objetos de pesquisas no Brasil e no exterior, em plantações, desastres naturais, segurança na fronteira, dentre outras situações.

Figura 1 - Sistemas de coordenadas geográficas



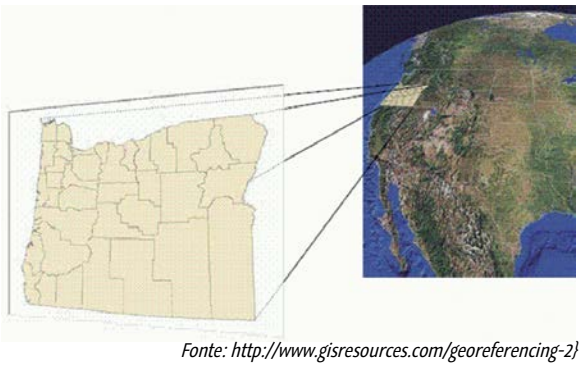
Fonte: Adaptado de http://www.gisresources.com/georeferencing-2

Figura 2 - Sistemas de coordenadas cartesianas



Fonte: http://www.gisresources.com/georeferencing-2

Figura 3 - Sistema de georreferenciamento



Fonte: http://www.gisresources.com/georeferencing-2}

No monitoramento e no mapeamento de ambientes, imagens obtidas por drones permitem resultados rápidos em grandes áreas. As principais vantagens do sensoriamento remoto por drones em relação ao aerotransportado por aeronaves tripuladas e ao orbital são redução dos custos de obtenção de imagens/fotografias aéreas, maior flexibilidade de resolução temporal para aquisição de imagens de alta resolução espacial, possibilidade de execução de missões em condições adversas sem risco para o piloto e operador da câmera aerofotogramétrica, menor necessidade de gastos de treinamento de pilotos e maior facilidade e velocidade de incorporação de novas tecnologias.

Nesse contexto, o desenvolvimento de um sistema de rápida implantação e baixo custo para coletar informações espaciais quase em tempo real tornou-se crítico e é uma tendência emergente para aplicações de sensoriamento remoto, monitoramento e mapeamento.

O uso de drones e câmeras 3D (tridimensional) permite uma captura mais precisa e flexível de imagens aéreas, vídeos 3D e dados de telemetria, com possibilidade de explorar aspectos particulares, como pontos de vista e ângulos de visão, resultando em medidas e/ou extração de características que não são possíveis ou são mais simples nas obtidas com visão 2D.

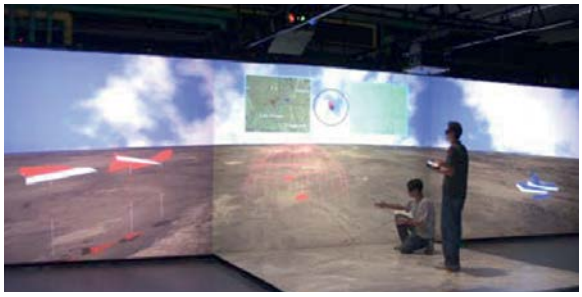
Drones são Veículos Aéreos Não Tripulados (Vants). Tais veículos podem gerar grandes volumes de dados. Um desafio é visualizar esses dados e tomar decisões de controle de voo com base neles. Os drones têm tido larga utilização em aplicações militares e civis e em entretenimentos. As informações geradas por esses aparelhos são diversas, mas a forma de apresentação delas ainda é um desafio. Informações, tais como a geração de vídeos 3D, dados de telemetria e definição de rotas, podem ser beneficiadas por aplicações da realidade virtual (RV), visto que, dependendo das metáforas de visualização utilizadas, a experiência do usuário pode ser enriquecida. Rotas de voo, por exemplo, são determinadas pelos waypoints (pontos georreferenciados) contendo altitude, latitude e longitude. Softwares conhecidos como estações de controle são responsáveis por gerar o plano de voo e acompanhar todo o trajeto da missão, apresentando informações de telemetria relacionadas ao drone.

A realidade virtual, por outro lado, tem a capacidade de fornecer imersão e interação dos usuários em ambientes virtuais simulados. É uma área de pesquisa que oferece inúmeras oportunidades de investigação científica e de inovação tecnológica. Possibilita interação e envolvimento imersivo de usuários com as simulações, por meio de dispositivos de visualização 3D estereoscópicos, tais como ambientes de multiprojeção, ou por meio de

Figura 4 - Battlespace Exploitation of Mixed Reality (BEMR)

Fonte: David Smalley (2015)

Figura 5 - Sistema de georreferenciamento



Fonte: WALTER, B. E. et al (2004)

dispositivos sensíveis ao toque (dispositivos haptic) ou que capturam os movimentos dos usuários.

Em um conceito mais amplo de realidade virtual, tem-se a realidade aumentada (RA) que, com objetos, dados e imagens virtuais sobrepostos a imagens reais capturadas (Figuras 4 e 5), proporciona um aumento significativo das informações visualizadas, tornando-se uma possibilidade promissora.

Neste artigo, evidenciamos como os recursos providos pelas realidades virtual e aumentada podem ser utilizados no planejamento de voo de drones, por meio de ambientes imersivos e interativos remotos, chamados cavernas digitais. Um exemplo é o miniCAVE (Figura 6), um ambiente de multiprojeção composto de três telas e um conjunto de projetores, permitindo visão estereoscópica 3D, oriunda de um aglomerado de computadores sincronizados, que proporcionam imersão ao mesmo tempo em que oferecem múltiplas visões. A ideia é que o usuário possa planejar e executar todo o plano de voo do drone utilizando um sistema altamente imersivo.

Além disso, os vídeos capturados pelo drone podem ser apresentados em 3D no miniCAVE, em tempo real,

Figura 6 - IGCS miniCAVE - LaVIIC – UFSCar

possibilitando ao usuário uma experiência de imersão tanto no controle de voo quanto nas imagens e dados capturados. Surge, assim, o termo Estação de Controle Imersiva (do inglês, Immersive Ground Control Station – IGCS), uma plataforma imersiva de visualização e controle. Um ambiente como esse foi desenvolvido no Laboratório de Visualização Interativa, Imersiva e Colaborativa (LaVIIC) do Departamento de Computação da UFSCar (Fig. 6), em um projeto de mestrado. Ele insere o usuário em um mundo virtual/real com visão 3D para visualização dos dados capturados pelo drone (Figuras 7 e 8), bem como para controlar, planejar voos e acompanhar remotamente missões de voo.

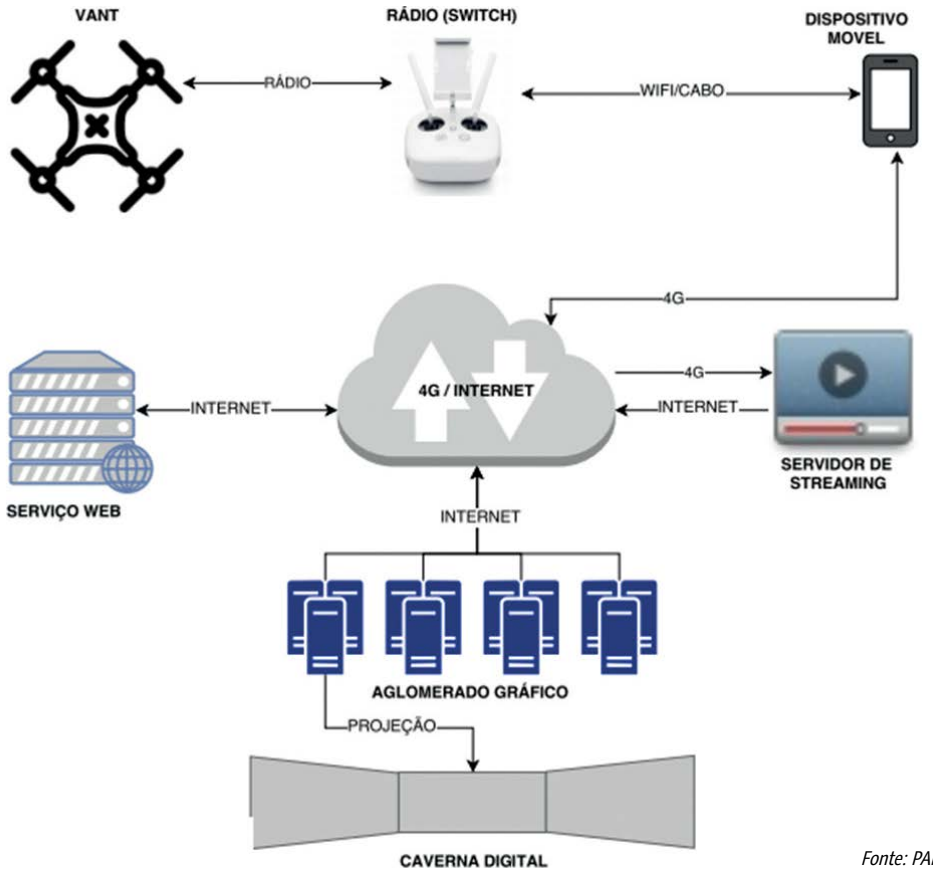
A interação entre Vants e um aglomerado de computadores pode ser complexa por causa dos vários componentes necessários para integração, dentre eles: dispositivo móvel, serviços web e servidor de streaming. Desse modo, a especificação de uma arquitetura conceitual auxilia na compreensão de como ocorre a integração dos componentes. A Figura 9 apresenta uma solução de integração de aglomerados gráficos e Vants, por meio de um dispositivo de interconexão, no caso um celular, resultando na estação de controle imersiva que obtém vídeos em tempo real, providos por um drone. Essa proposta traz as vantagens de uma interface de usuário imersiva e interativa, facilitando o uso de uma estação de controle. O servidor web provê o meio de comunicação e o servidor de streaming, o encaminhamento do vídeo e dos dados capturados.

Novas tecnologias são sempre responsáveis por alavancar diferentes áreas. Apresentou-se aqui a integração entre o uso de drones e o uso de recursos de realidade virtual em ambiente de multiprojeção em cavernas virtuais para construção de uma Estação de Controle Imersiva remota, que promove aumento da capacidade e da qualidade dos dados dos sistemas de georreferenciamento.

Figura 7 - Waypoints da missão selecionada

Figura 8 - Waypoints e captura de imagem para transmissão

Figura 9 - Estação de Controle Imersiva



Fonte: PAIVA G.G. et al (2017).

Referências

PAIVA, G. G. et al. (2017) **Immersive ground control station for unmanned aerial vehicles**. In: GERVASI, O. et al. (Ed.). Computational Science and Its Applications – ICCSA 2017. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 595–604. ISBN 978-3-319-62392-4.

SMALLEY, D. (2015). **BEMR: A new reality for the future force**. Of fice of Naval Research, Corporate Strategic Communications 875. N. Randolph St. 1225-D Arlington, Va, 2015

WALTER, B. E. et al. **Virtual uav ground control station**. In: AIAA 3rd Unmanned Unlimited Technical Conference, Workshop and Exhibit. [S.l.: s.n.], 2004.

Nick Otto

Transformações digitais georreferenciadas

Onicio Batista Leal Neto

Biomédico, epidemiologista, especialista em saúde coletiva, mestre em saúde pública e empreendedor social. Estudou futurismo e tecnologias exponenciais na Singularity University e Empreendedorismo de Impacto Social na Saïd Business School, University of Oxford. Fundou o Centro de Informações Estratégicas de Vigilância em Saúde em Recife (PE), tornando-se referência em Detecção Digital de Doenças. Atuou em Serviços de Inteligência Epidemiológica nos governos municipal, estadual e federal, desenvolvendo trabalhos em geoprocessamento e análise espacial. Foi consultor da Organização Panamericana da Saúde. Co-fundou a Epitrack, onde atua como diretor-executivo, com projetos no Brasil, Estados Unidos, Canadá, Porto Rico e Suíça. É embaixador do capítulo Recife da Singularity University.

Quando iniciei minha carreira acadêmica em epidemiologia – a ciência que estuda os determinantes de saúde nas populações – conheci um novo universo, indissociável, sustentado por três pilares: tempo, pessoa e lugar. Desde a época de Hipócrates e de suas descobertas na medicina, já eram construídos pensamentos que consideravam a importância da localização na ocorrência de doenças. Muitos anos depois, a teoria miasmática ganhou predominância, pregando que as doenças eram transmitidas pelos ares, sendo este fator determinante para que as pessoas adoecessem. Essa explicação foi considerada em diversas ocasiões da história da saúde pública, até ser praticamente aniquilada por John Snow.

Em tempos de Game of Thrones, John Snow foi tão ou mais importante para a humanidade que o personagem da ficção. Em Londres, nos anos de 1850, um surto de uma doença misteriosa começou a provocar várias mortes, só estancadas quando o doutor Snow utilizou-se de sua expertise epidemiológica (por isso é considerado o pai dessa matéria). Ele fez, pela primeira vez na história da saúde pública, a geolocalização dos casos de óbitos que estavam ocorrendo. A simples tarefa de colocar em um mapa todos os locais que estavam registrando mortes proporcionou uma compreensão espacial da distribuição da mortalidade, apontando os padrões de concentração desta e fazendo com que as pessoas entendessem quais eram os fatores associados à situação – neste caso, uma bomba d'água contaminada com a bactéria causadora da cólera.

Essa breve introdução histórica demonstra como a geolocalização, desde muito tempo, é importante para a saúde e, consequentemente, para a sociedade. É óbvio que, bem antes de sua aplicação na saúde, muitos descobridores e aventureiros utilizaram mapas para se encontrar (ou se perder) em suas peregrinações, ten-

do como consequência o mundo em que vivemos hoje. Trazendo o debate para os dias atuais, desde a multiplicação dos satélites na órbita terrestre e a popularização do sistema de posicionamento global (GPS), décadas atrás restrito às forças armadas, as pessoas ganharam mais noção do espaço em que vivem. Por ter evoluído conjuntamente com uma série de tecnologias exponenciais, democratização da geolocalização abriu oportunidade para a criação de novos mercados que hoje são componentes de total importância na economia mundial. O georreferenciamento mudou o jogo. Até pouco tempo atrás, a construção de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) era coisa para poucos e especializados técnicos de engenharia cartográfica ou geógrafos.

A velocidade com que a tecnologia dos sistemas web e dos dispositivos móveis adotou a georreferência como fator indispensável na produção de plataformas transformou a dificuldade antiga de construir e manipular SIGs em facilidade de coletar, a todo momento, latitude e longitude, seja para pedir comida em casa, marcar uma consulta médica ou conseguir uma carona. A acurácia dos GPSs em dispositivos móveis, especificamente em smartphones, tem melhorado, substancialmente, nos últimos anos. Antes, as margens de erros eram de 30, 40 metros. Com o tempo, foram reduzidas para valores bem menores, em alguns casos, chegando a apenas um metro. Isso porque os pares de coordenadas capturadas pelo GPS ganharam aliados no aprimoramento de sua especificidade, como a triangulação do sinal de antenas, captura de locais pelo IP e até mesmo redes wi-fi presentes a todo o momento em nossas vidas.

Iniciativas de crowdsourcing, que usam a construção coletiva de informação, sem dúvidas, têm sido uma das principais beneficiadas com toda essa evolução. Saber o tempo que se perde no trânsito, informar a localização de bairros violentos e, até mesmo, entender quais localidades estão prestes a ter um surto de influenza são aplicações atuais que geram grande impacto social. Startups, como o Colab, por exemplo, funcionam como uma rede de cidadania, estreitando a relação do governo com a população e dando poder ao indivíduo para ser um ator ativo em sua comunidade, informando problemas de infraestrutura urbana, como buracos na rua, por meio de fotos georreferenciadas.

Na área de saúde, podemos citar outro exemplo de startup, a Epitrack, que busca entender o perfil de doenças em determinadas regiões, proporcionando a identificação de epidemias antes das fontes tradicionais. Até a publicidade tem se diferenciado quando observamos empresas como a In Loco Media, que entrega de maneira hiperlocalizada anúncios ou campanhas, proporcionando uma interação muito grande entre os ambientes on-line e off-line.

Se por um lado ficam explícitas as diversas aplicações da geolocalização, por outro, as questões éticas encontram mais desafios para lidar com toda essa inovação. Os termos de uso dos usuários de serviços que se baseiam em localização sempre apresentam matérias sensíveis para garantir que os indivíduos tenham acesso à modernidade sem, necessariamente, desrespeitar o direito à privacidade. As inúmeras oportunidades de inteligência de mercado para a venda de produtos e serviços que utilizam a geolocalização como diferencial são vetores que pressionam um limiar tênue entre o que é ético e o que não é, ficando com margens nebulosas de interpretação que, algumas vezes, levam para o meio judicial o momento em que foi ferido o espaço pessoal virtual do indivíduo.

Fazendo um ensaio para uma visão otimista da evolução do georreferenciamento como camada, cada vez mais, a combinação de tecnologias vai mostrar aplicações inusitadas. Um case recente publicado na mídia é o da Amazon Go – uma loja de conveniências localizada em Seattle (EUA) que dispensa o indivíduo de realizar check out no fim da compra. Basta ter uma conta na Amazon e estar com o smartphone habilitado, entrar na loja, pegar na prateleira o item e ir embora. Nesse caso, a geolocalização de alta precisão combinada com visão computacional criou uma inovação que resolve o grande problema das filas. Outro case interessante é o da Matternet, que utiliza drones para entregar medicamentos ou suprimentos em países para resiliência em desastres. Nesse exemplo, a utilização de um veículo aéreo não tripulado, totalmente geolocalizado, é um dos elementos-chaves que garantem entrega e benefícios às comunidades atingidas.

Por mais que os avanços sejam promissores, a evolução tecnológica nunca para. A pesquisa Health Drones, em desenvolvimento pelo Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami, da Universidade Federal de Pernambuco, em parceria com a Epitrack, está construindo um drone com um sistema de localização que não depende de GPS nem de rede móvel. A plataforma se orienta com base nos autômatos celulares, provocando novos modelos de geolocalização, ficando independente dos sistemas usuais.

Os exemplos citados são mais uma prova do que está por vir nos próximos anos sobre o georreferenciamento. Desde que a ética e a privacidade estejam bem endereçadas nas evoluções tecnológicas, podemos esperar horizontes muito promissores na aplicação dessas tecnologias para o bem da sociedade.

Arquivo pessoal

Sensoriamento remoto aplicado às geociências

Pedro Henrique Medrado Correia

Graduado em Geologia pelo Centro Universitário Belo Horizonte. Trabalha com ferramentas de Geoprocessamento desde 2013, principalmente na confecção de mapas temáticos, análises espaciais e estudos diversos. Tem como foco de atuação a fotointerpretação e o processamento digital de imagens. Também graduado em Gestão de Recursos Humanos pela Faculdade Estácio de Sá (2010).

Diversas áreas do conhecimento, principalmente as ligadas às geociências, partem, fundamentalmente, do princípio da observação. Foi por meio da observação que o geógrafo alemão Alfred Wegener publicou, em 1913, a Teoria da Deriva Continental. Essa tese afirmava que, há milhões de anos, antes de estarem separados por oceanos, os continentes formavam um único corpo continental. O raciocínio baseava-se, entre outras coisas, em um encaixe geométrico quase perfeito, principalmente entre América do Sul e África (Geoideias: Earthlearningidea).

Com o passar dos anos e com as melhorias das tecnologias de observação, fomos capazes de observar a Terra em grandes escalas e em um espaço de tempo bem mais coerente com a velocidade dos dias atuais. O que muitos não sabem é que, devido ao desenvolvimento espacial ocasionado pela corrida tecnológica entre norte-americanos e soviéticos, no início dos anos 1960, o satélite meteorológico denominado Tiros 1, lançado pelos norte-americanos à órbita terrestre com o objetivo de obter dados meteorológicos acabou, como que por acidente e sem muita qualidade, registrando feições da superfície terrestre, dando início à era do sensoriamento remoto moderno (Meneses e Almeida, 2012).

A partir daí, imagens de satélites começaram a ser utilizadas para mapear grandes feições geológicas – geleiras, oceanos, florestas –, entre outras aplicabilidades. Hoje, a realização de análises espaciais por imagens digitais é uma das principais metodologias aplicadas a diversas áreas do conhecimento, principalmente aos estudos ligados ao meio ambiente e à obtenção de recursos naturais.

Existe uma série de serviços de visualização de imagens de satélites gratuitos na internet que fornecem informações sobre relevo e coordenadas geográficas, por exemplo. Porém, com um pouco mais de conhecimento e com o auxílio de softwares de geoprocessamento, que trabalham o processamento digital dessas imagens, é possível realizar aná-

lises espaciais, desde as mais simples às mais complexas. O serviço geológico americano, USGS, por exemplo, disponibiliza, de forma gratuita, imagens do satélite, com resolução especial de até 10m, excelentes para mapeamentos em escala de detalhe a partir de 1:50.000.

Basicamente, o sensoriamento remoto consiste em utilizar a radiação eletromagnética que é refletida pelos objetos na superfície terrestre, captada e pré-processada por um sensor imagiador, dando origem a uma imagem formada por diversos pixels com uma escala de valores de cinza. Estes, por sua vez, podem ser processados e classificados de forma a gerar um novo produto, uma imagem com as características necessárias para determinada análise.

Na geologia, a utilização de imagens de satélite e do processamento digital de imagens é uma técnica já consagrada, principalmente para pré-projetos que necessitam de informações sobre as feições superficiais de um determinado terreno. A partir das informações obtidas por meio do processamento das imagens utilizadas, somos capazes de avaliar as características mais simples e evidentes da área de estudo. Aspectos morfológicos, como o relevo e o padrão das drenagens, podem indicar mudanças litológicas e ocorrência de estruturas geológicas, assim como fatores composicionais das rochas, como a resistência a erosão. Essas características observadas podem ajudar a definir ou indicar a presença de zonas homólogas (Soares & Fiori, 1974).

Os processos de fotointerpretação ocorrem por meio da análise detalhada de todos os elementos contidos na imagem.

Soares & Fiori (1974) listam procedimentos e critérios para esse tipo de análise que partem da definição e caracterização do grau de estruturação da rede de drenagem. Quanto maior grau de estruturação, menor a chance de casualidade na formação dessas feições, passando pela caracterização do relevo e pela identificação das rupturas de declive – sejam positivas, sejam negativas – que, quando somadas a condicionantes naturais como o clima, a tectônica atuante, o nível de base, a descarga de água e o acúmulo de sedimentos, representam o contexto fotointerpretativo. A identificação e a caracterização de fatores deformacionais, principalmente falhamentos e dobramentos dentro de um contexto geológico, podem indicar zonas de possíveis mineralizações associadas a elementos contidos em fluidos hidrotermais que percolam as rochas nesses espaços criados por esse tipo de estrutura, resultando na definição de zonas fotolitológicas.

Em junho de 2015, a Agência Espacial Europeia (ESA) lançou à órbita terrestre o segundo satélite do programa Sentinel, denominado Sentinel 2. As imagens desse satélite estão disponíveis, gratuitamente, na internet e possuem 13 bandas espectrais com resolução espacial que variam entre dez e 60 metros.

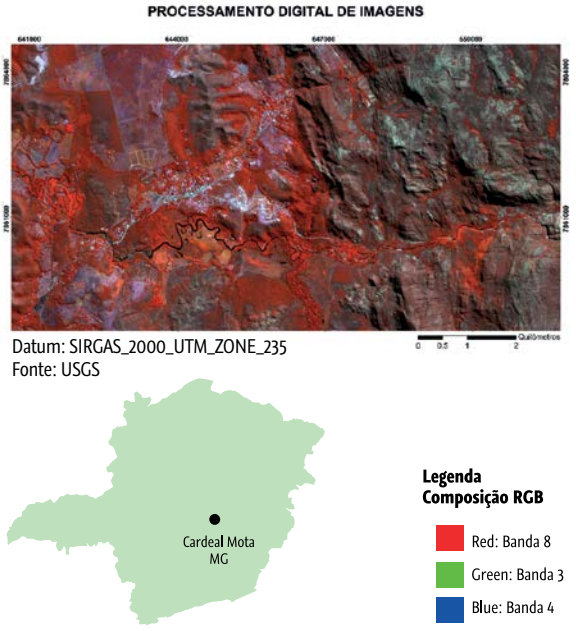
No exemplo abaixo está uma composição feita a partir das imagens do satélite Sentinel 2, registrada em 1º/7/2017, número de órbita 138 (disponível em <https://earthexplorer.usgs.gov/>), sobre o distrito de Cardeal Mota, localizado a cerca de 90 km de Belo Horizonte, na entrada do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG).

Sobre a imagem foi aplicada a composição de falsa cor, composta pelas bandas 8, 3 e 4, sendo a banda 8 correspondente ao NIR (infravermelho próximo).

Essa composição destaca, principalmente, as regiões onde existem vegetação e cursos d'água e é bastante utilizada para delimitação de rede de drenagem, pois a mesma fica destacada em vermelho, quando aplicada a composição RGB (Figura 1).

Esta é somente uma dentre as diversas possibilidades de análise utilizando imagens gratuitas de sensoriamento remoto, uma tecnologia bastante acessível que deve ser utilizada sempre que necessário, obviamente, respeitando a escala de trabalho adequada para cada tipo de imagem.

Figura 1 - Composição RGB em imagem Sentinel 2



Referências

Geoideias: Earthlearningidea 1 **A "deriva continental" de Wegener encontra as "placas tectônicas" de Wilson**. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/geoideias/wp-content/uploads/sites/20/2015/06/91_Wegener_pt.pdf

Meneses, Paulo R. & Almeida, Tati. **Introdução Ao Processamento De Imagens de Sensoriamento Remoto** Unb/CNPQ. Brasília, 2012.

Soares, P. C. & Fiori, A.P. **Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia**. Notícia Geomorfológica, Campinas, v.16,

Diogo Perillo

A importância do geoprocessamento nos estudos ambientais

Renato de Oliveira Marques

Geógrafo, especialista em Geoprocessamento, com MBA em Consultoria e Licenciamento Ambiental e mestrando em Geografia. Desde 2005, atua na área de geoprocessamento, tendo trabalhado em dezenas de estudos prestando serviço e ministrando cursos de softwares de mapeamento. Atualmente, é analista ambiental na Lithos Geologia, consultor na BH Geotecnologia e professor da PUC Minas Virtual, no curso de Especialização em Geoprocessamento.

Em junho de 1972, em Estocolmo, na Suécia, foi realizada a I Conferência Mundial de Meio Ambiente. Considerado um marco na forma de pensar e tratar a temática ambiental globalmente, o evento promoveu uma mudança de mentalidade em relação à preocupação com as questões ambientais, que passaram a fazer parte da política de desenvolvimento nos países mais avançados e nas nações em desenvolvimento.

Nessa mesma década, no Brasil (e em boa parte do mundo), surgiu o licenciamento ambiental, como instrumento da lei nº 6.938 sancionada pelo governo brasileiro em 1981 – essa legislação estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e instituiu o Cadastro de Defesa Ambiental.

O licenciamento ambiental tem como finalidade controlar a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.

O processo possui três fases. A primeira é a Licença Prévia (LP), concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou da atividade, aprovando a localização e a concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e as condicionantes a serem atendidas nas próximas fases de implementação.

Nas etapas seguintes, a Licença de Instalação (LI) autoriza, como o próprio nome diz, a instalação do empreendimento ou da atividade, de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos

aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes.

Por último, a Licença de Operação (LO) autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores e das medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para o funcionamento (Resolução Conama 237/1997).

Nos empreendimentos de maior impacto ambiental, é exigido um relatório robusto, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Para esse estudo, e para outros menos complexos, há grande utilização de bases cartográficas, imagens de satélite ou drone, cartas topográficas, mapas e informações oficiais, dados coletados em campo com GPS, fotos, dentre outros, para informar a localização dos empreendimentos.

A ferramenta utilizada para manipular todas essas informações com êxito no controle e no monitoramento ambiental é o geoprocessamento. O geoprocessamento representa qualquer tipo de processamento de dados que possui uma localização (x: longitude; y: latitude). Envolve técnicas e conceitos de cartografia, sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Os termos geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG) têm sido cada vez mais utilizados em nosso cotidiano, estimulados, mais recentemente, pelos aplicativos de rotas e localização. Resumidamente, pode-se dizer que SIGs são ferramentas que manipulam feições geográficas e seus atributos (ou registros que compõem um banco de dados) por meio de seu relacionamento espacial em softwares de mapeamento (pagos ou livres). A utilização de um SIG torna-se uma ferramenta importante no controle e no monitoramento ambiental, visto que pode proporcionar, além do armazenamento de imagens e informações, o cruzamento destas, permitindo, assim, uma visão mais ampla e precisa do local em estudo.

Por meio dessa importante ferramenta, é possível fazer todo o mapeamento do uso e da ocupação do solo e estabelecer quais serão os impactos sobre recursos hídricos, vegetação, fauna, áreas de preservação permanente, bem como estimar toda a parte de relação socioeconômica com as comunidades do entorno, os atrativos culturais, as comunidades tradicionais e outros aspectos que irão variar de acordo com o tipo e o porte do empreendimento e o local das intervenções. Ao utilizar esse sistema e os dados corretos, é possível minimizar ou mitigar certos impactos. Com isso, tem-se diminuição de custos e de tempo gasto nos estudos.

Não só os empreendedores e as consultorias ambientais utilizam os SIGs, mas também os analistas que avaliam os estudos ambientais (geógrafos, biólogos, engenheiros, advogados, dentre outros). Eles recebem os dados produzidos, analisam, em conjunto com as bases oficiais e, antes mesmo de fazer alguma visita em campo, já podem fazer avaliações prévias e tomar determinadas ações.

Exemplo em Minas Gerais

Em março de 2018 entrou em vigor, em Minas Gerais, a deliberação normativa 2017/2017, que estabelece critérios para classificação, segundo o porte e o potencial poluidor, bem como critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e de atividades utilizadoras de recursos ambientais.

Como inovação, essa norma trouxe o critério locacional, para o qual utiliza uma plataforma web denominada Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema). Por meio dela, é possível consultar informações ambientais e características georreferenciadas mais utilizadas do território, produzidas por órgãos ou entidades públicas federais, estaduais e/ou municipais, bem como instituições de ensino e pesquisa, organizações não-governamentais e instituições privadas.

Com essa plataforma, espera-se evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pela administração pública e usuários. Haverá inclusão, no licenciamento ambiental, da temática geográfica do espaço em que será possível verificar a existência de restrição ou vedação naquela região de estudo, de acordo com a legislação, conforme respectivas previsões legais. A regra avalia, por exemplo, a existência de unidade de conservação e corredores ecológicos, cavidade, áreas de conflito pelo uso de recursos hídricos, terras indígenas, entre outros fatores.

Diante de todos os benefícios citados na utilização do geoprocessamento nos estudos ambientais, pode-se afirmar que todo recurso empregado de forma correta para essas tecnologias torna-se um investimento para o empreendedor e para quem vai utilizar as informações. A tendência é que um número cada vez maior de informações esteja disponível, de forma mais precisa, atualizada e em escala melhor. Dessa forma, todos ganham – o empreendedor, os órgãos públicos, a sociedade e o meio ambiente.

Arquivo pessoal

Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega

Coordenador do programa de pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais e professor do programa de mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), bolsista de Produtividade em Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Graduado em Engenharia Cartográfica (Unesp, 1996), com mestrado e doutorado em Engenharia de Transportes (USP, 2002 e 2007), e pós-doutorado em Geoprocessamento (Mississippi State University, 2009). Atua em linhas de pesquisa relacionadas à inteligência geográfica aplicada ao planejamento de transportes. Desenvolveu modelos geográficos de suporte à decisão, atualmente em uso pelo Ministério dos Transportes e pelo Tribunal de Contas da União. Nos Estados Unidos, atuou entre 2008 e 2012 como pesquisador associado e como professor pesquisador, onde desenvolveu e compilou modelos de decisão por múltiplos critérios acoplados a sistemas de informação geográfica direcionados ao planejamento de transportes sob apoio do U.S. Department of Transportation e U.S. Department of Homeland Security.

Geoprocessamento: a importância de conhecer o onde, o quando e o quanto no planejamento e gestão territorial e na definição de políticas públicas

Denomina-se geoprocessamento o processo sistemático de empregar dados espaciais, ferramentas de análise e modelos para computar informações quantitativas e/ou qualitativas levando em consideração aspectos do contexto geográfico do fenômeno. Um dos grandes ganhos proporcionados pelo emprego do geoprocessamento é a introdução do "onde?" nas análises e processamentos de dados. Conhecer a localização de um fenômeno pode desencadear soluções importantes para o planejamento e para a gestão do território. De forma análoga, responder a questões como o "quando?" e o "quanto?" no planejamento e gestão territorial eleva a capacidade analítica na administração pública à condição de poder formular cenários preditivos e quantificar impactos negativos e positivos oriundos desses cenários, além de subsidiar a formulação de políticas públicas.

As decisões tomadas no processo de planejamento e gestão territorial são, em geral, complexas e intrínsecas. As intervenções físicas resultantes de um projeto viário, por exemplo, geram reflexos no contexto geográfico. De forma análoga, intervenções no contexto geográfico ou simplesmente na legislação ou na política que regem o território impactam diretamente no sistema de transportes. Analogias como a do caso do setor de transportes supracitado podem ser estendi-

das também aos setores de saneamento, educação ou mesmo saúde.

A complexidade das variáveis no processo de planejamento e gestão do território, bem como o volume de dados envolvido, requer o emprego de modelos computacionais para apoiar a tomada de decisão. Com isso, há uma crescente demanda pela utilização de técnicas de geoprocessamento como chave para os sistemas de suporte à decisão espacial. A demanda por informações espaciais estruturadas foi uma das principais responsáveis pelos avanços conquistados pelos Sistemas de Informação Geográfica nas últimas décadas. O estágio tecnológico atual, assim como a disseminação de dados geográficos e de ferramentas operando em plataformas pessoais, tem permitido a consolidação do emprego do geoprocessamento no processo de tomada de decisão.

Embora as administrações municipais, estaduais e federal tenham consciência da necessidade de modernizar o processo de formulação de argumentos para apoiar a correta tomada de decisão em planejamento e gestão territorial, o Estado ainda não se encontra aparelhado por instrumentos, modelos e recursos humanos adequados ao aprimoramento desse processo em muitos de seus setores.

Para o presente momento, com a maturidade dos sistemas de geoprocessamento como ferramentas de apoio ao planejamento e à gestão territorial, bem como com o rigor da política ambiental e a crescente demanda pela participação pública nos processos decisórios, é inadmissível aceitar que uma gestão pública esteja suscetível a repetir erros cometidos no passado sem que se busque por soluções modernas e integradas de como contorná-los.

Contudo, algumas iniciativas governamentais recorreram ao emprego de análises multicritérios apoiadas por modelos geoespaciais de processamento e análise de dados, visando aumentar a eficiência e reduzir os riscos e o tempo despendido no processo. Nesse contexto, encontra-se o projeto Geocontrole do Tribunal de Contas da União (TCU), que tem como objetivo permitir que o tribunal possa cumprir, efetivamente, com sua missão institucional de aprimorar a administração pública, notadamente no que se refere a assegurar o controle externo.

Cabe ao TCU a responsabilidade por analisar criticamente os projetos, dentre outros, de infraestrutura de transportes, de energia e de educação, em estudo e previstos, com a missão de assegurar a fiscalização e o emprego correto dos recursos públicos. Projetos dessa natureza encontram a obrigatoriedade de serem analisados e qualificados pelo TCU antes da publicação do edital público. Ocorre que o intervalo de tempo dado ao TCU para desenvolver as análises tem se mostrado incompatível com a complexidade dos estudos. A necessidade relatada pelos servidores do tribunal de utilizar metodologias capazes de promover, simultaneamente, o aperfeiçoamento do esforço empregado nas ações investigativas do tribunal, a redução dos custos operacionais dessas ações e também a maximização da qualidade do trabalho era notória.

Visando promover a inovação e a incorporação de avanços tecnológicos no escopo de suas atividades, uma parceria recente entre o Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o TCU foi instituída com foco no desenvolvimento de modelos de inteligência geográfica para análise e fiscalização de projetos de infraestrutura de naturezas complexas, como estudos de viabilidade para propostas de projetos ferroviários, rodoviários, aeroportuários, transmissão de energia e benfeitorias de educação. O trabalho desenvolvido pelo Instituto, por meio dessa parceria, teve o objetivo de atestar a eficiência da modelagem geográfica associada à análise multicritérios em estudos complexos realizados pelos auditores do Tribunal de Contas da União.

O trabalho mostrou enorme potencial de aplicação em controle externo. A ferramenta expande a forma como a análise é feita atualmente, quando se consideram somente as variáveis geográficas. A ferramenta permite que se avaliem as escolhas de políticas públicas como um todo, pois amplia a quantidade e o tipo de variável considerada e permite resumir, em um resultado gráfico, variáveis não quantificáveis ou que não podem ser monetizadas.

A solução permite a avaliação de localização ótima (de escolas, creches, hospitais e outros empreendimentos) e de traçado ótimo para obras lineares (rodovias, ferrovias, canais, linhas de transmissão, etc.). É esperado que as propostas de estudo que são encaminhadas ao TCU sejam contextualizadas geograficamente, analisadas e quantificadas por meio de cenários preditivos, de forma a assegurar que não ocorram remediações jurídicas futuras em decorrência da falta de planejamento e do controle externo deficitário.

Pixabay

O posicionamento da geotecnologia na prática, desafios e motivações do caminho a ser seguido na busca pela inteligência nas cidades.

A inapropriada utilização do termo georreferenciamento como sinônimo de geolocalização, geoinformação, geocodificação, cadastro, cartografia, dentre outros termos técnicos.

O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) agregando capacidade técnica e efetividade às práticas de gestão ambiental.

As possibilidades do uso de Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) ou Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas para aquisição e processamento de imagens, objetivando produtos cartográficos.

Reflexões sobre a geografia no contexto espacialista, análise espacial, inteligência espacial e geotecnologias a partir dos anos 1950, com histórico detalhado da geografia quantitativa e análise espacial.

Diversas técnicas de armazenamento de dados geográficos vêm sendo analisadas com o objetivo de utilizar as funcionalidades dos Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD).

A disponibilização e o maior acesso aos dados, com a criação recente do Portal de Dados Abertos, vêm fortalecendo o município de Belo Horizonte na construção de soluções com base nos preceitos de smart cities.

Geotecnologias para cidades inteligentes

Arquivo pessoal

Ademilson Jorge de Barros Monteiro

Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e bacharel em Informática pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Trabalha na área de geoprocessamento da Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (Prodemge).

Pedro Gomes Rodrigues

Paula Carvalho Nahas

Especialista em geoprocessamento e análise espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e especialista em Projetos pelo Instituto de Educação Tecnológica (Ietec). MBA em Gestão de Negócios pelo Ietec e bacharela em Turismo pelo Centro Universitário Newton Paiva. Trabalha na área de Geoprocessamento da Informação da Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (Prodemge).

Resumo

Impossível falar hoje de cidades inteligentes sem geotecnologias. Essas são utilizadas desde o planejamento, perpassando por todo o ciclo das ações e políticas públicas. Possibilitam o protagonismo dos cidadãos, melhoram a dinâmica da cidade e permitem o aperfeiçoamento do governo municipal em todas as suas instâncias. Neste artigo será visto o posicionamento da geotecnologia na prática, além de desafios e motivadores do caminho a ser seguido na busca pela inteligência nas cidades.

Palavras-chave:

cidade inteligente, smart city, geotecnologia, geoprocessamento, internet das coisas, IoT, big data, sensores, VGI, informação geográfica voluntária, gestão pública.

As cidades atuais vêm passando por importantes fenômenos transformadores. O forte crescimento demográfico é um dos maiores desafios. Já a revolução digital pode ser uma grande aliada para o planejamento e a gestão pública sustentável, em especial, ao considerar a necessidade de aprimoramento do uso do espaço urbano para enfrentar tal desafio.

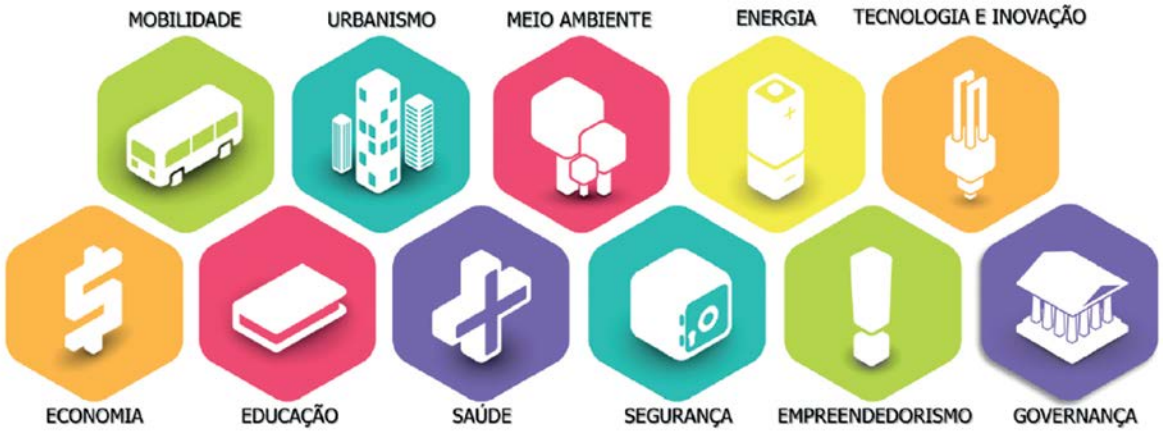
O urbano é um sistema complexo, composto por diferentes ambientes e cidadãos, no qual o planejamento e os mecanismos de tomada de decisão devem ser dinâmicos e considerar o sistema como um todo. A governança também deve evoluir, tratando os obstáculos como oportunidades para buscar novas maneiras de gerir e pensar as cidades.

A tecnologia é um fator indispensável na tentativa de acompanhar o ritmo de transformação da sociedade e para tratar a complexidade do sistema urbano, com foco permanente na sua melhoria, na qualidade de vida dos cidadãos e na melhor governança, com resultados concretos e positivos, além de ganhos de eficiência na administração municipal.

Uma boa notícia é que as inovações tecnológicas estão se tornando mais acessíveis, possibilitando que o poder público se modernize e dando espaço para que a iniciativa privada, organizações civis e até os próprios cidadãos passem, também, a desempenhar papel importante na busca por cidades melhores.

É nessa realidade que a geotecnologia vem sendo reconhecida e utilizada no planejamento, na elaboração e na gestão das políticas públicas. Dados georreferenciados e ferramentas de geoprocessamento estão cada vez mais presentes nas esferas públicas. Conhecer o espaço no qual as cidades estão inseridas se torna cada vez mais vital. Além disso, a utilização de informações geoespaciais atualizadas facilita a tomada de decisão em situações rotineiras e emergenciais nas áreas urbanas,

Figura 1 - Setores utilizados no Ranking Connected Smart Cities [1]



possuindo uma relação inseparável com o conceito de cidades inteligentes.

Um projeto de cidade inteligente visa ser benéfico ao cidadão, sendo que, para tal, deve ser implantado nas áreas de maior impacto diário para a vida da maior parcela da população.

De acordo com o Ranking Connected Smart Cities [1], os principais setores de atuação das cidades inteligentes são: mobilidade e acessibilidade; urbanismo; meio ambiente; tecnologia e inovação; economia; educação; saúde; empreendedorismo; governança; segurança; e energia (Figura 1).

Observa-se que a geotecnologia se aplica de forma direta ou indireta a todos eles. Como pensar nos dias atuais em mobilidade, urbanismo e meio ambiente sem pensar em geotecnologias? Elas podem, também, apoiar ações e políticas de segurança, saúde, educação, habitação, fiscalização e demais, conforme a necessidade, realidade e visão do gestor.

Conforme explanado por Gavlak [2], nota-se um novo olhar sobre as informações geográficas, vendo-as cada vez mais como fundamentais, desde o planejamento até a análise de dados, para ações em tempo real. Quando se começa a trabalhar com os dados de forma georreferenciada, os instrumentos e as possibilidades de gestão se ampliam. Esse novo olhar abre caminho para avanços na gestão pública, bem como incentiva a iniciativa privada e o meio acadêmico na busca por soluções para os problemas da sociedade.

Pensar de forma integrada

É preciso, no entanto, romper com a tradicional maneira de gerir e entender as cidades. Os projetos, assim como a gestão pública, precisam ser pensados de forma integrada. Afinal, se os problemas municipais são intersetoriais, as soluções também devem ser.

A tecnologia ajuda na quebra desse paradigma, possibilitando sair de uma visão setorial e começar a pensar de forma integrada e participativa. Hoje, nota-se o uso eficiente e dinâmico das informações, uma vez que a tecnologia provê meios que facilitam a coleta, integração e disseminação de dados, bem como a análise de diversas variáveis sobre um grande conjunto de dados, o chamado big data.

O uso de um banco de dados georreferenciado, com informações sistematizadas e integradas como um sistema de registro dos elementos espaciais que representam a estrutura urbana, é um importante instrumento do planejamento e fonte de informação para uma gama de análises. Com ele, o gestor municipal tem uma visão da realidade por meio de dados estratégicos confiáveis e mapeamentos atualizados, sendo esses, insumos valiosos para a tomada de decisão e para uma melhor definição das políticas públicas municipais.

Ferramentas como Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) — aliadas a bancos de dados georreferenciados, ferramentas de análise de grandes volumes de dados, ferramentas estatísticas, imagens de satélites e câmeras, dados alfanuméricos de diversas fontes e informações coletadas por sensores — possibilitam o tratamento de informações integradas e o cruzamento de dados para identificar padrões de comportamento, fraudes, impactos futuros de obras e intervenções urbanas, dentre outros.

A internet das coisas e o big data

Segundo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), no documento Caminho para as Smart Cities [3], sensores e dispositivos conectados fazem parte da base de uma cidade inteligente. A Figura 2 apresenta essa base,

que é composta ainda de uma boa infraestrutura de conectividade, de interfaces efetivas de comunicação com a população e as empresas, além da existência de Centros Integrados de Operação e Controle (Cioc).

Para que os serviços, portais, aplicativos e diversas soluções propostas para cidades inteligentes funcionem, é preciso o uso de dados gerados pelos sensores e por dispositivos conectados.

O Cioc, da mesma forma, recebe os dados de sensores, sistemas e demais dispositivos, processa e analisa esses dados em tempo real para monitoramento, distribuição das informações e tomada de decisões.

Para completar a base de uma cidade inteligente, uma boa infraestrutura de conectividade permite que os sensores e os dispositivos conectados alimentem, de forma adequada e no momento certo, as diversas soluções, como pode ser constatado em alguns exemplos citados neste artigo.

Dada a grande participação dos sensores e dos dispositivos conectados na "vida" de uma cidade inteligente, seu o conceito está intrinsecamente ligado ao de Internet das Coisas (IoT, do inglês internet of things), que é a infraestrutura de conexão e serviços providos pelas "coisas" (físicas e virtuais) conectadas. Segundo a Cartilha de Cidades do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) [4], "a aplicação de IoT em cidades pode trazer inúmeros benefícios aos cidadãos e à gestão pública, seja nas áreas de transporte e segurança, seja na eficiência energética, entre outras".

Outro conceito muito utilizado nos dias de hoje e que está igualmente relacionado às cidades inteligentes é o de big data. Com múltiplas finalidades, os sensores permitem obtenção de um volume muito grande de dados que, analisados geograficamente, em tempo real ou a partir de um histórico, permitem melhorar o dia a dia da cidade, antecipar eventos, prevenir e tratar incidentes, além de apoiar o planejamento e o desenvolvimento de serviços e políticas públicas. A Figura 3 ilustra alguns usos de sensores espalhados por uma cidade. Isso é ou não é big data?

Explorando um pouco mais a Figura 3, pode-se observar que semáforos inteligentes, por exemplo, permitem ser controlados remotamente para fechamento e abertura de acordo como o fluxo. Sensores de movimento e câmeras podem ser utilizados para segurança nas ruas e na gestão do trânsito. Na administração de recursos hídricos, sensores de pressão na tubulação podem monitorar o fluxo e identificar pontos de vazamentos. Os serviços de emergência podem utilizar-se de dispositivos de GPS para otimização de rotas. Diversas soluções podem ser sugeridas a partir de itens citados na figura, que são apenas alguns dos muitos a serem explorados nessa imensidão de informações que é uma cidade.

Figura 2 - Base da smart city [3]

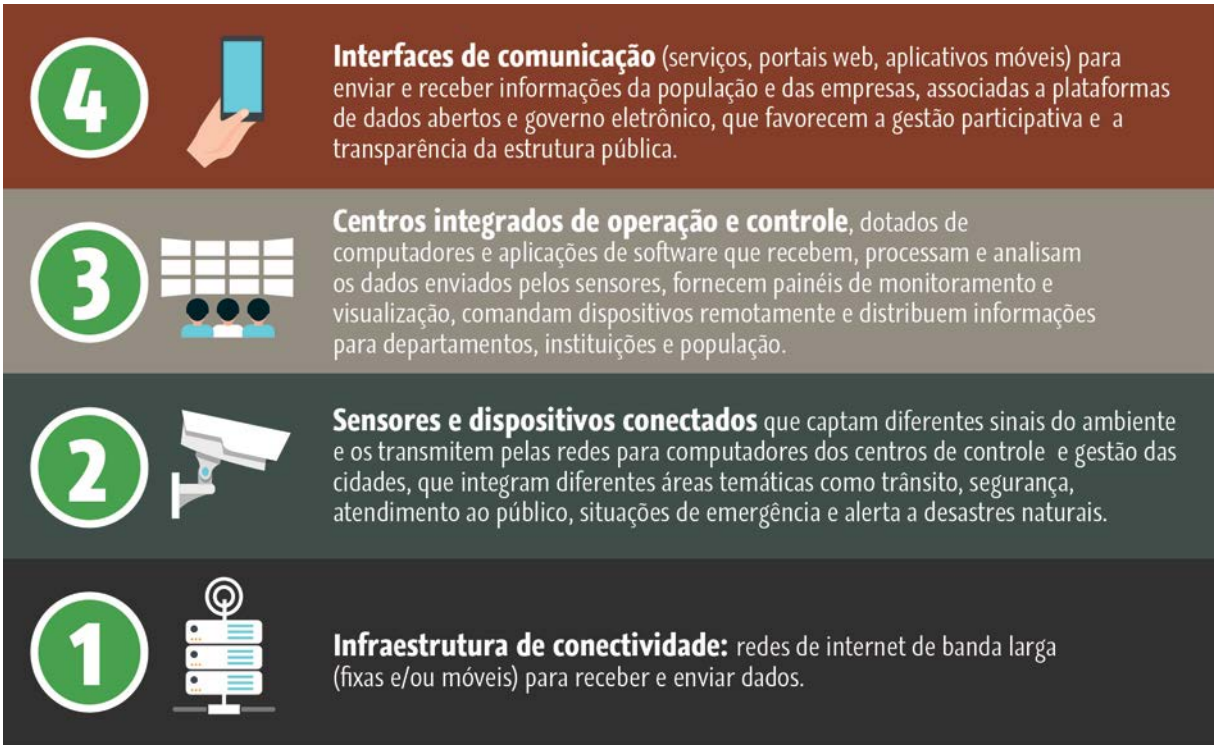
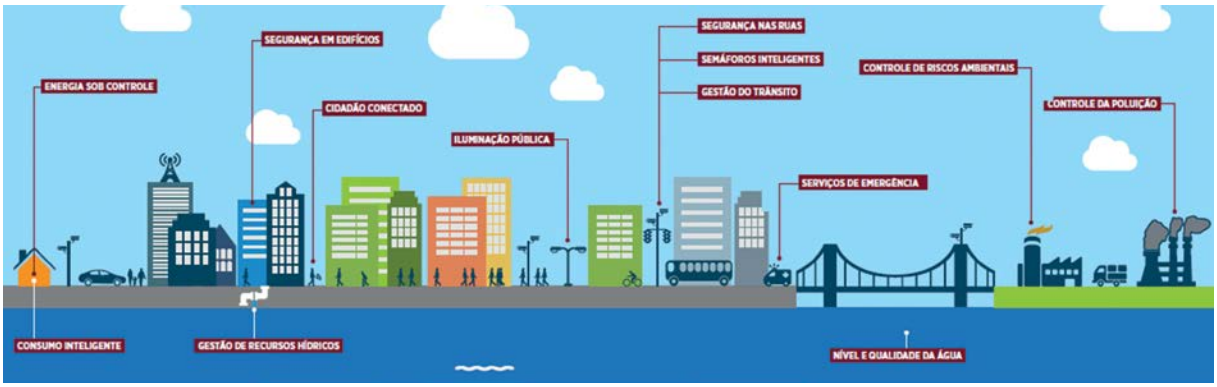


Figura 3 - Sensores transformam a vida dos cidadãos (adaptado do documento Caminho para as Smart Cities [3])



Para não reinventar a roda

É interessante conhecer as soluções que têm sido adotadas quando o assunto é cidade inteligente. Algumas simples, outras nem tanto... Precisamos inventar algo novo para dizer que estamos no caminho da inteligência? Uma boa maneira de ser inteligente é aproveitar as boas ideias e trazê-las para o dia a dia de nossas cidades, extraindo os benefícios de acordo com a realidade local. São apresentadas algumas das práticas e ideias onde a geotecnologia faz parte ou é o cerne da solução.

Mobilidade

Um exemplo simples, que usa informações geográficas como locais de paradas, fluxo e posicionamento dos veículos, é o ponto de ônibus inteligente, que oferece ao usuário do transporte público uma previsão da chegada do ônibus de sua linha de interesse, solução presente em cidades como Belo Horizonte (Brasil) e Barcelona (Espanha). Em Barcelona, os pontos de ônibus inteligentes, além de informar previsões de chegada, oferecem informações turísticas, recarga de bateria para dispositivos móveis e servem como pontos gratuitos de Wi-Fi.

Para usuários de transporte privado ou coletivo, tem-se como exemplo a gestão de trânsito com câmeras, sensores, rede de semáforos controlados remotamente ou modificados automaticamente a partir de informações coletadas em tempo real. Tais sistemas existem em Bogotá e Medellin (ambas na Colômbia), assim como em Santander (Espanha) e Nova Iorque (Estados Unidos). As informações podem, ainda, ser usadas para planejamento de sentido de vias, posicionamento de semáforos e de controladores de velocidade, mapeamento de áreas de estacionamentos, restrições de trânsito, entre outras funções.

Em Bogotá, foi implantado um sistema integrado de transporte público coletivo, incluindo corredores exclusivos integrados a rotas de ônibus menores, ciclovias, uso de semáforos inteligentes, câmeras de monitoramento e um aplicativo para facilitar o uso do transporte público. Notou-se que o transporte público vem atraindo cada vez mais cidadãos.

Em Nova Iorque, foram usadas ferramentas de análise, sistemas de informações geográficas e simulação de modelos para atuar na redução de congestionamentos de trânsito, mudando o tempo de abertura e fechamento de semáforos.

Resíduos urbanos

Algumas cidades como Itu (SP), Santander e Barcelona possuem sistemas de descarte de resíduos que utilizam sensores para monitorar o volume dos contêineres e as características do material depositado, permitindo melhor gestão das rotas de coleta e melhor planejamento da localização dos pontos de descarte.

Em Itu, o sistema de coleta seletiva utiliza sensores que, além de avisarem quando está chegando ao limite, indicam a necessidade de reparos ou substituição. É um projeto de 3.300 lixeiras inteligentes, por meio de uma Parceria Público Privada (PPP).

Segurança e emergência

Na área de segurança, a análise da ocorrência de crimes a partir de dados georreferenciados permite maior eficiência no trabalho de repressão e investigação, bem como no planejamento das atividades de policiamento ostensivo e preventivo. Sistemas de GPS, sensores e câmeras podem ser utilizados para monitoramento, localização de incidências e roteamento dos veículos de serviços de segurança e emergência. Modernização da polícia e integração de sistemas de segurança são encontrados em Buenos Aires (Argentina), Medellín, Santander e Nova Iorque. Exemplos brasileiros são Niterói (RJ) e Canoas (RS).

Em Buenos Aires, houve uma modernização da polícia e de seus protocolos operacionais buscando enfrentar o alto índice de criminalidade. Integração dos sistemas de

emergências, incorporação de novas tecnologias, veículos conectados e melhorias na gestão do Centro Único de Coordenação e Controle de Emergências (CUCC) foram algumas das ações nesse sentido.

Sistema de detecção de tiros, com uso de sensores de ruído, faz parte de soluções de inteligência adotadas em Santander e Nova Iorque, mas também foi implantado em Canoas. Em Niterói, por sua vez, um sistema de alertas, por meio do uso de botões de pânico em pontos fixos e móveis instalados em smartphones de agentes de segurança, permite informar rapidamente às forças de segurança situações de emergência.

Saúde

Dados de saúde georreferenciados podem auxiliar na visualização espacial e identificação de áreas de vulnerabilidade, no controle de endemias e em ações dos diversos agentes do sistema de saúde. Em São Francisco (EUA), um mapa interativo on-line ajuda a identificar áreas da cidade sujeitas a efeitos de calor extremo, o que possibilita evitar problemas de saúde durante ondas de calor.

De forma integrada, na prática

Apesar da eficácia de ações isoladas, uma abordagem colaborativa e integrada das diversas ações deve ser o cérebro de uma cidade inteligente. Um dos elementos básicos a se considerar para trabalhar dessa forma na prática é a existência de centros integrados de operação e controle (Cioc), que já foram citados anteriormente.

Um dos exemplos é o Centro de Operações Rio (COR), no Rio de Janeiro, onde "vários órgãos (secretarias municipais e concessionárias de serviços públicos) estão integrados para monitorar a operação da cidade e minimizar seus impactos na rotina do cidadão ou durante a realização de grandes eventos". Utiliza-se de alta tecnologia para o gerenciamento das informações fornecidas pelas agências integradas, sensores estrategicamente posicionados, câmeras da prefeitura, de concessionários de serviços públicos e da Secretaria de Estado de Segurança Pública [5].

Outro exemplo é o Centro Integrado de Operações de Belo Horizonte (COP-BH), que tem como objetivo ser um centro integrador, coordenador e inteligente, que otimize recursos das diversas instituições para resposta ágil e resolutiva na prevenção e na predição de problemas públicos de segurança, ordem pública, mobilidade, serviços urbanos, defesa civil, emergência em saúde, dentre outros [6].

Pensar de forma participativa

Outro ponto a destacar quando se fala em cidades inteligentes é a colaboração do cidadão no processo de construção de um novo modelo de gestão. Iniciativas nesse sentido já existem, por exemplo, em Vitória (ES), onde os cidadãos opinam sobre a conectividade e os desafios do município. Em Madrid (Espanha), os cidadãos foram envolvidos em um projeto de cidade inteligente para elaboração de um novo modelo de gestão, indicando o que precisava ser mudado e acompanhando as iniciativas por meio de sistemas de relacionamento com o cidadão.

Mas além da participação com ideias, sugestões, acompanhamento e como principal favorecido pelos benefícios entregues pelos projetos, o cidadão pode participar, também, da obtenção de dados georreferenciados a partir de informações fornecidas pelos próprios, informações que não estariam disponíveis na mesma escala por meios tradicionais. O principal instrumento seria o smartphone, que hoje contém diversos sensores e recursos sofisticados, dentre eles o GPS, além de facilidade de conexão, câmera fotográfica e vídeo de alta qualidade.

A evolução tecnológica e as mudanças culturais contribuem para que, cada vez mais, os usuários produzam e gerenciem dados de novas formas, a exemplo da Wikipédia, do YouTube e, no caso de informações geográficas, do OpenStreetMap.

A participação dos usuários pode acontecer de diversas maneiras, bem como devem ser levados em conta o tipo de envolvimento esperado, seus dispositivos e desafios, tais como a perda gradual de interesse [7].

Uma dessas formas é por meio do que é chamado de Informação Geográfica Voluntária (VGI, do inglês Volunteered Geographic Information). Em alguns casos, a VGI pode ser a principal fonte de dados, de forma que seus usuários informem detalhes da área mapeada [8]. Os dados podem referir-se à manutenção, eventos ocorridos, mapeamento e demais informações referentes ao ambiente considerado, por exemplo, uma cidade. Assim, se for indicado que, em um dado local, há um buraco na via, um novo comércio ou qualquer outra informação, o GPS do equipamento irá identificar as coordenadas e possibilitar que o sistema receba o dado já georreferenciado. Sistemas de VGI podem lidar com informações em tempo real, a exemplo do que acontece quando um usuário do Waze informa que em determinado ponto ocorreu um acidente de trânsito.

O uso de VGI vai ao encontro da necessidade de lidar com dificuldades como escassez de recursos financeiros e de qualificação de mão de obra, além de empoderar a população ao torná-la responsável pela produção, disponibilização, manutenção dos dados e, principalmente, protagonista da solução.

A participação voluntária, como o próprio nome sugere, é uma forma ativa de disponibilização de dado por parte dos usuários. Mas existem ainda formas passivas, tal

como acontece com um usuário que está sendo "monitorado" quanto à sua localização e velocidade para identificar pontos de retenção pelo simples fato de entrar no Waze, tomando-o mais uma vez como exemplo.

Outro exemplo de participação passiva é a utilização de posts em redes sociais para estudar a dinâmica e o comportamento social [9], prática conhecida como sensoriamento participativo. Tais práticas colaborativas devem ser sempre consideradas, dada a popularização do acesso a redes de comunicação de dados móveis e a dispositivos equipados com GPS.

Para utilizar a roda

O caminho para haver uma cidade inteligente não é fácil, muito menos curto. É preciso entender o município, suas peculiaridades e reais condições, desafios e oportunidades. Deve-se começar com pequenos passos, mas que demandam planejamento e esforço, além de capacidade de execução. É importante ter uma visão definida da cidade que se deseja, pensar em uma proposta multissetorial e, assim, elaborar um plano de implementação, além de pensar em parcerias

Vencendo a barreira financeira

Uma das maiores barreiras é a sustentabilidade financeira dos projetos. Pode-se considerar, inicialmente, a possibilidade de priorizar os projetos de mais baixo custo, incluindo aqueles com participação do cidadão e da iniciativa privada, em especial as startups.

Deve-se observar, no entanto, que alguns projetos visam ao desenvolvimento sustentável, ofertando serviços mais eficientes, levando ao crescimento urbano e à equidade fiscal, de maneira que gere aumento de receitas municipais e diminuição de custos dos serviços prestados à coletividade. Nessa linha,é preciso buscar os meios necessários para o seu financiamento, considerando que o retorno virá em longo, médio e até em curto prazo.

Para bons projetos, existem boas opções de financiamento, suporte de agências e bancos de desenvolvimento, apoio de órgãos de fomento à pesquisa e inovação, além da possibilidade de Parcerias Público-Privadas (PPPs). Essas podem e devem ser consideradas uma vez que a infraestrutura existente no espaço urbano não é de responsabilidade exclusiva do governo, a exemplo das redes de distribuição de energia, água, telefone, esgoto, dentre outras, bem como dos postes, válvulas, torres e demais elementos de apoio.

Além do exemplo já citado para coleta seletiva na cidade de Itu, outro com o uso de PPP é o caso do modelo da iluminação pública inteligente de Belo Horizonte (MG). Nele, está prevista a substituição das atuais lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED inteligentes. A manutenção e a modernização ficam a cargo de uma concessionária de empresas privadas, que deverá implantar um sistema de gestão para controlar remotamente as luminárias. Com o uso de luminárias inteligentes conectadas à rede, abre-se uma série de possibilidades voltadas para cidades inteligentes. Esses exemplos mostram que o uso de PPP já é uma realidade no Brasil para vencer a barreira financeira.

Vencendo a barreira tecnológica

Outro obstáculo pode ser a própria tecnologia. Ineficiência nos processos, defasagem e, consequentemente, baixa confiabilidade das informações, desatualização tecnológica e de infraestrutura são parte da realidade de muitos governos municipais.

Com o avanço e a diversificação das metodologias e tecnologias, deve-se considerar que os serviços voltados ao geoprocessamento — tais como o imageamento e o cadastramento — estão hoje mais acessíveis à gestão pública.

O uso de softwares gratuitos e de código aberto deve ser ponderado, a exemplo do QGIS, um Sistema de Informações Geográficas robusto, moderno e que possibilita análises complexas, além de agregar uma gama de soluções em geotecnologia.

Outros exemplos de softwares gratuitos e muito bem conceituados são PostgreSQL, um sistema gerenciador de banco de dados e seu módulo PostGIS, que lida com informações geográficas; o servidor de mapas GeoServer; frameworks para construção de mapas em sistemas, tais como Leaflet e OpenLayers; ferramentas de mapas e APIs (Application Programming Interface) do OpenStreetMap, Cesium e Google — Google MyMaps, Google Earth, Google Maps, Google Fusion Tables.

Vencendo a barreira cultural

A questão cultural também deve ser considerada. Como explanado, estamos presenciando uma quebra de paradigma no âmbito da gestão pública municipal; mas ainda nota-se a carência de equipes qualificadas, multidisciplinares e interligadas, bem como a falta de credibilidade do cidadão na continuidade das ações de governo.

Nessa questão, vários aspectos devem ser considerados. A popularização das geotecnologias, a disseminação do conceito das cidades inteligentes, a simplificação do fluxo da geoinformação, a facilidade e agilidade de aprender — em especial devido ao fácil acesso a informações e à desenvoltura dos meios de aprendizagem —, todos são motivadores para vencer essa barreira. Mas, em especial, destaca-se o fato de que a dissolução dos avanços voltados à cidade inteligente em futuros governos dificilmente acontecerá, dado o legado deixado à popula-

ção e devido à segurança, eficiência e aprimoramento que tais soluções oferecem.

Trazendo o cidadão para o jogo

Os benefícios devem ser percebidos pela população, os projetos devem ser importantes para a melhoria das condições de um serviço específico, mas também para motivar o seu uso por parte do cidadão. A interação com o cidadão deve, assim, ter papel de destaque num projeto de cidade inteligente, por meio do fornecimento de informações que o levem a perceber a melhoria e a buscar cada vez mais os recursos e serviços oferecidos.

Portais de serviços pela web, sistemas de informação e dados abertos devem ser considerados. Mas, em especial, uma boa forma de interação seria por meio do uso de aplicativos [10].

Por fim, o círculo virtuoso

As lições aprendidas com os projetos das cidades inteligentes nos mostram que a prestação de bons serviços pode melhorar a vida das pessoas, além de alterar positivamente a dinâmica de uma cidade. As soluções, mesmo aquelas que podem parecer pequenas e simplistas, preparam a cidade para a implantação futura de sistemas mais inteligentes, possibilitando que a cidade seja cada vez mais sustentável.

É constante — e nunca deve ser esquecida — a necessidade de avaliar os resultados alcançados até o momento, compartilhar experiências com outras cidades e com a iniciativa privada para alimentar novos planejamentos, visando à melhoria contínua. A geoinformação e o poder das geotecnologias podem e devem ser importantes instrumentos na construção desse círculo virtuoso de desenvolvimento das cidades inteligentes.

Referências

[1] Urban Systems (2017). **Ranking Connected Smart Cities**. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/113h0xk71n8b7qr/Ranking_CSC_2017.pdf?dl=0>. Acesso em 19/04/2018.

[2] Gavlak, A. (2015). **"Inteligência Geográfica na Gestão Pública"**. In Revista MundoGEO, Edição 82. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2015/07/15/inteligencia-geografica-na-gestao-publica/>. Acesso em 10/04/2018.

[3] Banco Interamericano de Desenvolvimento — BID (2016). **Caminho para as smart cities: da gestão tradicional para a cidade inteligente**. Disponível em: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7743/Caminho-para-as-smart-cities-Da-gestao-tradicional-para-a-cidade-inteligente.pdf>. Acesso em 15/04/2018.

[4] Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social — BNDES (2018). **Cartilha de Cidades**. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/db27849e-dd37-4fbd-9046-6fda14b53ad0/produto-13-cartilha-das-cidades-publicada.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m7tz8bf>. Acesso em 10/04/2018.

[5] Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (2018). **Centro de Operações Prefeitura do Rio**. Disponível em: <http://centrodeoperacoes.rio/>. Acesso em 04/05/2018.

[6] Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2018). **COP-BH: Gestão Integrada e Inteligente de Problemas Públicos de Belo Horizonte**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/projetosestrategicos/gestaointegradaeinteligente>. Acesso em 04/05/2018.

[7] Mateveli, G. V.; Machado, N. G.; Moro, M. M.; Davis Jr., C. A. (2015). **"Taxonomia e desafios de recomendação para coleta de dados geográficos por cidadãos"**. In XXX Simpósio Brasileiro de Banco de Dados. Petrópolis, Brasil, pp. 105–110. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305503551_Taxonomia_e_Desafios_de_Recomendacao_para_Coleta_de_Dados_Geograficos_por_Cidadaos>. Acesso em 02/05/2018.

[8] Loti, B. S.; Lisboa, M. H. M.; Silva, P. L.; Dias, V. E. C.; Oliveira, G. D.; Miranda, G. H. B.; Martins, G. S.; Monteiro, C. R.; Rodrigues, L. F.; Sperandio, V. G.; Mendes, V. F.; Lisboa-Filho, J. (2017). **"Informação Geográfica Voluntária como fonte de dados para cartografia básica de municípios de pequeno porte"**. In XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC). Rio de Janeiro, Brasil, pp. 1–5. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/2017/trabalhos/6/fullpaper/CT06-20_1505824505.pdf >. Acesso em 02/05/2018.

[9] Silva, T.H.; Vaz de Melo, P.O.S.; Almeida, J.M.; Loureiro, A.A.F. (2014). **"Large-scale study of city dynamics and urban social behavior using participatory sensing".** In IEEE Wireless Communications, vol. 21, no. 1, pp. 42–51. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6757896&isnumber=6757884>. Acesso em 02/05/2018.

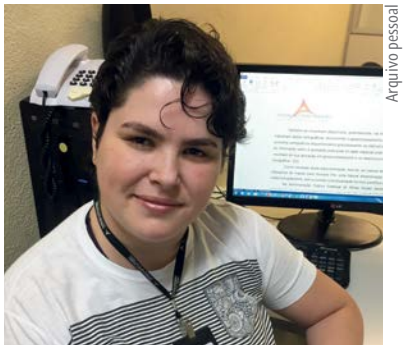
[10] Monteiro, A. J. B.; Ferreira, F. S. (2016). **"Aplicativos Inteligentes, Cidades Inteligentes"**. In Revista Fonte. Belo Horizonte, Brasil, vol. 12, pp. 73-77. Disponível em <https://www.prodemge.gov.br/revista-fonte/Publication/17-Cidades-inteligentes-praticas-colaborativas#page/74>. Acesso em 06/04/2018.

Georreferenciamento: conceituar é preciso

Arquivo pessoal

Aliane Motta Baeta

Engenheira agrimensora pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Minas Gerais (1981), possui graduação em Comunicação Social pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG / 1992), especialização em Engenharia Sanitária pela UFMG (1983) e mestrado em Tratamento da Informação Espacial pela Pontifícia Universidade Católica (PUC) de Minas Gerais (1999). É servidora pública estadual desde 1982, pesquisadora em Ciência e Tecnologia (C&T) na área de Ciências da Terra/Geociências/Ciências Geodésicas. Trabalhou na Plambel e no IGA/IGTEC, onde foi diretora de Geografia e Geomática (2007 a 2010), diretora de Pesquisa e Desenvolvimento (2011 a 2013) e diretora de Ciências Geodésicas e Ordenamento Territorial (2014-2016). Está na Fundação João Pinheiro desde 2017, onde trabalha com mapeamento básico sistemático, consolidação da infraestrutura estadual de dados espaciais e densificação da demarcação de limites municipais em Minas Gerais.



Arquivo pessoal

Kelly Dayse de Sousa Fonseca

Engenheira agrimensora pela Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (Feamig /2015), com curso técnico em Construção Civil pelo Senai – Centro de Formação Profissional Paulo de Tarso (2006). Trabalhou para a empresa Trato – Traçado e Topografia LTDA (2005 a 2013), integrou o corpo técnico da Diretoria de Ciências Geodésicas e Ordenamento Territorial do Instituto de Geoinformação e Tecnologia (IGTEC/2014 a 2016) e, desde de 2017, atua como engenheira agrimensora da Diretoria de Informação Territorial e Geoplataformas da Fundação João Pinheiro. Em 2018, passou a trabalhar também na Feamig, onde atua como tutora do curso técnico em Agrimensura EAD do Centro de Formação Tecnológica de Minas Gerais (Centromig).

Arquivo pessoal

Leonardo Santos Costa

Engenheiro agrimensor pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Minas Gerais (1979). Possui Especialização (Lato Sensu) em Análise Espacial e Cartográfica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG). É pesquisador em Ciência e Tecnologia (C&T) na Área de Ciências Geodésicas/Mapeamento Básico/Demarcação e Certificação de Limites Municipais e Distritais. Pertenceu aos quadros do Instituto de Geociências Aplicadas (IGA) e, desde 2017, está na Fundação João Pinheiro (FJP), onde trabalha com demarcação e certificação de limites municipais e distritais em Minas Gerais.

Arquivo pessoal

Lincoln Diniz Carvalho

Engenheiro agrimensor pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Minas Gerais (1988), graduado em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia Kennedy (1990) com mestrado em Ciências Geodésicas (geodésia celeste) pelo Departamento de Geociências da Universidade Federal do Paraná (UFPR /1999). É pesquisador em Ciência e Tecnologia (C&T) do Instituto de Geoinformação e Tecnologia IGA/Cetec. Tem experiência na área de Geodésia, com ênfase em GNSS, atuando principalmente nos seguintes temas: geodésia, cartografia básica, geodésica celeste, GNSS, fotogrametria e geocartografia. Está na Fundação João Pinheiro desde 2017, onde trabalha com mapeamento básico sistemático, consolidação da infraestrutura estadual de dados espaciais e densificação da demarcação de limites municipais em Minas Gerais.

Resumo

A inexistência de um mapeamento básico sistemático atualizado, em Minas Gerais, impõe a necessidade de se produzir bases de dados espaciais e informações cartográficas secundárias, obtidas por meio de geoprocessamento. A polissemia de termos técnicos que foram banalizados pelo uso de programas e bases de dados gratuitas, disponíveis na internet, penetraram os órgãos da administração pública estadual, causando preocupação quanto ao uso indevido desses termos em colóquios, editais e documentos oficiais. Georreferenciamento é o termo discutido neste artigo e sua inapropriada utilização como sinônimo de geolocalização, geoinformação, geocodificação, cadastro, cartografia, dentro outros termos técnicos.

Palavras-chave:

georreferenciamento, geolocalização, geoinformação, geoprocessamento, geoplataforma, mapeamento básico sistemático, cadastro, plano cartográfico, infraestrutura de dados espaciais, administração pública estadual.

A inexistência de investimento na construção de um mapeamento básico sistemático atualizado para o Estado de Minas Gerais vem produzindo muitos dramas na administração pública estadual. As instituições, para cumprirem sua missão finalística, vêm trabalhando com mapeamentos territoriais sistemáticos desatualizados, ou atualizados apenas pontualmente, dificultando o planejamento e a gestão deste estado bastante extenso.

Minas Gerais possui área de 586.783,23 km^2, quarta posição de grandeza dentre os demais estados brasileiros, menor apenas que o Amazonas, Pará e Mato Grosso. A área de Minas Gerais é superior à da França, país de maior dimensão da Europa Ocidental.

Além da extensão territorial, é conhecida, em prosa e verso, a heterogeneidade das características físicas do Estado, aumentando a complexidade do mapeamento básico necessário. Minas são muitas, é a frase da literatura de Guimarães Rosa, que expressa bem nossa magnitude. É evidente que são vultosos os recursos financeiros necessários para a construção de um mapeamento básico sistemático de qualidade para um estado desse porte. É evidente, também, que a administração pública estadual vem trabalhando com soluções cartográficas paliativas, porém necessárias para a representação territorial das suas missões finalísticas, que não podem parar.

Há, contemporaneamente, uma vastidão de ofertas de todos os tipos de mapeamentos globais e visualizações disponíveis na internet, sendo que alguns são provenientes de empreendimentos privados, como, por exemplo, o Google Earth, e outros provenientes de instituições públicas, como o United States Geological Survey (USGS).

Também se encontram disponíveis, gratuitamente, na internet, uma série de programas que trabalham dados cartográficos, favorecendo o geoprocessamento não profissional. Mas a maioria dos produtos cartográficos disponibilizados gratuitamente na internet não possui metadado, e a ausência de informação sobre a qualidade posicional do dado espacial pode comprometer a conformidade e o resultado de sua aplicação em geoprocessamento e no desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Como resultado dessa disponibilização, tem-se, ao mesmo tempo que uma popularização das utilizações de mapas para diversos fins, uma natural disseminação de termos que são utilizados indiscriminadamente, sem a correta contextualização técnico-científica ou legal.

Na administração pública estadual de Minas Gerais também se percebe a utilização polissêmica de diversos termos técnicos, sem a devida contextualização técnico-científica ou legal. Utilizam-se, indiscriminadamente, os termos geoinformação, dados espaciais, mapa, cartografia, cadastro, georreferenciamento, dentre outros, tanto em linguagem coloquial quanto em documentos oficiais, sem a apropriada conceituação.

Polissemia e atribuições

É necessário evitar que se confundam as atribuições entre os órgãos da administração pública estadual. A eficiência do serviço público depende de uma gestão onde as atribuições estejam muito bem delimitadas e entre as quais se criem sistemas de cooperação, não de concorrência.

Um termo utilizado inapropriadamente por qualquer uma das instituições da administração pública estadual pode aparentar que se está entrando em atribuições alheias e gerar tensão interinstitucional. Além disso, o uso indevido de termos técnicos, em edital de licitação pública, pode trazer sérios transtornos.

Quanto mais banalizados forem os termos empregados na linguagem institucional, mais necessário se faz conceituá-los, para buscar clareza no entendimento acerca da real distribuição das atribuições do Estado pelos órgãos da administração pública estadual. O cuidado com a correta utilização dos termos técnicos facilita a compreensão de conteúdos de comunicação, previne as tensões interinstitucionais e potencializa as cooperações intersetoriais.

Na era da informação e do conhecimento, governar pode ser definido como planejar, gerir, legislar, fiscalizar e tomar decisões que afetam toda uma sociedade e um território, de forma eficiente e coordenada. Quanto maior for o acervo e o acesso ao conhecimento e às informações

acerca de um problema, maior será a possibilidade de acerto na decisão a ser tomada.

Organizar uma infraestrutura de dados espaciais, de maneira a padronizar, disponibilizar e compartilhar bases cartográficas sistemáticas multifinalitárias, que permitam a representação de dados estatísticos no espaço territorial a partir de um componente espacial (geoinformação) é, na atualidade, uma condição imprescindível a um governo que trabalha para o interesse público.

Nesse sentido, a organização de uma infraestrutura de dados espaciais, capacitada ao compartilhamento eficiente de informações, é instrumento da democracia. Para se governar um Estado com eficiência, é necessário construir uma base cartográfica oficial, multifinalitária e disponibilizá-la para a integração de dados e decisões, de maneira a proporcionar diálogo objetivo da administração pública com a sociedade.

As comunidades virtuais e o ciberespaço, cada vez mais, formatam novos patamares de relacionamentos e de mercado, mas é do Estado a atribuição de fiscalizar e executar a legislação vigente, em seus diversos níveis e eixos.

O fornecimento de mapeamento básico e de indicadores confiáveis são obrigações inerentes ao Estado, por ser este o detentor do poder de chancelar e atribuir caráter oficial às informações acerca de seu território.

A legislação que envolve dados espaciais necessita que estes sejam suportados por uma base cartográfica que ampare e integre os registros dos diversos elementos do território, capacitando a identificação e a gestão de conflitos de uso.

O custo ou a gratuidade de informações para o cidadão depende de uma política de Estado e de um programa de governo, que incorpora em seu processo decisório muitos dramas consubstanciados pela conjuntura econômica.

Mas é ponto pacífico o entendimento de que a administração pública estadual necessita de uma base cartográfica oficial, sistemática, multifinalitária, confiável, unificada e com capacidade para suportar as aplicações computacionais que garantam a integração das informações setoriais e/ou sistêmicas do governo estadual, amparadas na legislação vigente.

A maior parte da legislação brasileira envolve dados espaciais que necessitam de suporte cartográfico, que represente e integre os registros dos diversos elementos do território, capacitando a identificação de conflitos do uso da terra.

Onde estão os conceitos

A Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais (Iede), gerida pela Fundação João Pinheiro e instituída no âmbito do poder Executivo pelo decreto estadual nº 45.394, de 10 de junho de 2010, possui os seguintes objetivos:

I - promover o adequado ordenamento na geração, armazenamento, acesso, compartilhamento, disseminação e uso dos dados geoespaciais de origem estadual, em proveito do desenvolvimento de Minas Gerais;

II - promover a utilização dos padrões e normas homologados pela Comissão Nacional de Cartografia na produção dos dados geoespaciais pelos órgãos e entes públicos estaduais; e

III - evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pela administração pública, por meio da divulgação dos metadados relativos a esses dados disponíveis nos órgãos e entes públicos estaduais.

O decreto estadual, em seu artigo 2º, conceitua os seguintes termos, para os fins desse decreto:

• dado ou informação geoespacial: aquele que se distingue essencialmente pelo componente espacial, que associa a cada entidade ou fenômeno uma localização na Terra, traduzida por sistema geodésico de referência, em dado instante ou período de tempo, podendo ser derivado, dentre outras fontes, das tecnologias de levantamento, inclusive as associadas a sistemas globais de posicionamento apoiados por satélites, bem como de mapeamento ou de sensoriamento remoto;

• metadados de informações geoespaciais: conjunto de informações descritivas sobre os dados, incluindo as características do seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, integração e disponibilização, bem como possibilitar a sua busca e exploração;

• Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais (Iede): conjunto integrado de tecnologias, políticas, mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento, padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem estadual.

Para a operacionalidade da Iede, o decreto institui ainda:

• Rede Mineira de Distribuidores de Dados Geoespaciais – RMDDG: sistema de servidores de dados distribuídos na rede mundial de computadores, capaz de reunir eletronicamente produtores, gestores e usuários de dados geoespaciais, com vistas ao armazenamento, compartilhamento e acesso a esses dados e aos serviços relacionados; e

• Portal Mineiro de Dados Geoespaciais – PMDG: portal que disponibiliza os recursos da RMDDG, para publicação ou consulta sobre a existência de dados geoespaciais, bem como para o acesso aos serviços relacionados existentes.

É importante ressaltar que o decreto estadual entende que dados estatísticos podem, a critério do órgão produtor, ser considerados como dados geoespaciais; ou seja, se ao dado estatístico for agregado o componente espacial, ele passa a ser um dado geoespacial.

Então, tem-se que o condicionante de uma informação espacial é conter um componente espacial atrelado a uma entidade geométrica.

Enfatiza-se, também, que o decreto caracteriza o dado geoespacial oficial como aquele homologado pelos órgãos competentes da administração pública.

Diferenças entre geolocalização, georreferenciamento e cadastro

O mapeamento básico territorial está sujeito a uma série de normas e padrões estabelecidos dentro do Sistema Geodésico Brasileiro. Em todo mapeamento é inerente uma incerteza posicional, proporcional à escala e/ou resolução.

A legislação cartográfica brasileira estabelece padrões de erros admissíveis para o produto cartográfico, que deve ser divulgado em metadado, de maneira a municiar o usuário sobre os limites de sua aplicabilidade. Quanto maior a qualidade posicional do produto cartográfico, mais confiáveis são os resultados dele extraídos.

De uma maneira geral, em cartografia, a acurácia se refere aos erros tanto sistemáticos como aleatórios, e a precisão se refere aos erros aleatórios. Entende-se por erro sistemático aquele proveniente de fontes conhecidas e que pode ser eliminado ou compensado. Por erro aleatório entende-se aquele de causas desconhecidas e incoerentes. O Padrão de Exatidão Cartográfica é um índice, estabelecido em legislação federal, que determina a qualidade posicional do produto cartográfico.

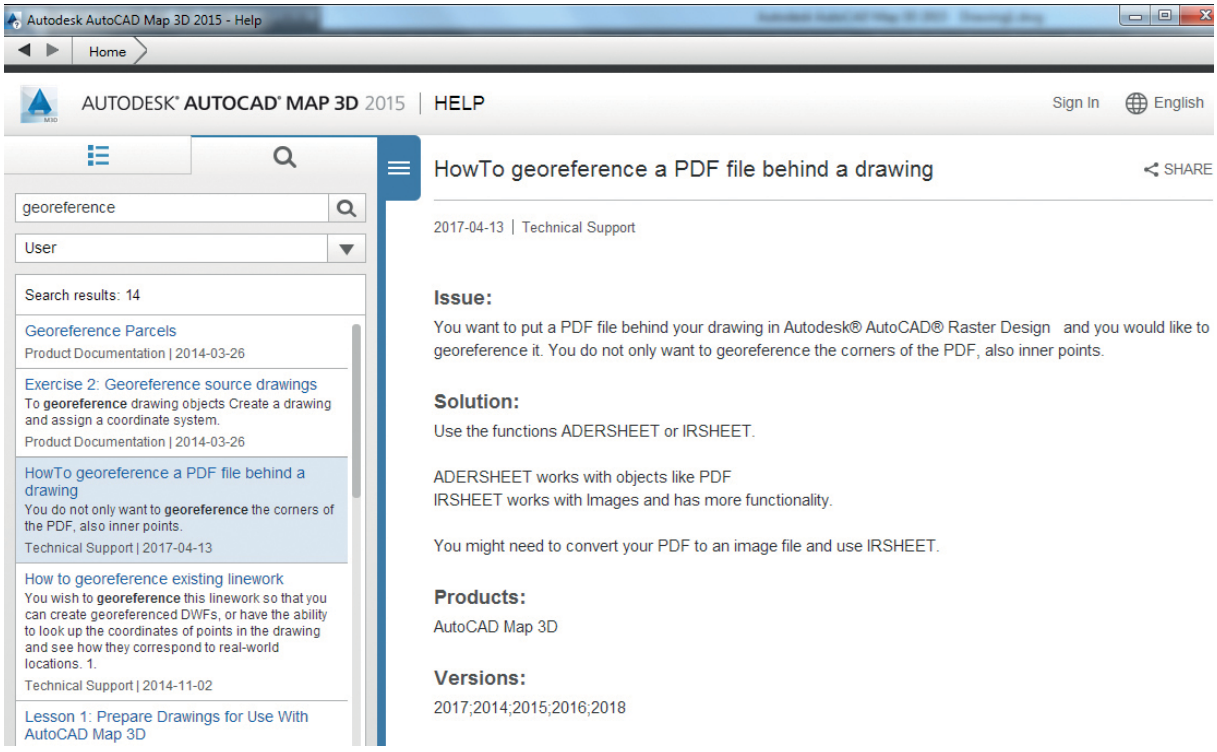
A cartografia básica sistemática fornece o componente espacial dos elementos do território, visíveis na escala/resolução, em acurácia medida para o produto cartográfico.

Associado a um geocódigo, o objeto cartográfico (com o componente espacial) permite a associação de infinidades de atributos e dados alfanuméricos que se relacionam ao objeto.

Quando se utilizam programas computacionais dedicados aos dados espaciais, com linguagem original em inglês, não é incomum encontrar-se o termo georeference, a denominar a aplicação que promove a fixação de objetos vetoriais ou matriciais nos eixos de coordenadas de um sistema de projeção. Nesse caso, esse registro carrega distorções inerentes ao processo de geolocalização, além das distorções do próprio objeto.

Tem-se, na Figura 1, como exemplo da utilização polissêmica do termo em programas computacionais, a imagem de tela do tutorial do Programa Autodesk Map 3D 2015, em inglês, sobre como "georreferenciar" um desenho em formato PDF.

Figura 1 - Imagem de tela extraída do programa Autodesk Map 3D 2015



E tem-se, na Figura 2, como mais um exemplo da utilização polissêmica do termo em programas computacionais, a imagem de tela do Programa QGIS versão 2.4.0-Chugiak, em português, com o aplicativo "georreferenciador" de imagens.

É fato que, no Brasil, em linguagem leiga às ciências geodésicas, o termo georreferenciamento é frequentemente utilizado referindo-se ao simples processo de registro de imagens em um sistema de coordenadas ou à geolocalização de dados por meio de associação a um objeto cartográfico vetorial, detentor de componente espacial.

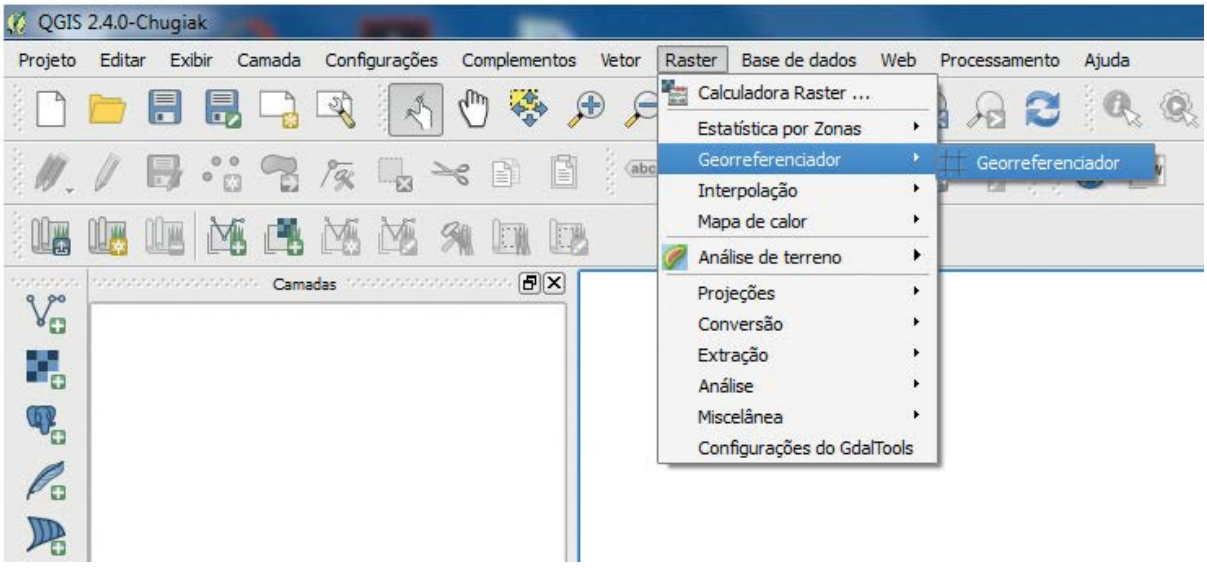
Entretanto, na linguagem técnica e jurídica do país, o termo georreferenciamento não está somente associado à existência de um componente espacial e de um geocódigo. Efetivamente, esse termo, além do conceito científico, carrega um conceito legal: o georreferenciamento implica a definição da forma, dimensão, confrontação e localização de imóveis, por meio de métodos de levantamento topográfico/geodésico definidos em norma. Nesse sentido, enfatiza-se que imóvel é um conceito jurídico, e que o georreferenciamento é obrigatório para todos os imóveis rurais, de acordo com o que estabelece a lei federal nº 10.267, de 28 de agosto de 2001.

Essa lei altera a Lei de Registro Público (lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973) introduzindo a exigência do georreferenciamento dos imóveis rurais. Também altera dispositivos da lei nº 4.947, de 6 de abril de 1966, que estabelece leis do direito agrário, ordenamento, organização, fiscalização e controle dos atos e fatos relativos ao planejamento e à implementação da reforma agrária. Altera dispositivos da lei nº 5.868, de 12 de dezembro de 1972, que cria o Sistema Nacional de Cadastro Rural. Altera dispositivos da lei nº 6.739, de 5 de dezembro de 1979, que dispõe sobre a Matrícula e o Registro de Imóveis Rurais e dá outras providências. E altera dispositivos da lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto Sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências.

Observa-se que a lei federal nº 10.267/01 entrelaça diversas outras, o que a torna robusta, e suscita os cuidados necessários à sua correta interpretação. A referida lei estabelece que cada um dos vértices definidores da poligonal da parcela do imóvel rural se consolide em coordenadas com precisão posicional planimétrica de 50 cm, a ser atingida na determinação de cada um desses vértices. Estabelece, também, que o georreferenciamento seja executado conforme norma técnica que impõe a obrigatoriedade de descrever, além dos limites da parcela, as características e as confrontações do imóvel, por meio de memorial descritivo executado por profissional credenciado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), e com a emissão da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), por parte do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea).

Cabe ressaltar que obter 50 cm de precisão no campo requer atenção especial. O receptor GPS conhecido como receptor de mão ou receptor de navegação, de uso bastante popular por ser de custo módico e de fácil manuseio, utiliza o código como observável básica e, portanto, atinge precisões de até 10 m, ou seja, não consegue alcançar a precisão de até 50 cm, estabelecida em norma para o georreferenciamento exigido pelo Incra.

Figura 2 - Imagem de tela extraída do programa QGIS versão 2.4.0-Chugiak



Para trabalhos de cartografia e engenharia que necessitam precisões em trabalhos técnicos, aplicam-se receptores geodésicos, que utilizam a observável básica da fase da portadora. Esses receptores são onerosos, robustos, implicam na instalação de antenas e em tempo necessário para o adequado rastreio da constelação de satélites. Demandam programas computacionais dedicados e conhecimentos específicos das ciências geodésicas. Além disso, aplicam-se técnicas de posicionamento com uso de dois receptores: um receptor é instalado em um marco de coordenadas conhecidas e precisas e o outro receptor ocupa posições de onde se queiram obter as coordenadas. Os receptores geodésicos são exigidos para dar suporte e rigidez na elaboração de plantas, geoposicionamentos de precisão, georreferenciamento e perícias, para os quais se alcançam precisões planimétricas de até 1 cm.

Em decorrência da lei federal nº 10.267/01, o Incra gerencia o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) conjuntamente com a Secretaria da Receita Federal (SRF). Após a criação do CNIR, os imóveis rurais passaram a ser identificados por um código único, possibilitando a unificação dos registros cadastrais das bases de dados das instituições públicas. Enfatiza-se que a referida lei exige que o polígono resultante do georreferenciamento da parcela do imóvel rural, cadastrada no CNIR, não se sobreponha a nenhum outro já certificado pelo Incra.

Ao tornar obrigatório o georreferenciamento do imóvel rural nesse padrão de qualidade para registro cartorial, alteração de matrícula, mudança de titularidade, remembramento, desmembramento, parcelamento, modificação de área e alteração relativa a aspectos ambientais, tem-se que a lei federal nº 10.267/01 visou à eliminação de parcelas rurais sobrepostas e grandes impasses jurídicos. Tais deficiências, dentre outras razões, foram provenientes de levantamentos topográficos antigos, que não contavam com as facilidades da tecnologia do Sistema de Navegação Global por Satélite (Global Navigation Satellite System - GNSS). Segundo o que se lê na página do Incra na internet, desde o dia 20 de novembro de 2016, os imóveis rurais com mais de 100 hectares devem, obrigatoriamente, ser georreferenciados e certificados, em caso de alterações no registro imobiliário.

Em ciências geodésicas, portanto, o termo georreferenciamento carrega a condição de se obter todas as coordenadas dos vértices definidores de uma parcela territorial, no sistema referencial geodésico vigente, utilizando métodos que garantam a unicidade do posicionamento da poligonal, de maneira inequívoca.

Tem-se, também, que para o georreferenciamento legal, é necessária a utilização de instrumentos capacitados a obter coordenadas geodésicas de melhor precisão e, por isso, o Incra edita norma técnica para o georreferenciamento de imóveis rurais.

A questão do conceito de georreferenciamento, em ciências geodésicas, é derivada de uma série de outros conceitos fundamentais no entendimento do registro público, dentre os quais os conceitos de parcela e de cadastro imobiliário, entrelaçados às questões da geopolítica dos processos, estratégias e administração do território, bem como das ciências jurídicas, especialmente, direito urbanístico, direito ambiental, direito agrário, direito administrativo e direito internacional.

A complexidade técnica das questões que envolvem a sistematização do ofício de registro de imóveis também abrange a elaboração de cadastros territoriais e vem motivando a Fédération Internationale des Géomètres – FIG, organização não governamental, fundada em 1878, reconhecida pela Organização das Nações Unidas (ONU) e que congrega mais de 120 países, na busca permanente da construção de um glossário técnico multilinguístico.

A FIG, em sua página na internet, declara, em perspectiva internacional, a importância do cadastro territorial como um sistema de informação necessário ao desenvolvimento social e econômico e não recomenda um cadastro homogêneo aplicável a todos os países ou jurisdição.

Segundo definição da FIG, um cadastro é, regularmente, um sistema de informação territorial atualizado, baseado em parcelas, contendo os registros pertinentes ao território (por exemplo, direitos, restrições e responsabilidades). Usualmente, inclui uma descrição geométrica das parcelas do território, associada a outros registros que descrevem a natureza dos interesses, a propriedade ou o controle desses interesses, e, frequentemente, o valor da parcela e suas benfeitorias. A definição da FIG aborda, também, que o cadastro é aplicado para fins fiscais, fins legais, auxilio à gestão territorial, suporte ao desenvolvimento sustentável e à proteção ambiental.

As obrigações do Estado de Minas Gerais são distribuídas nas instituições da administração pública estadual. Cada instituição personifica as obrigações do Estado, por meio de suas atribuições, definidas em lei. O termo georreferenciamento, em seu aspecto legal, abrange as atribuições das instituições que são voltadas para a regularização fundiária, rural, urbana e de reserva legal, dentre outras. Já o termo cadastro envolve tanto as instituições e concessionárias prestadoras de serviços, como também as instituições de planejamento, controle, sistema de segurança pública, saúde, educação, agropecuária, dentre outras.

A utilização polissêmica do termo mapa tem, na Fundação João Pinheiro (FJP), um bom exemplo. As atribuições referentes à produção e ao tratamento de infor-

mações estatísticas e socioeconômicas permitem que o termo seja empregado como significante da representação coroplética da distribuição de fenômeno por uma extensão territorial. Já as atribuições de demarcação de divisas municipais e certificação de pertencimento municipal (que resultam na distribuição de valores financeiros entre os municípios) exigem a compreensão do termo mapa como a qualidade posicional compatível com a verdade terrestre.

A FJP possui, ainda, a atribuição de Secretaria Executiva do Conselho Cartográfico de Minas Gerais (Concar), cuja compreensão do termo mapa emana das atividades de construção do mapeamento básico sistemático, preconizado pelo Plano Cartográfico. Nesse caso, esse termo carrega o significante de uma cartografia básica sistemática e acurada, com qualidade posicional aferida, porém proporcional à escala/resolução. A profusão de sentidos díspares do termo mapa na FJP exemplifica que a conceituação de termos técnicos é, frequentemente, necessária até mesmo intrainstitucionalmente, para se chegar à clareza da linguagem técnica necessária ao bom funcionamento das instituições da administração pública estadual.

Geoprocessamento produz geoinformação

Por meio de geoprocessamento, é possível promover a geolocalização de diversos fenômenos distribuídos no território, não pertencentes a uma base cartográfica preexistente. A associação entre o fenômeno que se quer cartografar com o componente espacial de um registro que a ele se relaciona permite que este se torne um dado espacial, o que se faz por meio da preexistência de um geocódigo. A junção do elemento posicional e a entidade geométrica configuram o dado espacial.

O exemplo mais evidente desse tipo de procedimento de geolocalização é a utilização do cadastro de postes da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), principal concessionária de energia elétrica do Estado. Os postes da Cemig são elementos cartográficos que, além do componente espacial, possuem cadastro dos usuários, com endereço e finalidade das unidades alimentadas por cada poste. Esse conjunto de dados permite a criação de uma infinidade de aplicações e de camadas de informação espacial. Amarrado à acurácia posicional do poste, podem-se geolocalizar escolas, unidades de atendimento de saúde, hospitais, postos policiais, serviços de diversas naturezas, indústrias de diversos portes, a partir da unidade de poste que lhes abastece de eletrificação. Criam-se, assim, camadas de informação espacial que não preexistiam.

Esses procedimentos foram amplamente explorados no âmbito do extinto Instituto de Geociências Aplicadas (IGA), para o cumprimento das atribuições que atualmente pertencem à FJP. Por meio dos geocodificadores dos postes da Cemig, foram desenvolvidas dezenas de aplicações em geoplataformas e sistemas de informação 3D. A geoplataforma mais conhecida foi o GeoINDI, desenvolvida pelo IGA para as atividades finalísticas do Instituto Integrado de Desenvolvimento Econômico (Indi).

As referidas geoplataformas foram sistemas baseados nos programas MapServer, no banco de dados geoespaciais PostGreeGis e no visualizador 3D Google Earth Enterprise, dentre outros, e que utilizavam o geocodificador fornecido pela Cemig como um fundamental instrumento de geolocalização. Essa modalidade de procedimento de geolocalização é de absoluta necessidade do conjunto de atividades desempenhadas pelos órgãos da administração pública estadual, uma vez que inexiste uma geometria e cadastro territorial que forneça informações mais detalhadas e com melhor acurácia do que a base de dados dos postes da Cemig proporciona para todo o Estado.

Sendo assim, as camadas de informação geradas por meio de geoprocessamento, com seus respectivos metadados, devem ser incorporadas à Iede, para que sejam disponibilizadas na RMDDG e proporcionem, aos órgãos da administração pública estadual, melhores condições no desempenho de suas atribuições finalísticas.

Conclusão

Recomenda-se o uso do termo geolocalização para denominar o processo de obtenção de dados espaciais por meio de geoprocessamento, pois seu significante coaduna com as características do registro cartográfico da ocorrência de fenômenos. Para esses casos, deve-se evitar o emprego do termo georreferenciamento porque, como se viu, esse termo, no Brasil, implica outras caracterizações, que se desdobram inclusive em registros cartoriais. Sobretudo, a unicidade das parcelas territoriais é um conceito fundamental associado ao termo georreferenciamento, para o qual não são permitidas superposições cartográficas.

Nos processos de geolocalização, a possibilidade de superposição das ocorrências dos fenômenos representados no espaço cartográfico é prevista, não representando comprometimento para a finalidade pretendida, uma vez que toda cartografia carrega erros posicionais inerentes à escala/resolução. Entretanto, recomenda-se, veementemente, que no metadado da camada de informação espacial, gerada por meio de geoprocessamento, sejam informados o erro posicional esperado e os métodos de obtenção de seus objetos, pois é fundamental municiar os usuários quanto à correta aplicabilidade do dado espacial disponibilizado e chancelado pelo poder público.

Referências

BRASIL. **Decreto nº 45.394, de 10 de junho de 2010.** Institui, no âmbito do poder Executivo, a Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais (Iede) e dá outras providências, Minas Gerais, MG, jun. 2010. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=45394&comp=&ano=2010>. Acesso em: 12 abr. 2018.

BRASIL. **Decreto n° 89.817, de 20 de junho de 1984**. Estabelece as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional. Brasília, 1984. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm>. Acesso em: 12 abr. 2018.

BRASIL. **Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. Lei do Georreferenciamento**, Brasília, DF, ago 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10267.htm>. Acesso em: 12 abr. 2018.

FIG - FÉDÉRATION INTERNATIONALE DES GÉOMÈTRES. Disponível em: <http://www.fig.net/>. Acesso em: 12 abr. 2018.

FONSECA, Kelly D. S., et al. **Avaliação da Acurácia posicional de ortofotos conforme decreto-lei nº 89.817/84 utilizando software GeoPEC v.3.2.1**, MundoGEO, edição 82, nov. 2015. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2015/07/20/avaliacao-da-acuracia-posicional-de-ortofotos-conforme-decreto-lei-n%C2%B089-81784-utilizando-software-geopec-v-3-2-1/> Acesso em: 10 abr. 2018.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**, 3ª Edição, Brasília, 2013.

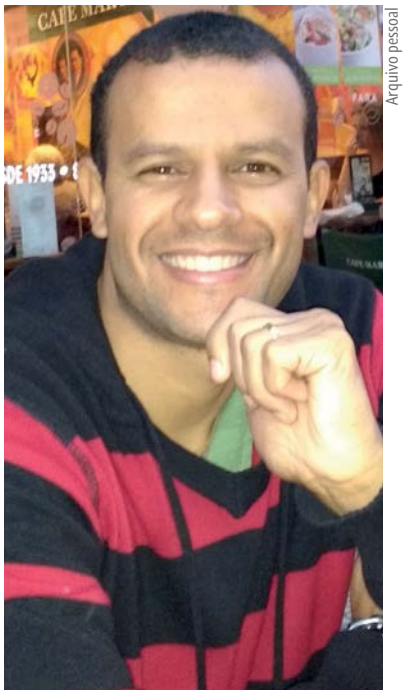
LOCH, Carlos; Erba, Diego A. **Cadastro Técnico Multifinalitário: rural e urbano**. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Estados Unidos, 2007.

MONICO, João F. G., et al. **Acurácia e precisão: revendo os conceitos de forma acurada**. Bol. Ciênc. Geod., sec. Comunicações, Curitiba, v. 15, n° 3, p.469-483, jul-set, 2009.

SANTOS, A.P. **Controle de qualidade posicional em dados cartográficos – uma abordagem utilizando o software GeoPEC 3.0**. Viçosa, Minas Gerais, 2013. (Apostila de curso).

SATO, Simone Sayuri. **Sistema de Controle de Qualidade dos Processos Fotogramétricos Digitais para Produção de Dados Espaciais**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo 2003.

Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas. Estudo de caso: sub-bacia do Ribeirão da Passagem (MG)



Arquivo pessoal

Anderson Paulino de Souza

Engenheiro ambiental, mestrando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pós-graduado em Geoprocessamento pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2017) e em Perícia Ambiental pela UNA (2014), técnico em Informática pela Cotemig (2000); atua como analista na Gerência de Sistemas Sociais Diversos da Prodemge.

Resumo

Este artigo apresenta o uso de técnicas de geoprocessamento no diagnóstico ambiental, caracterização e monitoramento do uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas. O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) agrega capacidade técnica e efetividade às práticas de gestão ambiental, propiciando diagnósticos mais precisos, monitoramento da composição florestal, do uso e ocupação do solo, incrementando eficiência a processos de tomadas de decisão multidisciplinares. A área selecionada para estudo de caso é a sub-bacia do Ribeirão da Passagem, Sudeste da bacia do rio Paraopeba (MG). O diagnóstico ambiental da sub-bacia foi caracterizado por meio de técnicas de classificação supervisionada de uso/ocupação do solo, índice de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e análises morfológicas.

Palavras-chave:
bacias hidrográficas, classificação de uso e ocupação do solo, diagnóstico ambiental, geoprocessamento, índice de vegetação NDVI, Sistema de Informação Geográfica.

1. Contextualização da problemática ambiental no Brasil

O berço colonial de formação do Brasil teve como força motriz a apropriação de terras, juntamente, com suas populações, riquezas e recursos naturais. Esses fatores forjaram na sociedade gestada na colônia uma identificação cultural dilapidadora, traduzida no padrão extensivo do território e intensivo no uso dos recursos naturais (Moraes, 1997). O processo de colonização arraigou em nossa cultura hábitos degradatórios, vinculados, de forma equivocada, à noção de exploração predatória e inesgotabilidade dos recursos naturais. Sob esse aspecto, os processos de construção da infraestrutura (estradas, portos, comunicação, etc.), modernização e crescimento econômico foram priorizados, em detrimento de políticas sociais e desenvolvimento sustentável, resultando em degradação efetiva dos recursos hídricos, solo e vegetação, comprometendo o equilíbrio biótico, social e econômico do país.

A preocupação com as questões ambientais e o desenvolvimento sustentável no Brasil teve a formulação de suas bases na década de 1980, com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente (lei nº 6.938/1981). A Constituição Federal (CF) de 1988 confirma a mudança de paradigma quanto à responsabilidade de gestão ambiental e conservação dos recursos naturais (artigo 225): "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". A CF fomentou embasamento para importantes leis de preservação e controle de uso dos recursos naturais: Lei dos Crimes Ambientais (9.605/1998), Lei de Recursos Hídricos (9.433/1997), Código Florestal (12.651/2012), Sistema Nacional de Unidades de Conservação (9.985/2000), Resolução Conama 237/1997 (licenciamento ambiental), entre outras. Hoje, o Brasil dispõe de legislação ambiental que figura entre as mais avançadas e completas do mundo.

Embora a estruturação das políticas públicas ambientais tenha apresentado avanços nas últimas décadas, órgãos de gestão ambiental, em geral, dispõem de um número

restrito de agentes fiscalizadores e recursos financeiros, inviabilizando práticas mais abrangentes de avaliação, fiscalização e controle ambiental. O uso da inteligência artificial e de técnicas de geoprocessamento tem agregado capacidade produtiva às atividades-fim das entidades, propiciando diagnóstico e monitoramento contínuo da composição florestal, do uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas, incrementando eficiência aos processos de tomadas de decisão complexos e multidisciplinares.

2. Geoprocessamento e meio ambiente

Mapas e produtos do geoprocessamento são poderosas ferramentas de comunicação, possibilitando o entendimento expedito de informações ambientais de forma objetiva e referenciada às porções geográficas de interesse. O uso da tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) tem propiciado, aos técnicos e acadêmicos, a elaboração de estudos e diagnósticos ambientais mais precisos, ao passo que reduzem custos de análises e deslocamentos.

SIGs são programas computacionais com capacidade de armazenar e analisar dados espaciais sobre um determinado tema, especializando-os em uma base cartográfica, fazendo a gestão e representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem. "Um SIG deve proporcionar quatro tipos de manipulação de dados georreferenciados: (1) entrada de dados; (2) processamento de dados; (3) manipulação e análise; (4) saída de dados." (ARONOFF, 1989).

Na área de meio ambiente, os SIGs têm sido amplamente utilizados para identificação de áreas de preservação permanente; estudos locacionais para empreendimentos de grande potencial poluidor; monitoramento de queimadas; gestão de recursos hídricos; estudos/relatórios de impacto ambiental; elaboração de políticas de controle do uso e ocupação do solo; mapeamento de áreas de risco; zoneamento ecológico econômico. Estudos ambientais possuem características interdisciplinares, de modo que só é possível compreender os fenômenos analisando todos os seus componentes e suas respectivas relações (MORAES, 1997).

Para fins de estudos ambientais, tem-se como referência de unidade limítrofe de planejamento territorial e ambiental a bacia hidrográfica. Entende-se por bacia hidrográfica a área de captação natural das águas oriundas da precipitação da chuva e pontos de surgência de cursos d'água. As características topográficas do relevo determinam o fluxo dos cursos d'água, direcionando-os para os pontos altimétricos mais baixos do terreno, para onde confluem até formar um único ponto de saída (exutório). As bacias geralmente apresentam características geoambientais relativamente homogêneas (TUCCI, 1993).

3. Diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas: sub-bacia do Ribeirão da Passagem (MG)

O principal objetivo deste trabalho é apresentar técnicas de geoprocessamento aplicáveis ao contexto de diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas, identificação de áreas de desmatamentos e de preservação permanente, caracterização da composição florestal, do uso e ocupação do solo. A primeira etapa de um estudo ambiental consiste em determinar critérios para seleção de áreas a serem avaliadas. Os critérios escolhidos para determinar a área de estudo foram: bacia hidrográfica representativa (bacias homogêneas com áreas de até 250 km^2), presença de atividades econômicas com grande potencial de degradação (mineração, siderurgia, etc.), presença de áreas urbanas em expansão.

A elaboração deste artigo teve como subsídios imagens orbitais (imagens digitais de alta resolução obtidas por sensores remotos) disponibilizadas pelas séries de satélites LandSat 8 (2 imagens com datas de geração em 9/8/2013 e 20/8/2017, utilizadas para geração e comparação do índice de vegetação NDVI) e RapidEye (1 imagem, data de geração 15/6/2010, utilizada para geração de classes de uso e ocupação do solo, demais análises e procedimentos deste trabalho). Para o processamento, análises e classificação das imagens orbitais utilizaram-se os SIGs: ArcGis 10.1, QGis 2.18, Spring 5.5.1.

Foram utilizadas técnicas de processamento e análise espacial de imagens orbitais amplamente difundidas no meio acadêmico: **Classificação supervisionada** de uso e ocupação do solo – algoritmo de verossimilhança, utiliza parâmetros estatísticos para geração de classes de uso do solo, requer amostras para classificação (LOPES, 2002). **Índice de vegetação NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) – indicador da quantidade e condição da vegetação (Rouse *et al*., 1973); álgebra de mapas (ROSS, 1994). **Delimitação de bacias hidrográficas** (Oliveira *et al*., 2010). **Análises morfológicas** – caracterização de bacias a partir de dados métricos e formas (Sthraler, 1957).

3.1 Delimitação da área de estudo

A delimitação da sub-bacia se deu por meio do processamento de um arquivo MDE (Modelo Digital de Elevação) do Estado de Minas Gerais (imagem gerada pelo Shuttle Radar Topography Mission, escala 1:250.000,

resolução espacial de 90 m, Carta SF-23-X-A). Um MDE é um arquivo do tipo raster, onde cada par de coordenadas (X, Y) registra um dado referente à elevação do terreno (Z), permitindo a caracterização do relevo/superfície de determinada área. O delineamento automático da sub-bacia foi efetuado por meio da ferramenta GRASS (Geogphafic Resources Analysis Support System), disponível no software QGis. As operações de delimitação efetuadas sobre o MDE resultaram na divisão da área (Carta SF-23-X-A) em 193 bacias/sub-bacias hidrográficas (Figuras 1 e 2).

O passo seguinte consistiu em selecionar uma área que atendesse os critérios estabelecidos anteriormente (bacia representativa, presença de atividades de grande potencial de degradação e presença de áreas urbanas). Nesta etapa, a partir de análises topográficas (ArcGis, Qgis), foram identificados pontos limítrofes, regiões de topo de morro e vales, delimitando como área de estudo a sub-bacia do Ribeirão da Passagem.

A sub-bacia do Ribeirão da Passagem está localizada na bacia do rio São Francisco, região sudeste da bacia hidrográfica do rio Paraopeba, porção leste da sub-bacia do rio Maranhão. Coordenada geográfica 20º31'28" Latitude Sul e 43º42'42" Longitude Oeste – datum SIRGAS 2000. A sub-bacia faz fronteira com a Bacia do Rio das Velhas e dispõe de uma UC (Unidade de Conservação) de Proteção Integral, o Parque Estadual Serra do Ouro Branco. A população ativa na região é de aproximadamente 40 mil habitantes, sendo a maioria residente no município de Ouro Branco (35.268 habitantes). A área abrange 246,53 km², distribuídos ao longo de cinco municípios (percentual da área de estudo): Congonhas (17,77%), Conselheiro Lafaiete (7,96%), Itaverava (0,01%), Ouro Branco (59,34%), Ouro Preto (14,93%).

3.2 Análise morfológica da sub-bacia do Ribeirão da Passagem e recursos hídricos

A sub-bacia foi caracterizada como de terceira ordem (Método de Strahler), representando grau médio de ramificação da rede de drenagem e média a baixa probabilidade de ocorrência de enchentes naturais. A análise de riscos de enchentes deve ser realizada juntamente com a análise morfológica de uma sub-bacia, auxiliando na identificação de áreas de risco de ocupação, impactos decorrentes da intervenção antrópica e a dinâmica evolutiva natural da paisa-

Figura 1 - Delimitação da sub-bacia

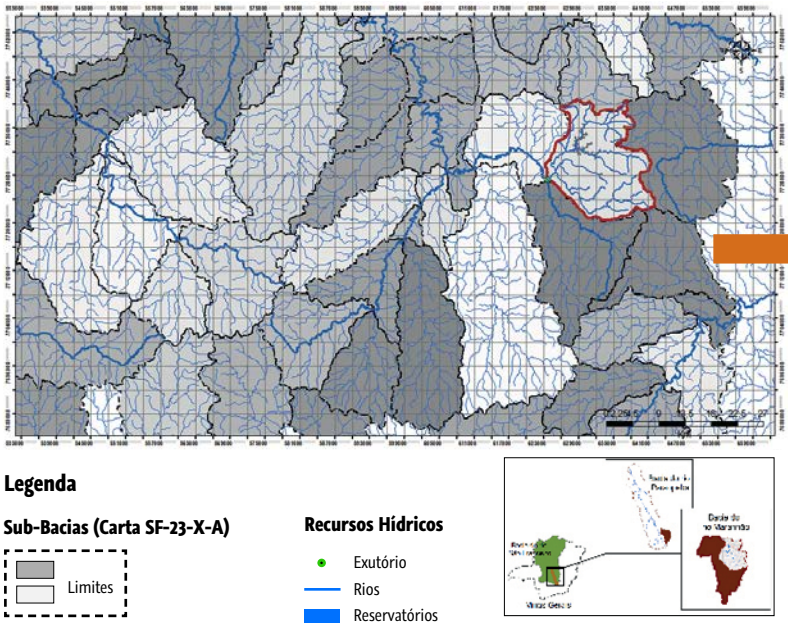
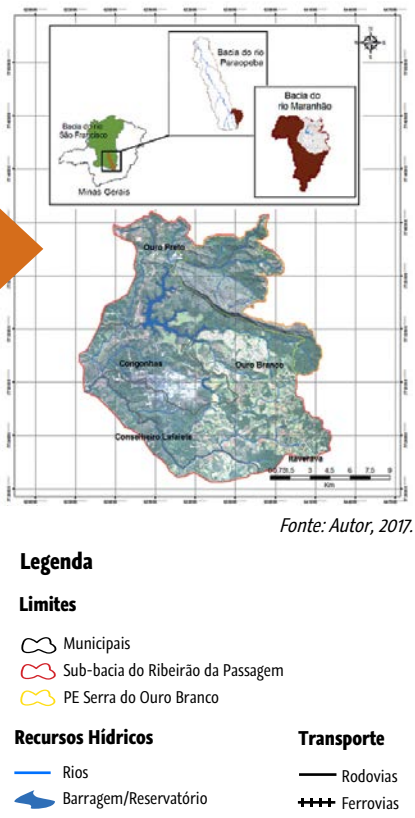


Figura 2 - Mapa da área de estudo



Fonte: Autor, 2017.

Figura 3 - Delimitação da sub-bacia

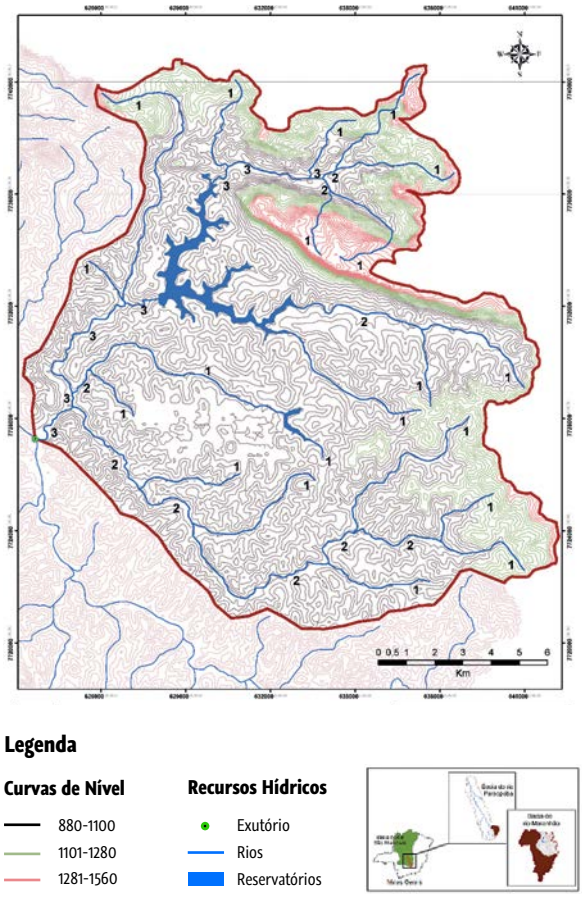
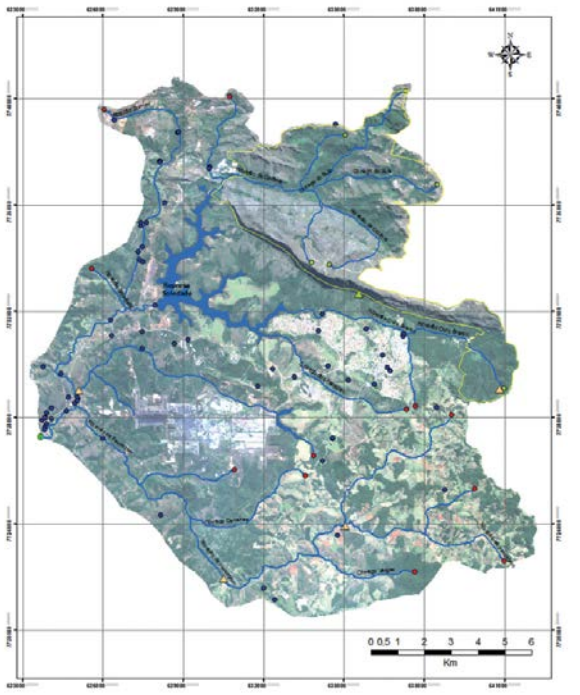


Figura 4 - Recursos hídricos



Fonte: Autor, 2017.

gem. Os cálculos obtidos dos índices fator de forma, densidade de drenagem e coeficiente de compacidade, associados à baixa sinuosidade dos cursos d'água locais e ordem da bacia, confirmam que a região tem de média a baixa probabilidade/vulnerabilidade natural de ocorrência de enchentes. A Figura 3 ilustra a delimitação da sub-bacia e as respectivas ordens hidrológicas locais.

A área de drenagem é de 246,53 km², perímetro de 85,32 km e uma rede de recursos hídricos superficiais, que, somados, atingem o comprimento de 146,39 km. Foram identificadas 17 nascentes, sendo que cinco encontram-se inseridas sob os limites do Parque Estadual da Serra do Ouro Branco (protegidas) e 12 distribuídas ao longo da bacia, sem mecanismos de proteção identificados (desprotegidas). O consumo industrial é o principal modo de utilização do recurso. A Figura 4 exibe os recursos hídricos superficiais identificados na região.

3.3 Classificação de uso e ocupação do solo assistida por computador

Existem basicamente dois métodos de classificação de uso e ocupação do solo por meio de ferramentas computacionais:

- **Classificação não supervisionada**: o software classifica automaticamente a imagem de satélite por meio de técnicas e algoritmos especializados na detecção de semelhanças entre os pixels formadores da imagem, separando-os em grupos (classes) de acordo com suas características. A técnica não apresentou resultados representativos nesse estudo de caso, tendo sido descartada.

- **Classificação supervisionada**: o software classifica a imagem de satélite com auxílio de informações fornecidas pelo usuário, onde o mesmo realiza pequenas amostras de pixels, predizendo que classes estes representam (água, vegetação, etc.). A técnica apresentou re-

Figura 5 - Imagem de satélite a ser classificada

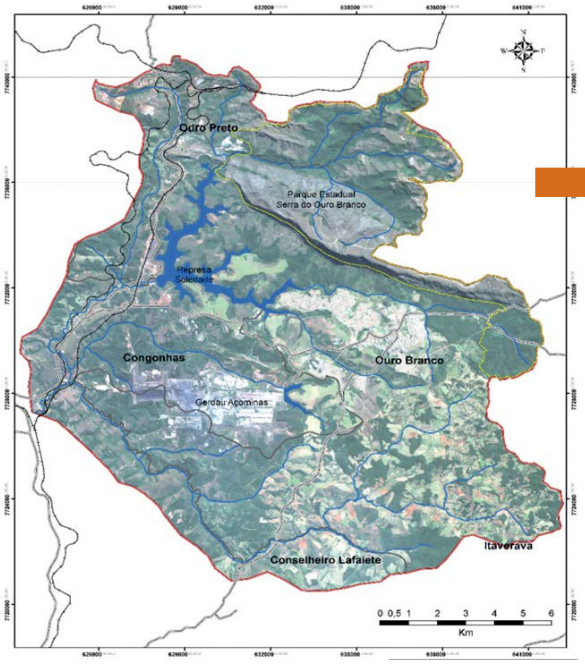
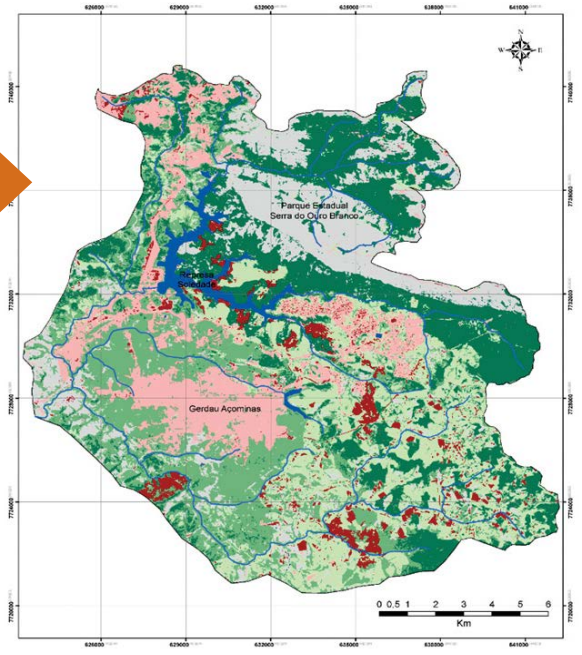


Figura 6 - Mapa de classes do solo

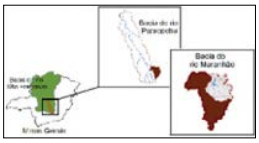


Fonte: Autor, 2017.

Legenda

Limites

- Municipais
- Sub-bacia do Ribeirão da Passagem
- PE Serra do Ouro Branco



Recursos Hídricos

- Rios
- Barragem/Reservatório

Transporte

- Rodovias
- Ferrovias

Legenda

- Reservatório/Represa
- Área Urbana/Industrial
- Solo Exposto
- Vegetação Natural
- Eucalipto
- Pastagem/Agricultura
- Afloramento Rochoso
- Rios

sultados representativos, coerentes ao estudo de caso deste trabalho.

O processamento das imagens (classificação) foi realizado por meio do software ArcGis. O método de classificação supervisionada adotado neste estudo foi o da Máxima Verossimilhança (MAXVER), que realiza uma classificação pixel a pixel, comparando-os uns aos outros e associando-os em classes, de acordo com a semelhança em relação aos níveis de cinza característicos da formação de suas respectivas cores. Congalton e Green (2009) estabeleceram o número mínimo de 50 amostras por classe para mapas que abrangem áreas com menos de um milhão de acres e menos de 12 classes (aplicável à sub-bacia do Ribeirão da Passagem), orientando também quanto à forma geométrica da amostra, que deve ser de um polígono. Foram realizadas 350 amostras de treinamento (50 para cada classe), coletadas em cada uma das classes previamente determinadas – afloramento rochoso, agricultura/pastagem, área urbana/industrial, floresta plantada, reservatórios artificiais, solo exposto, vegetação natural.

O conhecimento da precisão da informação produzida evita interpretações de baixa confiabilidade. Para verificar a qualidade e acurácia das classes obtidas foi adotado o índice de concordância Kappa (varia de -1 a 1, quanto mais próximo de 1, maior a acurácia). A acurácia dos mapas temáticos produzidos, calculada por meio do índice Kappa, foi 0,44 (boa). Esse valor confere confiabilidade e razoabilidade aos métodos de geoprocessamento utilizados e aos resultados deste estudo (Landis e Koch, 1977).

A Figura 6 apresenta o resultado da classificação supervisionada implantada por computador. Conforme se pode observar, da área total da sub-bacia do Ribeirão da Passagem (246 km²), a classe mais representativa é vegetação natural (24,19%), seguida de floresta plantada (22,13%), agricultura/pastagem (17,49%), afloramento

rochoso (16,94%), área urbana/industrial (12,78%), solo exposto (4,46%) e reservatórios artificiais (2,01%).

3.4 Monitoramento da vegetação, NDVI

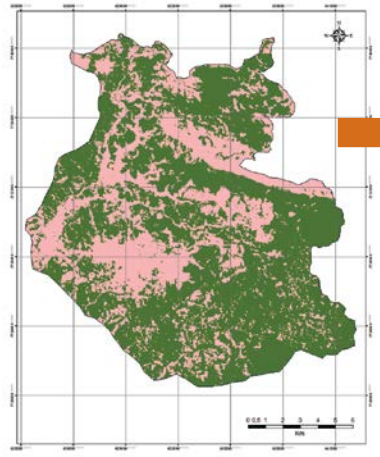
A identificação e a localização precisa dos diversos elementos de vegetação são tarefas extremamente complexas e exigem atividades in loco para certificação. Limitaremos a análise da vegetação à identificação de áreas com cobertura vegetal e áreas sem cobertura vegetal. A técnica de geoprocessamento adotada para esse fim utilizou o índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), o qual diferencia elementos de vegetação/não vegetação a partir da banda vermelho e banda infravermelho próximo da imagem de satélite. Essas bandas espectrais são escolhidas porque são as mais afetadas pela densidade de vegetação verde na superfície, evidenciando maior contraste entre solo e vegetação. Quando a radiação refletida na região do infravermelho próximo for maior que na região do visível (vermelho), é provável haver algum tipo de vegetação/floresta na porção da imagem avaliada; quando a radiação refletida na região do IVP (infravermelho próximo) está com valores próximos à visível (vermelho, V), pequena diferença, é provável a escassez de vegetação.

Com o intuito de evidenciar a mudança de cobertura vegetal em diferentes períodos, foram utilizadas duas imagens orbitais com datas de captura registradas em 9/8/2013 e 20/8/2017, respectivamente. A obtenção do NDVI foi realizada por meio da álgebra de mapas com o software QGis. Como resultado, temos a geração das imagens com a diferenciação das áreas de vegetação para os períodos (2013 e 2017). As Figuras 7 e 8 apresentam as áreas cobertas por vegetação (florestas, pastagens, vegetação nativa, campos) e outros elementos de paisagem (solo exposto, área urbanizada/industrial, reservatório/rios, mineração, afloramento rochoso/serras) identificados na região. A partir da análise dos NDVIs (2013 e 2017), efetuou-se nova álgebra de mapas, Figura 9, evidenciando áreas que sofreram alterações no período: áreas com acréscimo de vegetação (verde) e áreas com redução de vegetação (vermelho). Observou-se uma redução de cerca de 25km² de área coberta por vegetação no período entre 9/8/2013 e 20/8/2017, aproximadamente 10% da área da sub-bacia.

3.5 Áreas prioritárias para conservação/recuperação

Uma vez constatada a baixa ocorrência de morros e declividades superiores a 45 graus na sub-bacia (exceto Serra do Ouro Branco, inserida em Unidade de Conservação), a identificação de APPs (Área de Preservação Permanente) faz-se necessária, majoritariamente, para regiões de nascentes, rios e reservatórios. As áreas

Figura 7 - Cobertura vegetal 2013

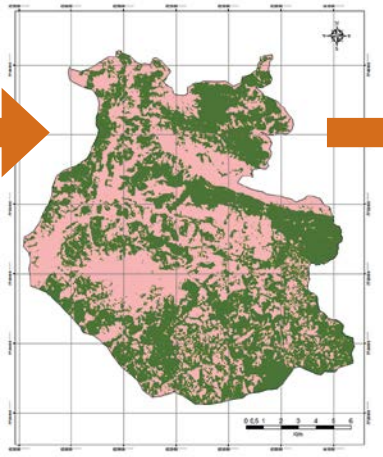


Legenda

Elementos de Paisagem - 2013

- Vegetação: florestas, pastagens, vegetação nativa, campos
- Outros elementos de paisagem: solo exposto, área urbanizada/industrial, reservatório/rios, mineração, afloramento rochoso/serras

Figura 8 - Cobertura vegetal 2017

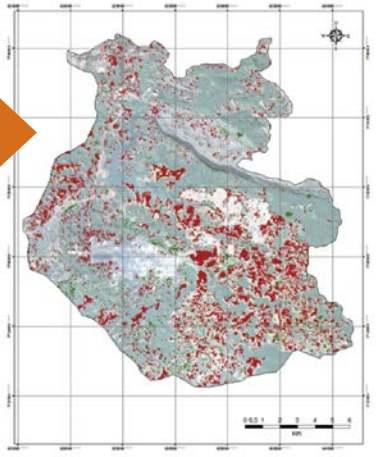


Legenda

Elementos de Paisagem - 2017

- Vegetação: florestas, pastagens, vegetação nativa, campos
- Outros elementos de paisagem: solo exposto, área urbanizada/industrial, reservatório/rios, mineração, afloramento rochoso/serras

Figura 9 - Alteração - cobertura vegetal



Fonte: Autor, 2017.

Legenda

Elementos de Paisagem
Diferença de Cobertura (2013-2017)

- Vegetação Recomposta: florestas, pastagens, vegetação nativa, campos
- Vegetação Removida/Alteração do Modo de Uso do Solo

prioritárias de conservação e preservação permanente foram delimitadas (Figura 10):

- entorno de rios/nascentes, faixa de 50 m (APP): Ribeirão da Passagem, Ribeirão Soledade, Ribeirão Ouro Branco, Ribeirão da Colônia, Ribeirão Burnier;

- entorno de rios/nascentes, faixa de 30 m (APP): demais cursos d'água locais.

- entorno de reservatórios artificiais, faixa de 100 m (APP): represa Soledade, represa "Gerdau".

- áreas com potencial de produção mineral: concessão de lavra, disponibilidade, requerimento de lavra;

- unidade de conservação: Parque Estadual Serra do Ouro Branco.

4. Sistema de monitoramento da composição florestal, uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas

Identificou-se grande potencial de construção de um SIG especializado no monitoramento da vegetação, uso e ocupação do solo, com capacidade de aferir o estado de conservação/degradação de bacias hidrográficas. O diagrama de fluxo de dados básicos do Sistema de Monitoramento da composição florestal, uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas é apresentado na Figura 11; a modelagem, desenvolvimento e implementação do mesmo poderão ser abordados em projetos futuros. Fluxo processual do SIG:

1. o usuário acessa o sistema via interface gráfica;

2. a partir do banco de dados de imagens orbitais, o usuário seleciona uma ou mais imagens de satélite;

3. o usuário delimita a área de análise por meio de ferramentas de geoprocessamento disponíveis no sistema;

4. por meio da ferramenta de polígonos, o usuário captura amostras das classes que deseja avaliar (a serem classificadas pelo sistema);

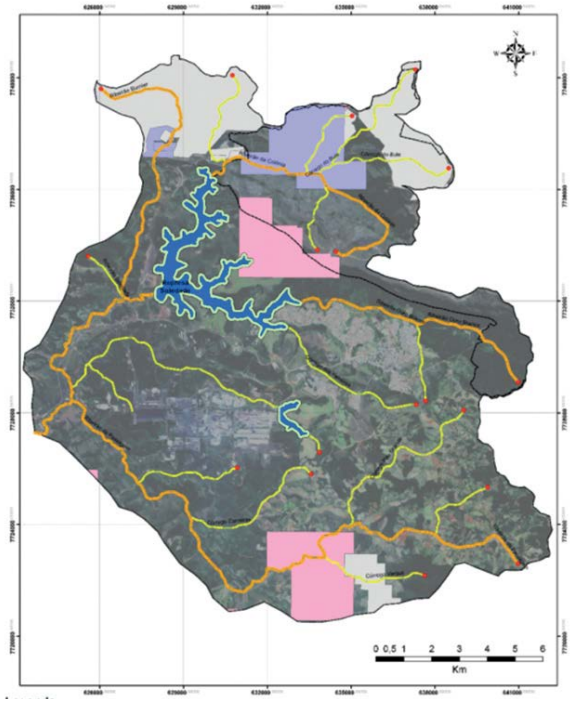
5. o sistema gera as classes de uso do solo e realiza a validação das mesmas por meio de amostragens (comparação entre as classes geradas e a imagem de satélite). Caso a validação não seja satisfatória, o sistema retorna ao passo de captura de amostras, gerando novamente as classes de uso do solo;

6. o sistema gera o mapa de usos do solo;

7. o sistema calcula as áreas conservadas e degradadas;

8. o sistema determina o Índice de Conservação da Bacia (ICB, em fase de pesquisa acadêmica);

Figura 10 - Áreas prioritárias de conservação



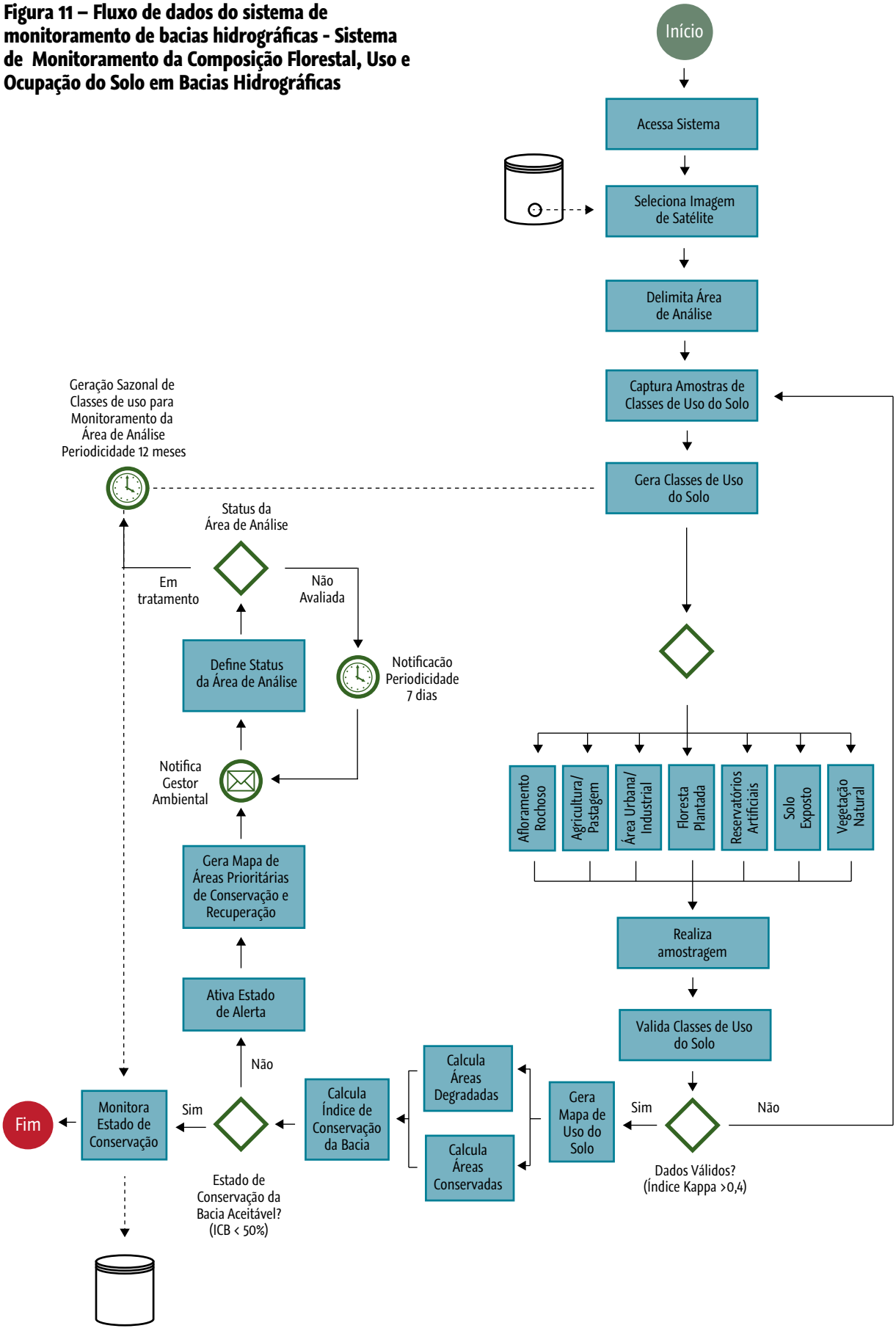
Fonte: Autor, 2014

8.1. caso o ICB seja < 50%, o sistema ativa o estado de alerta, gera o mapa de áreas prioritárias de conservação e recuperação ambiental e notifica o gestor ambiental.

8.1.1. O gestor define o status da área de análise (em tratamento/não avaliada). Por padrão, o status é definido como não avaliada. Sob esse status, o sistema envia uma notificação ao gestor, a cada sete dias, a fim de que sejam tomadas as devidas providências. Quando o gestor alterar o status da área de análise para em tratamento, o sistema irá realizar nova avaliação da área após 12 meses.

8.2. Caso o ICB seja > 50%, o sistema ativa o estado de monitoramento, realizando fluxos sazonais de avaliação da área de análise, onde a cada 12 meses são geradas, automaticamente, as classes de uso do solo e é verifi-

Figura 11 – Fluxo de dados do sistema de monitoramento de bacias hidrográficas - Sistema de Monitoramento da Composição Florestal, Uso e Ocupação do Solo em Bacias Hidrográficas



cado o estado de conservação da bacia hidrográfica por meio do cálculo do ICB.

5. Considerações finais

Este estudo ratificou a aplicabilidade e a efetividade das tecnologias de geoprocessamento no diagnóstico ambiental e gestão de bacias hidrográficas, identificando fatores críticos na mensuração do estado de conservação e fornecendo informações em quantidade e qualidade suficientes para auxiliar nos processos de tomadas de decisão multidisciplinares relacionados à gestão ambiental e desenvolvimento sustentável.

Há de se ressaltar que o desenvolvimento, resultados e análises apresentados neste trabalho apresentam limitações ocasionadas por fatores como: consulta/obtenção de dados ambientais não publicados (sem validação formal), ajuste/adaptação de bases cartográficas e dados geoambientais, ausência de visitas de campo para certificação. O estudo deve ser avaliado e interpretado como informação complementar, com o intuito de fornecer elementos que permitam identificar de forma primária o estágio de degradação/conservação da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão da Passagem e subsidiar discussões iniciais acerca do tema apresentado.

Referências

ARONOFF, S. **Geographical Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa, WDI Publications, 1989.

Alves Sobrinho, T.; Oliveira, P. T. S.; Rodrigues, D. B. B.; Ayres, F. M. **Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM**. Engenharia Agrícola, v.30, 2010.

CONGALTON, R.; GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices.** Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2009.

Landis JR, Koch GG. **The measurement of observer agreement for categorical data**. Biometrics 1977.

LOPES, Eymar S.S. **Tutorial 10 aulas Spring 4.1**. São José dos Campos: Inpe, 2002.

Moraes, A. C. R. 1997. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**.

OLIVEIRA, P.T.S.de; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J.L.; RODRIGUES, D.B.B. **Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 8, 2010.

Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**. In: Proceedings of the 3rd. ERTS-1 Symposium; 1973; Washington, DC; 1973.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.8, 1994.

STRAHLER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. New Halen: Transactions: American Geophysical Union, 1957. v.38. p. 913-920.

OLIVEIRA, P.T.S.de; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J.L.; RODRIGUES, D.B.B. **Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 819–825, 2010.

Tucci, C. E. M. et al. - **Hidrologia - Ciência e Aplicação** - Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/EDUSP/ABRH, 1993.

Mapeamento com drones

Arquivo pessoal

Guilherme Morávia Soares de Matos

Doutor e mestre em Geografia – Tratamento da Informação Espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), pós-graduado em Sistemas de Informação pela Hawaii Pacific University (EUA) e bacharel em Ciência da Computação pela PUC Minas. Atua na área de tecnologia da informação há 23 anos. Atualmente, trabalha na Gerência de Geoprocessamento de Informações da Prodemge.

Resumo

Com a regulamentação, no Brasil, do uso de Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) ou Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, instituída pela nova legislação da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), houve uma consolidação da tendência de utilização desses equipamentos para uso profissional nas áreas de inspeção, segurança, agricultura e mapeamento. No entanto, o uso de imagens de satélites e provenientes de câmeras acopladas em aeronaves tripuladas tem custos operacional e técnico altos. O uso de RPAS associado ao crescente número de aplicações focadas em planejamento de voo e coleta de dados, com sensores embarcados, cria um ambiente favorável para a aerofotogrametria de áreas reduzidas, a um baixo custo. Nesse contexto, este trabalho apresenta um estudo exploratório acerca das possibilidades do uso de RPAS para aquisição e processamento de imagens objetivando a geração de mapas e demais produtos cartográficos.

Palavras-chave:
drone, RPAS, mapeamento, aerofotogrametria, GNSS, GSD, ortomosaico, ortofoto, MDT, MDS, NDVI.

O que são RPAS

O termo popular drone é o mais utilizado para se referir às aeronaves remotamente pilotadas. Traduzido do inglês, drone significa zangão. A palavra foi escolhida devido à semelhança do ruído gerado por esse equipamento ao som do inseto. O termo técnico e padronizado pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) para esses equipamentos é RPAS – Remotely Piloted Aircraft Systems ou Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas. Já o termo Vant – Veículo Aéreo Não Tripulado, tradução de Unmanned Aerial Vehicle (UAV), também é utilizado para denominar aeronaves que não tenham piloto a bordo, mas já é considerado obsoleto.

Os RPAS podem ser classificados em dois tipos principais: asa fixa e asa rotativa (multirotor). Os drones de asa fixa se assemelham aos aeromodelos e podem ter formato de asa (Figura 1a), sem possuírem profundor ou leme, ou formato de um avião convencional. Entretanto, a grande diferença entre aeromodelos e RPAS de asa fixa é que os últimos podem ser controlados por meio de um rádio ou autonomamente, guiados por sinais GNSS (Global Navigation Satellite System) enquanto os aeromodelos são controlados apenas com rádio transmissor (MOUTINHO, 2015). Esse tipo de drone é utilizado em aerolevantamentos de áreas mais extensas, como cidades inteiras, e na agricultura de precisão, já que possui maior autonomia de voo devido à aerodinâmica e à presença de apenas um motor.

Os drones do tipo multirotor são os mais conhecidos pelo público em geral e recebem esse nome por possuírem vários braços e motores. Os quadricópteros, como o representado na Figura 1b, são os mais difundidos e podem ser encontrados em lojas de equipamentos eletrônicos ou de brinquedos.

A popularização desse drone deve-se, em parte, ao rápido desenvolvimento dessa tecnologia, principalmente pelo maior fabricante do segmento – a empresa chinesa DJI, que disponibiliza drones para o consumidor final

Figura 1 - Drones de asa fixa (a) e asa rotativa (b).

(Phantom, Mavic e Spark) e para uso profissional e corporativo (Inspire, Matrice e MG-1). Esse tipo de RPAS é mais versátil devido à sua capacidade de decolar na vertical e pairar no ar. Geralmente, é utilizado para sobrevoar áreas menores, já que tem menor autonomia devido ao fato de possuir vários motores. Entretanto, sua capacidade de ficar parado no ar possibilita um número maior de aplicações nas áreas de filmagens, inspeções de obras e estruturas, segurança e fotogrametria.

Esses equipamentos podem ter um ou mais sensores passivos embarcados para capturar dados da superfície, como câmeras RGB, sensores multiespectrais e sensores termais, de acordo com a finalidade do trabalho. Sensores ativos, como lasers, SARs (Synthetic Aperture Radars) e sonares podem ser utilizados para medir a distância entre o drone e o solo, detectar obstáculos, além de permitir uma varredura a laser para criar uma nuvem de pontos densa (MOUTINHO, 2015).

Um RPAS também possui um receptor GNSS de navegação (sistema que permite a localização geográfica de um ponto em qualquer parte do mundo) e engloba os sistemas de navegação atualmente disponíveis: GPS, Glonass, Galileo, Beidou, QZSS e SBAS. Esse receptor é utilizado para orientar a aeronave durante o voo e para capturar as coordenadas geográficas do local em que a imagem foi gerada. Isso possibilita que um conjunto de imagens possa ser processado posteriormente, gerando uma base cartográfica na área a ser estudada. Há também a possibilidade de utilizar equipamentos que possuem receptores dos sistemas RTK (Real Time Kinematic) ou PPK (Post Processed Kinematic), cuja precisão é muito maior, o que simplifica a utilização de pontos de apoio, como veremos mais adiante. Esses sistemas utilizam uma base de solo especial ou estação de referência, permitindo correções nos dados coletados pelo GPS da aeronave.

A legislação atual

Recentemente, foram publicadas novas regulamentações para o uso de RPAS em território brasileiro. Os órgãos que regulam o uso desses equipamentos no Brasil são a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), a Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo da Aeronáutica (Decea).

A Anatel faz a homologação dos drones e de seus controles remotos, a fim de evitar interferências dos aparelhos em outros serviços, como nas comunicações via satélite. Segundo a agência, os drones possuem transmissores de radiofrequência em seus controles remotos e, em alguns casos, no próprio veículo aéreo, para a transmissão de imagens, tornando necessária a homologação – inclusive daqueles de uso recreativo, como os de aeromodelismo. Quando o equipamento não sai da fábrica com o selo de homologação da Anatel, é necessário fazê-la por meio do Sistema de Gestão de Certificação e Homologação (SGCH) e pagar uma taxa para a análise do processo.

A Anac é o órgão civil que define as regras gerais para uso civil das aeronaves remotamente pilotadas em território brasileiro. A agência baseia suas normas no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E94), aprovado por meio da resolução nº 419, de 2 de maio de 2017. Conforme o regulamento, a Anac divide os equipamentos em classes, de acordo com o peso, e define regras específicas para cada categoria de aeronave. Esse documento determina os requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil, e é importante cumprir as regras para que a simples utilização de um RPAS não gere uma transgressão ou acarrete um acidente grave. O piloto e a aeronave devem ser cadastrados no Sistema de Aeronaves não Tripuladas (Sisant).

O Decea é o órgão militar que controla a utilização do espaço aéreo nacional, cujas regras se baseiam no documento Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40, que trata dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e do Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. É necessário fazer o cadastro do piloto e da aeronave no Sarpas, que é o sistema utilizado para fazer a solicitação de acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS). O Decea analisa as requisições de utilização do espaço aéreo feitas

por meio do Sarpas e requer que todas as documentações relativas à Anatel e à Anac estejam completas.

Coleta de dados

Para que seja realizado o mapeamento, é necessário coletar dados da área a ser analisada e processá-los para gerar os produtos cartográficos desejados. O sensoriamento remoto é uma ciência que estuda o modo como sensores remotos coletam informações de um objeto sem que haja contato físico entre eles (BELTRÃO, 2017). Esses dados coletados são ondas eletromagnéticas refletidas por objetos da superfície terrestre, que possuem frequência de sinal e comprimento de onda específicos. As cores que compõem o espectro visível são, na verdade, radiações eletromagnéticas de comprimentos de ondas diferentes, sendo que as cores do vermelho (red), verde (green) e azul (blue) correspondem às cores primárias ditas como faixas do espectro visível (Figura 2).

Os sensores mais utilizados nos drones são as câmeras digitais RGB, que conseguem captar essa radiação eletromagnética emitida pelo sol e refletida na superfície, compondo a faixa do espectro visível, sendo registrada uma imagem colorida da forma como o olho humano enxerga naturalmente. Outros sensores, como os dos tipos multiespectral e termal, captam dados de outras bandas espectrais, como a banda do infravermelho próximo e a banda do infravermelho termal, sendo utilizados para objetivos mais específicos.

A técnica utilizada para obtenção de imagens da superfície terrestre por meio de fotografias aéreas coletadas por aeronaves com sensores embarcados é conhecida como aerofotogrametria. De acordo com Oliveira (1993), a aerofotogrametria é a técnica utilizada para geração de imagens fotográficas fidedignas da superfície terrestre, obtidas por uma câmera de precisão com eixo óptico do sistema de lentes mais próximo da vertical e montada em uma aeronave preparada espacialmente. Apesar de ser um procedimento tradicionalmente realizado com aviões tripulados de maior porte e equipamentos construídos para esse fim, a aerofotogrametria também pode ser realizada com uso de RPAS. Ao contrário do que se pensa, o mapeamento aéreo não se resume a gerar imagens aéreas, mas, sim, dados que permitirão obter informações quantitativas (distâncias, áreas, perímetros e volumes) e qualitativas (caracterizar objetos por meio de sua refletância). O tipo de equipamento utilizado varia conforme o objetivo, a extensão da área a ser mapeada, o voo a ser realizado e os sensores necessários para capturar os dados.

Diversas etapas são necessárias para coletar dados, como análise do terreno, planejamento de voo, medição dos pontos de apoio e uso de softwares para planejamento e execução do voo. Na análise do terreno, o relevo da área a ser sobrevoada deve ser estudado, identificando-se os possíveis pontos de decolagem e pouso, assim como os pontos mais altos e os mais baixos. Já na fase de planejamento de voo devem ser observadas as condições meteorológicas do dia e do horário da missão, a direção e a intensidade dos ventos e a possibilidade de ocorrência de tempestade solar no momento do voo. Isso porque pode haver influência do receptor GNSS de navegação do RPAS. É importante saber o número de baterias a ser utilizado durante o voo e os sensores.

De acordo com a Anac, os RPAS classe 3 (até 25 kg) devem operar no modo VLOS e até 400 pés (120 metros) acima do nível do solo para que não seja necessária licença ou autorização especial. Como ilustrado na Figura 3, os tipos de operações com RPAS podem ser:

Figura 2 - Radiação eletromagnética (BELTRÃO, 2017)

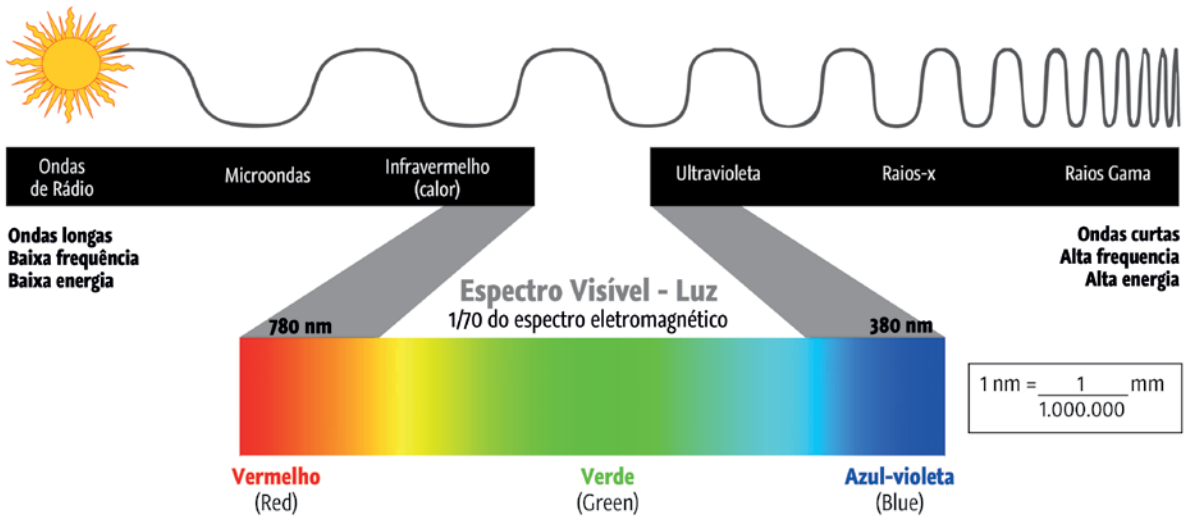
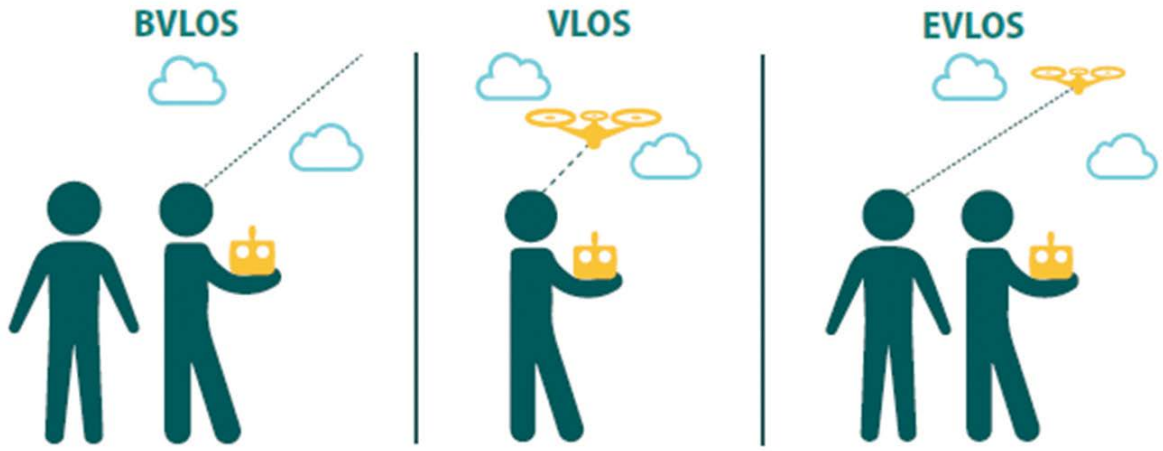


Figura 3 - Tipos de operação (ANAC, 2017)



BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight) – operação na qual o piloto não consegue manter o drone dentro de seu alcance visual, mesmo com a ajuda de um observador;

VLOS (Visual Line Of Sight) – operação na qual o piloto mantém o contato visual direto com o drone (sem auxílio de lentes ou outros equipamentos);

EVLOS (Extended Visual Line Of Sight) – operação na qual o piloto remoto só é capaz de manter contato visual direto com o drone com auxílio de lentes ou de outros equipamentos e precisa do auxílio de observadores de drone.

O nível de qualidade de um projeto pode ser avaliado e melhorado com o uso de pontos de apoio. Os pontos de apoio são pontos fotoidentificáveis, com coordenadas geográficas conhecidas, utilizados no processamento dos dados para melhorar a precisão e a qualidade do produto final. Um ponto de apoio pode ser um alvo natural (zona urbana) ou artificial (áreas homogêneas como plantações e pastos). Em alguns casos, os receptores GNSS de navegação dos drones não são muito precisos, possuindo erro de três a cinco metros, sendo necessário utilizar um GPS Geodésico (Sistemas RTK ou PPK) para capturar as coordenadas dos pontos de apoio com precisão de centímetros (Figura 4).

Os pontos de apoio podem ser classificados em pontos de controle, utilizados no processamento dos dados para melhorar a precisão das imagens, e de verificação (check points), que servem para verificar a acurácia, sendo um indicador de qualidade do mapeamento aéreo. Quando o RPAS possui um receptor GNSS RTK/PPK embarcado, não há a necessidade de utilização de pontos de controle (MOUTINHO, 2005). O uso de softwares específicos para auxiliar no planejamento e na execução do voo é um recurso que facilita o processo de coleta de dados e permite que seja feita uma operação automatizada, com o uso de aplicativos disponíveis nas plataformas iOS e Android. Existem aplicativos pagos e gratuitos. Os mais utilizados são o

Figura 4 - Coleta dos pontos de apoio (BARRY; COAKLEY, 2013)

Figura 5 - Tela do DroneDeploy

DroneDeploy (Figura 5), Pix4D Capture, Maps Made Easy, DJI Ground Station Pro e SkyDrones.

Processamento dos dados

O processamento dos dados coletados é realizado posteriormente e exige o uso de softwares especializados em tratamento de imagens e equipamentos de alto poder computacional. Na aerofotogrametria moderna, são gerados modelos 3D da superfície a partir da sobreposição de imagens 2D com o uso de algoritmos como o SfM (Structure from Motion). Este algoritmo detecta pontos comuns em um conjunto de imagens e reconstrói a posição das câmeras gerando uma nuvem esparsa de pontos (FONSTAD *et al.*, 2013, SZELISKI, 2010) que será utilizada para gerar outros produtos como ortofotomosaicos, modelos digitais de superfície e curvas de nível (DGDRONE, 2018).

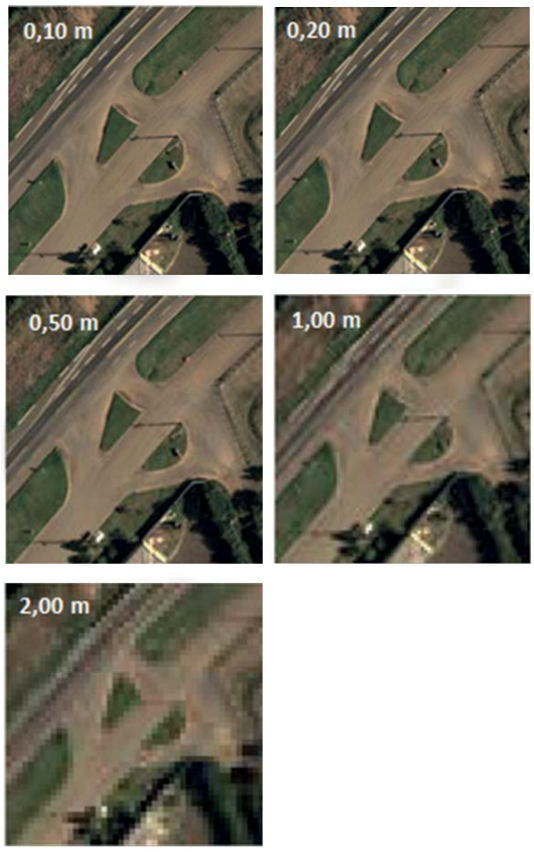
Um conceito importante que deve ser considerado é o GSD (Ground Sample Distance). A imagem coletada pelo sensor embarcado é composta por pixels, que vêm do termo em inglês "Picture Element" e é a menor unidade de uma imagem digital, definindo a sua resolução. O GSD é a representação do pixel da imagem no terreno em unidades de medida, geralmente, representada em centímetros.

O tamanho do GSD a ser utilizado em um projeto depende do objetivo e é determinado pela altitude de voo, pela distância focal e pelo tamanho do sensor da câmera. Como se pode ver na Figura 6, quanto maior o valor GSD, menor é o nível de detalhamento e, quanto menor for o GSD, maior será o nível de detalhamento (NETO, 2016b). Entretanto, nem sempre um GSD menor será o melhor para um determinado projeto. No caso de um estudo que cobre uma área mais extensa, um GSD maior pode ser mais aconselhável para reduzir os custos do projeto. A fórmula abaixo demonstra como é possível calcular o valor do GSD para uma imagem gerada por uma aeronave, sendo necessário conhecer informações da câmera e a altitude de voo.

$$GSD = (px \times alt)/df$$

Onde:
px: tamanho do pixel,
alt: altitude de voo,
df: distância focal da câmera.

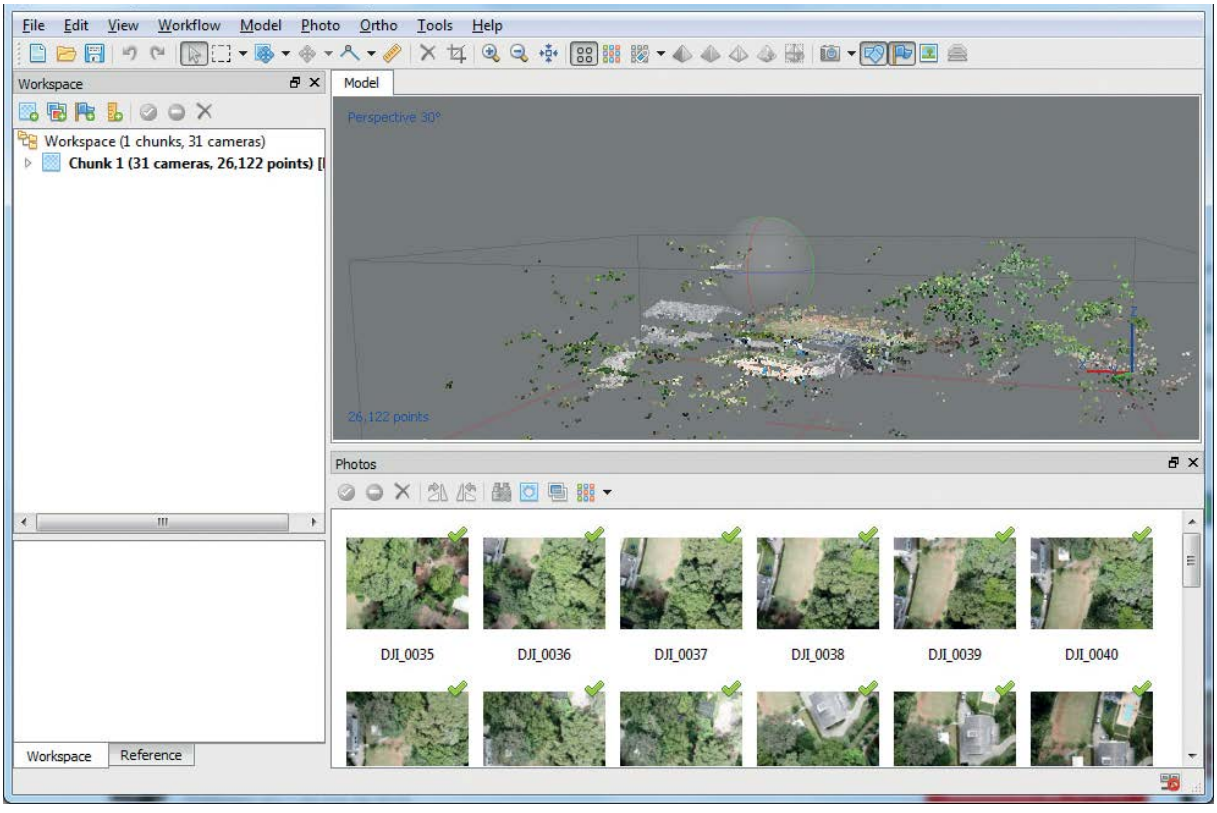
Figura 6 - Imagens com GSD diferentes (KUGLER, 2008)



Dentre os softwares mais utilizados para processamento dos dados coletados, podemos citar o Agisoft PhotoScan, o Pix4D Mapper, o UAS Master da Trimble e o Correllator3D. Uma alternativa de software open source para processamento de imagens é o MicMac, que, segundo Moutinho (2015a), está em um patamar muito próximo das soluções comerciais, como o PhotoScan e o Pix4D, com tendência para o nivelamento. Há também a possibilidade de fazer o processamento dos dados utilizando uma plataforma de processamento on-line, na qual os dados são carregados para a nuvem e todo o processamento é realizado na plataforma da empresa, sendo os resultados disponibilizados para download posteriormente. Como exemplos desse tipo de plataforma podemos citar as das empresas DroneDeploy, Pix4D e Maps Made Easy.

A partir desses softwares, é possível carregar as imagens coletadas, que contêm metadados como coordenadas geográficas, altitude e características da câmera, e gerar produtos cartográficos utilizando um fluxo de trabalho. Com o PhotoScan da empresa russa Agisoft LLC, podemos resumir o fluxo de trabalho em três passos básicos (MOUTINHO, 2015b). Primeiramente, é necessário fazer o alinhamento das imagens coletadas, processo no qual os pontos em comum (tie points) são utilizados para orientação, gerando uma nuvem de pontos esparsa (Figura 7). No segundo passo, uma nuvem de pontos densa é gerada a partir da nuvem de pontos esparsa, base-

Figura 7 - Nuvem de pontos esparsa (Agisoft PhotoScan)



ando-se na posição relativa da câmera. Finalmente, é feita a criação do modelo 3D, onde os pontos da nuvem densa são conectados gerando uma malha de polígonos com o uso de algoritmos de triangulação. A partir desse momento, é possível gerar o modelo digital de elevação e demais produtos, como o ortomosaico.

Segundo Campiteli (2016), um dos produtos mais requisitados é o mosaico de ortofotos, também chamado de ortomosaico. Esse produto é usado, principalmente, como fonte de dados para pré-projetos nas diversas áreas de engenharia, agricultura e demais serviços. Segundo Wolf (1983), as ortofotos são geometricamente equivalentes a mapas convencionais planimétricos de linhas e símbolos, que também mostram as posições ortográficas verdadeiras dos objetos. O mosaico de ortofotos é o produto da junção das fotos ortorretificadas (ortofotos) em uma imagem única, com a qual é possível realizar medições de distância, área, perímetro. O processo de "mosaicagem" é feito por meio da busca de pontos homólogos entre duas ou mais imagens sobrepostas entre si (condição básica para o processo de mosaicagem). Também é realizada a correção radiométrica das cores para que não ocorra descontinuidade entre elas (Campiteli, 2016).

Ao realizar um mapeamento aéreo com drones, é necessária uma sobreposição mínima de 60% em relação às imagens conhecidas como sobreposição longitudinal, e de 30% em relação às faixas de voo chamadas sobreposição lateral. As imagens não podem ser tiradas ao lado umas das outras, pois não teríamos a percepção de profundidade, que é conseguida com uma visão do mesmo objeto em solo por meio de dois ângulos distintos formados por cada imagem, permitindo definir a altura dos objetos (NETO, 2016a).

Figura 8 - Modelo Digital de Superficie (MDS)

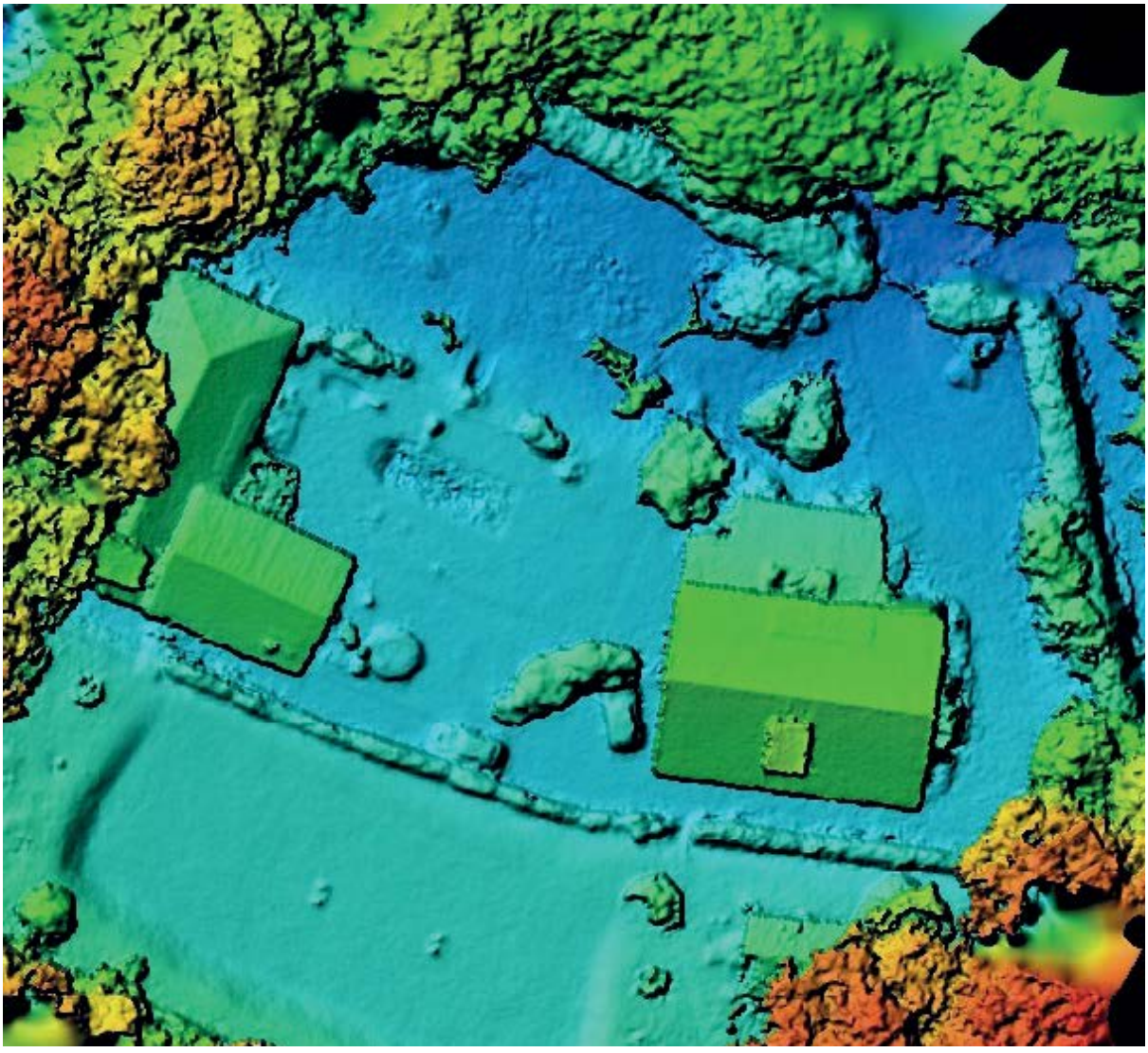
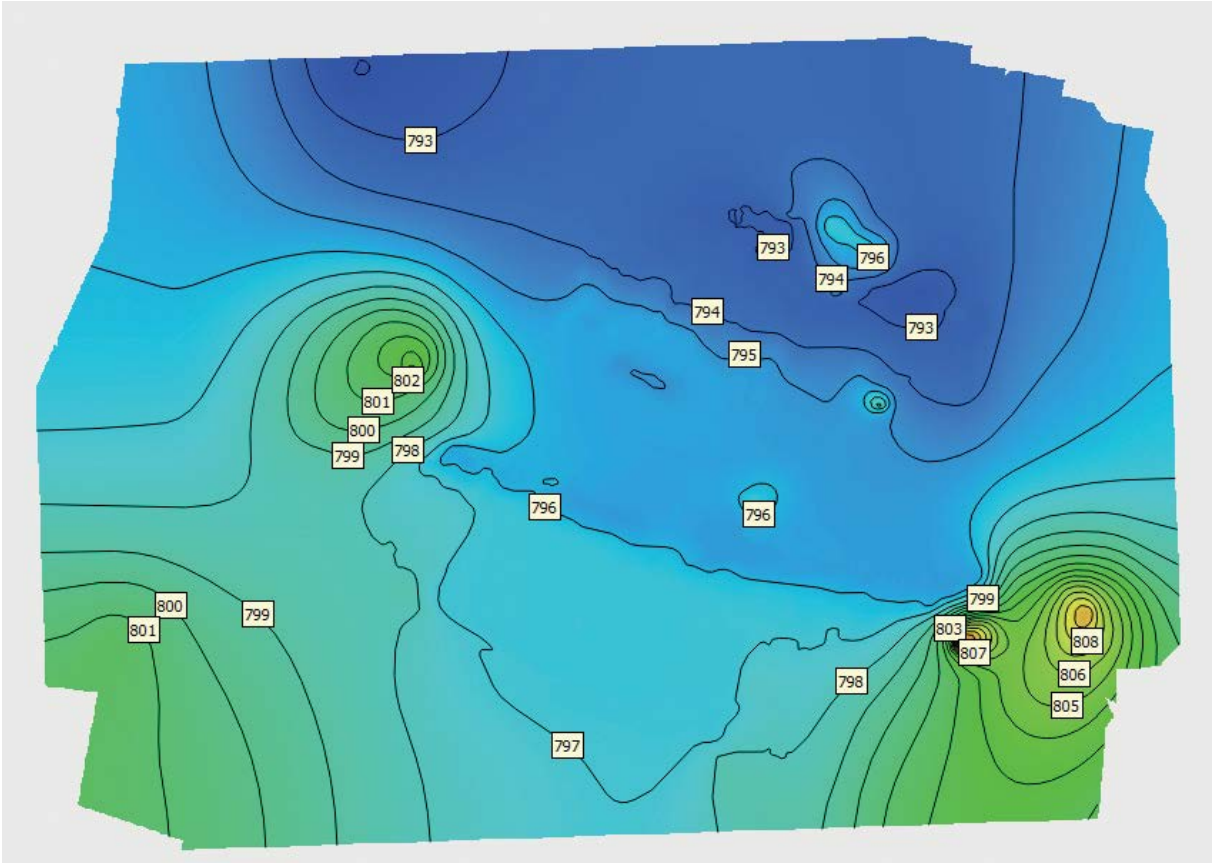


Figura 9 - Modelo Digital de Terreno (MDT) com curvas de nível



Além do ortomosaico, é possível gerar o Modelo Digital de Superfície (MDS), que é um modelo tridimensional que representa a superfície com demais objetos acima do solo, como pessoas, edificações e árvores (Figura 8). A partir do MDS, é possível gerar o Modelo Digital de Terreno (MDT), que é um modelo tridimensional em que os objetos acima do solo são removidos por um processo de filtragem, que pode ser manual ou por meio de um algoritmo. Após a geração do MDT, é possível realizar cálculos diretamente da nuvem de pontos gerada ou extrair as curvas de nível, utilizando um espaçamento determinado entre as isolinhas.

De acordo com Neto (2016a), por meio do MDT (Figura 9) é possível realizar diversos trabalhos, como análises de corte e aterro para projeto de estradas e barragens, elaboração de mapas de declividade e exposição para apoio à análise de geomorfologia e erodibilidade, análise de variáveis geofísicas e geoquímicas, além de possibilitar uma apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

Outra aplicação da aerofotogrametria com drones é fazer a análise da vegetação, utilizando os dados coletados no campo para calcular um índice de vegetação. O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) é um índice bastante utilizado e pode ser calculado para uma determinada área a ser estudada, indicando a condição da vegetação. É o índice de vegetação mais popular e com maior número de aplicações (DUFT, 2014).

Para calcular o NDVI, consideram-se as bandas espectrais do vermelho (red), que reflete a absorção de energia, e do infravermelho próximo (NIR - Near-Infrared ou IVP), que reflete a estrutura celular da planta. Por isso, esse índice é um bom indicador da condição da planta, e pode ser utilizado na agricultura para vários fins, como monitoramento de culturas, detecção de secas, localização de pragas, estimativas de produtividade, modelagem hidrológica e mapeamento de culturas. A fórmula abaixo demonstra como é calculado o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), a partir dos dados coletados pelos sensores embarcados no drone.

NDVI=IVP-V/IVP+V

Onde:
IVP: infravermelho próximo,
V: vermelho.

Ao analisar a Figura 10, que representa uma área de plantio, é possível observar áreas com a coloração vermelha, que possuem menor valor para o índice, o que indica menor densidade de vegetação (solo exposto ou vegetação seca). Isso permite que os agricultores possam avaliar a germinação e o crescimento das plantas e a produtividade da terra. Dependendo dos fatores e condições de fertilidade do solo, climáticas e de tecnologia de cultivo, a velocidade de desenvolvimento da biomassa será diferente, resultando em um índice de vegetação diferente, já que a maioria das folhas reflete mais a faixa do verde no espectro da luz visível, enquanto na faixa do vermelho há grande absorção de energia (DUFT, 2014).

Conclusão

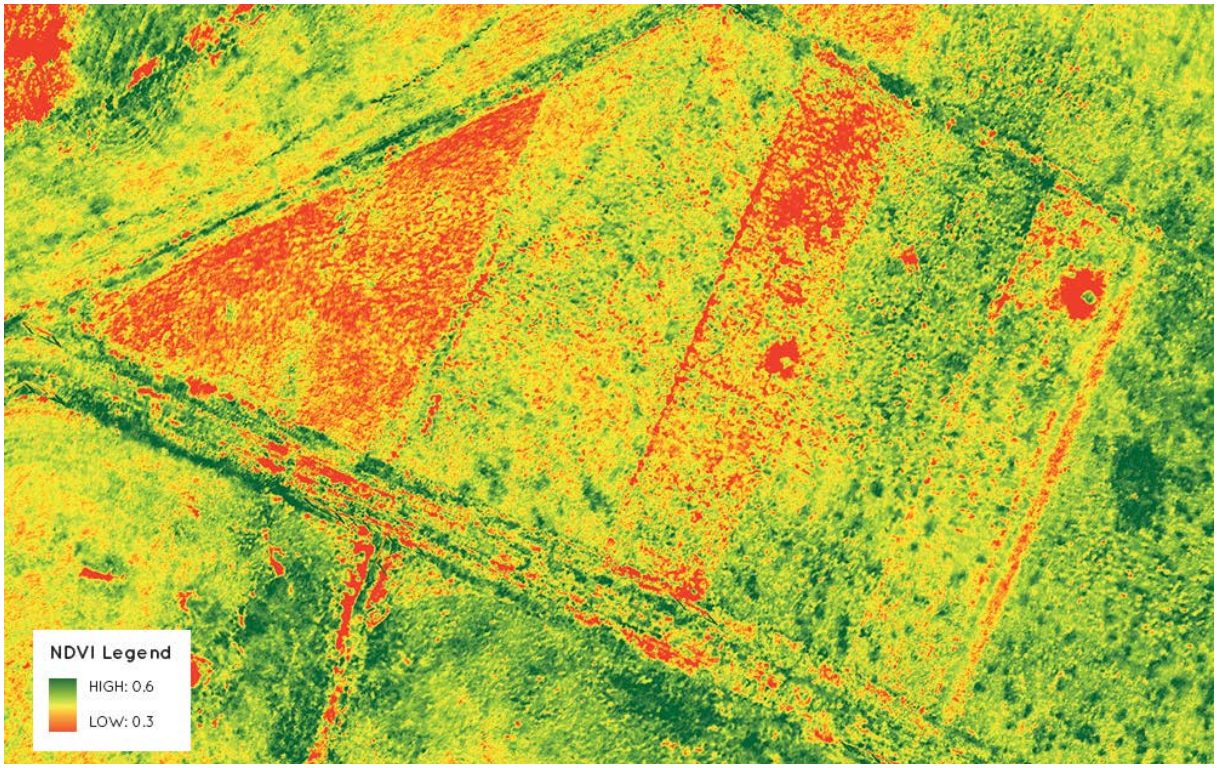
Os projetos de mapeamento e estudos de áreas podem ter muitos benefícios com o uso dos drones. A coleta de dados representa um alto custo em um projeto de levantamento e pode ser bastante simplificada com o uso de RPAS e sensores de diferentes tipos. Para isso, é necessário, porém, que os profissionais sejam capacitados para utilizar essa tecnologia e conheçam todos os detalhes técnicos que contribuem para a geração de produtos de qualidade.

A utilização de pontos de apoio ou, mais especificamente, dos pontos de controle para verificação da qualidade do produto gerado é muito importante, visto que, de acordo com Vitti (2017), podem ser encontrados erros sistemáticos nas coletas de dados, os quais são influenciados pelas particularidades de cada sensor utilizado. Uma boa acurácia pode ser obtida a partir de cinco pontos de controle rastreados com receptores GNSS RTK para modelagem de MDE (COVENEY; ROBERTS, 2017).

Sejam quais forem os objetivos a serem alcançados com o mapeamento aéreo, como cálculo de área, perímetro e volume; geração de mapas cartográficos; planejamento de estradas e de linhas de transmissão; desmembramento de áreas; levantamento de falhas no plantio ou saúde da vegetação; análise da topografia do terreno ou acompanhamento da evolução de obras, haverá uma grande possibilidade de se utilizar drones como ferramenta na execução desses trabalhos. Pode-se, inclusive, utilizar imagens de satélite, em uma escala menor, nos casos em que há necessidade de analisar uma área mais extensa, e as imagens de drones em determinados pontos específicos onde é necessário ter mais detalhes do problema ou para acompanhamento da execução de um projeto.

Apesar de ser uma tecnologia relativamente nova, os drones não são um modismo. Eles vieram para ficar e serão, cada vez mais, utilizados em várias áreas, como

Figura 10 - Uso de NDVI na agricultura



Fonte: http://www.agrotv.com.ua/kak-ndvi-pomozhet-fermeru-v-tochnom-zemledelii/

engenharia, agricultura, meio ambiente, mineração e governo. Considerando o modelo dos 6Ds de Peter Diamandis, em seu livro *Bold: how to go big, create wealth and impact the world*, para acompanhar o ciclo de vida de uma tecnologia em crescimento exponencial, pode-se dizer que os drones estão na fase do terceiro "D" – disrupção e progredindo para o quarto "D" – desmonetização. Segundo Barry e Coakley (2013), como todas as tecnologias disruptivas, a fotogrametria com RPAS pode se tornar o método predominante, em alguns anos, e substituir grande parte dos projetos realizados com métodos convencionais de levantamento.

Referências

ANAC. RESOLUÇÃO nº 419, 2 DE MAIO DE 2017. **Requisitos Gerais Para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil**. Brasília,DF, maio 2017. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94-emd-00/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

BARRY, P.; COAKLEY, R. **Field Accuracy Test of RPAS Photogrammetry**. Baseline Surveys Ltd. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013. Rostock, Alemanha, setembro 2013.

BELTRÃO, Silvia R. B. **Sensores embarcados em Drones: qual a melhor escolha para a minha empresa?** 1 de fevereiro de 2017. Disponível em: <https://www.xd4solutions.com.br/single-post/2017/02/01/Sensores-embarcados-em-Drones-Qual-a-melhor-escolha-para-a-minha-empresa>. Acesso em: 13 abr. 2018.

CAMPITELI, Maurício. **Mosaico de Ortofotos: o que você precisa saber.** DroneEng. 15 de junho de 2016. Disponível em: <http://blog.droneng.com.br/mosaico-de-ortofotos/>. Acesso em: 13 abr. 2018.

COVENEY, S.; ROBERTS, K, 2017. **Lightweight UAV digital elevation models and orthoimagery for environmental applications: data accuracy evaluation and potential for river flood risk modelling**. International Journal of Remote Sensing, Vol. 38, No. 8–10,. pp. 3159–3180.

DECEA. PORTARIA DECEA Nº 282/DGCEA, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2016. **Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro.** Brasília, DF, dez 2016. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/download.cfm?d=4510>. Acesso em: 13 mar. 2018.

DGDRONE. **Que és la fotogrametria moderna?** 14 de março de 2018. Disponível em: <https://dgdrone.com/que-es-fotogrametria-moderna-sfm/>. Acesso em: 23 abr. 2018.

DUFT, Daniel. **O que significa NDVI e qual sua relação com agricultura**. Inteliagro, 4 de julho de 2014. Disponível em: <http://inteliagro.com.br/o-que-significa-ndvi-e-o-qual-sua-relacao-com-agricultura/>. Acesso em: 23 abr. 2018.

FONSTAD, M. A. et al., 2013. **Topographic Structure from Motion: a new development in photogrammetric measurement**. Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 38, No. 4, pp. 421–430.

KUGLER, Ângela. **Qual a escala de um voo digital?** Esteio Engenharia e Aerolevantamento. 2008. Disponível em: <http://www.esteio.com.br/downloads/2008/EscalaDigital.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2018.

MOUTINHO, Óscar et al. **MicMac: uma alternativa Open Source para fotogrametria com RPAS**. OSGEO-PT, SASIG 2015. Lisboa, setembro de 2015a.

MOUTINHO, Óscar et al. **Evaluation of Photogrammetric Solutions for RPAS: Commercial vs Open Source**. 2015. 121f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Geográfica. Universidade do Porto, Porto, 2015b.

OLIVEIRA, Cêurio de. **Dicionário Cartográfico**. Rio de Janeiro, IBGE, 1993, 4. ed. 645 p.

NETO, Manoel Silva. **Como gerar MDT com drones?** DroneEng. 26 de janeiro de 2016a. Disponível em: <http://blog.droneng.com.br/mdt-com-drones/>. Acesso em: 13 abr. 2018.

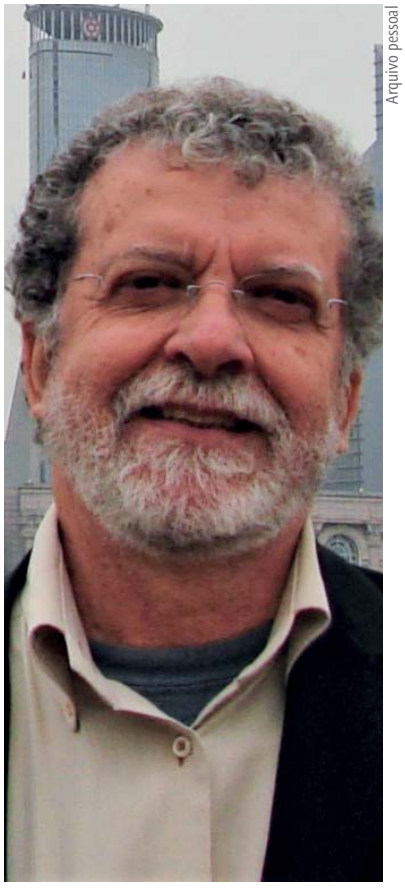
NETO, Manoel Silva. **GSD, o que é isso?** DroneEng. 15 de abril de 2016b. Disponível em: <http://blog.droneng.com.br/gsd/>. Acesso em: 13 abr. 2018.

SZELISKI, R. **Computer vision: algorithms and applications**. Springer. Washington, EUA, v.1, 979p., 2010.

VITTI, D.M.C. et al. **Análise de erros sistemáticos em ortofoto gerada por meio de fotogrametria com RPAS**. XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia 2017. 6 a 9 de novembro de 2017. Rio de Janeiro, RJ.

WOLF, P. R. **Elements of Photogrammetry**. McGraw-Hill Book Company, Singapura, 1983.

Geografia, análise espacial, geotecnologias, inteligência espacial: algumas reflexões



Arquivo pessoal

João Francisco de Abreu

Professor doutor da PUC Minas no programa de pós-graduação em Tratamento da Informação Espacial-Geográfica. Graduação em Geografia, Ciências Contábeis, Administração de Empresas, Economia (PUC Minas – 1962-1969), especializações pela Harvard University – Design (1967), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Geografia Quantitativa (1971), Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional de Minas Gerais (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (1972), mestrado (1977), doutorado (1982) e pós-doutorado (1993) pela The University of Michigan, nos Estados Unidos, professor aposentado pela UFMG (Geociências), professor decano da PUC Minas, professor visitante da Universidade Estadual Paulista (Unesp) Rio Claro (Programa de Pós-Graduação em Geografia), Universidade de Bolonha (Departamento de Planejamento Regional Urbano), na Itália, The University of Michigan-Fullbright Visiting Professor-Social Sciences, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG) - mestrado em Educação Tecnológica, Cedeplar – UFMG (doutorado em Economia Regional\Demografia), consultor da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), diretor de Relações Internacionais PUC Minas (1995-2000), pró-reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da PUC Minas (2002-2012), presidente do Conselho Curador da Fapemig (2010-2017).

Resumo

No texto são feitas algumas reflexões sobre a geografia no contexto espacialista, análise espacial, inteligência espacial e geotecnologias a partir dos anos 1950, com histórico detalhado da geografia quantitativa e análise espacial. São também destacados os departamentos de Geografia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro e da PUC Minas, pelas importantes contribuições para o contexto espacialista. É também comentado o relatório GeoBUIZ–2018 e feita uma síntese de recentes inovações na área.

Palavras-chave:
análise espacial, GIS, inteligência geográfica, geotecnologias, ensino em Geografia.

Introdução

Na segunda metade do século XX, a geografia se viu desafiada a responder à expectativa da sociedade de que a ciência fosse capaz de ir além de seu papel descritivo, apontando a direção em que os sistemas evoluem e criando a possibilidade de ações de intervenção (CLAVAL, 2006). A demanda por uma disciplina que fosse capaz de responder a problemas cada vez mais complexos foi particularmente forte nos Estados Unidos, resultando em uma crise que levou ao fechamento de departamentos de geografia em várias universidades (HOLT-JENSEN, 1988).

O contexto espacialista diferencia-se dos contextos tradicionais, fundamentalmente, pela preocupação específica com a formulação de teorias eminentemente geográficas destinadas a permitir o estudo do comportamento espacial. Sua adoção importou, assim, em uma mudança radical de ênfase na reflexão geográfica, que deslocou o enfoque primário da geografia da ordenação e descrição de dados, muitos dos quais fornecidos por outras disciplinas científicas, para o desenvolvimento da análise espacial, elaborada a partir da construção de um instrumental metodológico adequado à formulação de generalizações sobre a estrutura e a organização do espaço. A ênfase da perspectiva espacialista se baseia na rigorosa aplicação do método científico e encontra-se assentada em sua preocupação fundamental de subordinar a produção do conhecimento geográfico a um princípio de refutabilidade, no qual a validade das assertivas formuladas pelos praticantes da disciplina assume a natureza de função da possibilidade de sua verificação e teste. Como resultado, a visão espacialista

Figura 1 – Transformação de um problema geográfico em um problema matemático

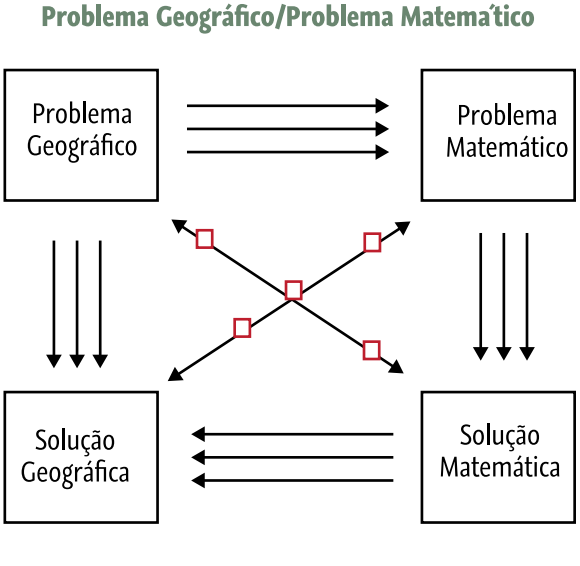
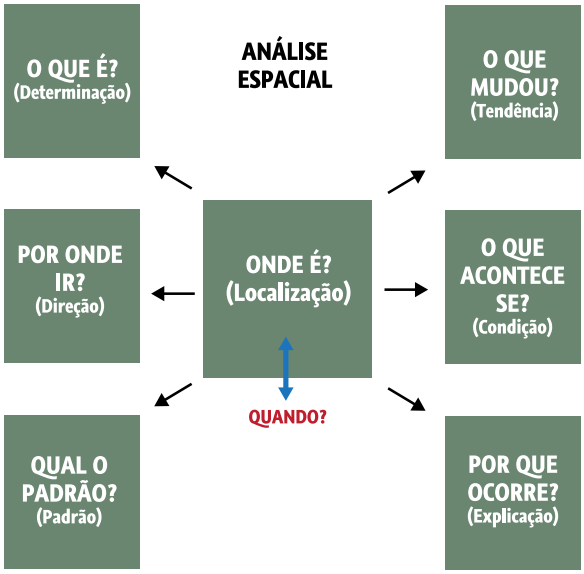


Figura 2 – Perguntas clássicas em análise espacial



Abreu, JF-TIE PUC MINAS, 99

tende a promover uma sensível abstração do pensamento geográfico, na qual a matemática assume o papel de linguagem essencial para se exprimir os fenômenos geográficos e suas interações recíprocas. Dessa forma, a análise espacial quase sempre envolve a transformação de um problema geográfico em um problema matemático (Figura 1), tarefa que é alcançada, fundamentalmente, pela aplicação de técnicas estatísticas e pela transformação de determinados atributos geográficos em entes geométricos, com o consequente estabelecimento de relações dimensionais, sendo fundamental a determinação do onde e do quando. (Figura 2.)

Figura 3 – NATURE-DOUG RICHARDSON

Mapping opportunities : Article : Nature
"Science has discovered geography," says *Doug Richardson*, executive director of the Association of American Geographers (AAG). Many of the National Science ...
www.nature.com/uidfinder/10.1038/nj6972-376a

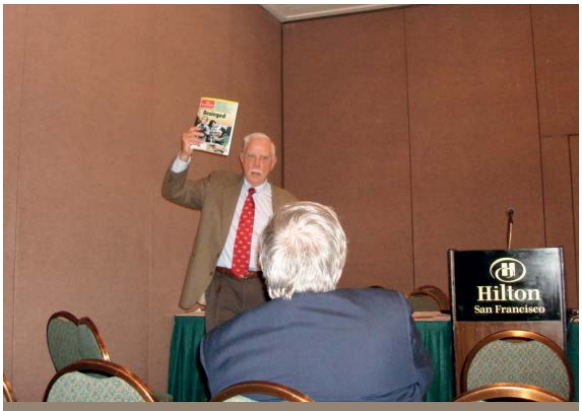
Com grande interesse em questões de geografia econômica e urbana, e forte base matemática, a Universidade de Washington, em Seattle, nos Estados Unidos, foi pioneira da geografia teorético-quantitativa, com os professores William Garrison e Edward Ullman (JOHNSTON, 1986), seus alunos Brian Berry, Waldo Tobler, Arthur Getis, Richard Morris e John Nystuen, dentre outros – conhecidos como cadetes de Washington ou cadetes espaciais. Foram eles os responsáveis por disseminar a geografia teorético-quantitativa a partir das universidades do meio-oeste, como Wisconsin e Michigan (JOHNSTON, 1986). Deve-se também ressaltar a importância da sociologia urbana da Escola de Chicago e as contribuições da economia regional de Isard (Abreu,Pooler,1994) (Figuras 3, 4 e 5).

Alguns aspectos históricos

Para Kitchin (2006), até a década de 1950, a geografia era uma disciplina de natureza essencialmente descritiva, examinando padrões e processos, muitas vezes em uma base regional, a fim de tentar compreender determinados lugares. Nesse momento, ficou pronunciada a progressiva frustração que alguns geógrafos sentiam em relação à abordagem regional, julgada como não científica e ultrapassada (MARSHALL, 2011). Por essa razão, conforme destaca, desde o início dos anos 1950, um número crescente de geógrafos começou a argumentar que a pesquisa geográfica necessitava se tornar mais científica em seu método, buscando as leis fundamentais que pudessem explicar padrões e processos espaciais sociais.

Figuras 4 e 5 – GARRISON/TOBLER-NYSTUEN

SPATIAL CADETS MEETING-AAG-2007 AAG-2007



Bill Garrison

Nystuen Abreu Tobler

Para geógrafos, como Schaefer, a geografia como uma disciplina ganharia utilidade real e, por associação, respeitabilidade dentro da academia, somente se se tornasse mais científica. O método científico daria validade e credibilidade aos estudos geográficos e forneceria uma "linguagem" comum para unir a geografia humana e a física (KITCHIN, 2006).

A revolução quantitativa tornou-se a primeira tentativa organizada para aplicar metodologias quantitativas dentro da geografia. De acordo com Johnston (2006), grande parte do empenho para tal mudança veio de fora da disciplina: havia poucos fundamentos na geografia humana na qual se inspirar – como os trabalhos de Walter Christaller (1933) e Torsten Hägestrand (1953).

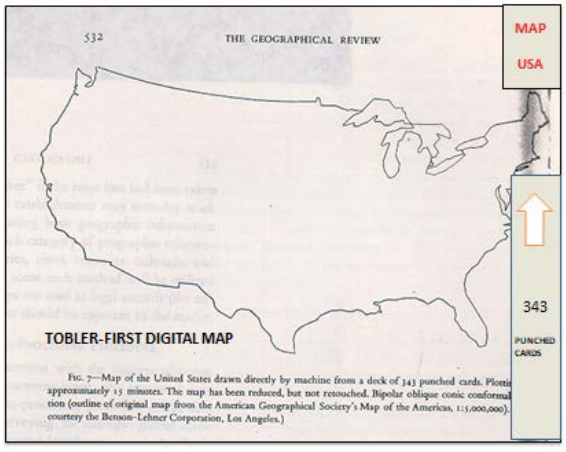
Assim, a fundamentação epistemológica no positivismo lógico motivou os geógrafos quantitativos a destacar a geografia como ciência empírica, apoiada nos dados da observação tal como a física ou a biologia. Do mesmo modo, os esforços foram orientados para a construção de um corpo teórico para a explicação dos fenômenos espaciais, por meio da elaboração de modelos – que se tornou um dos principais objetivos da geografia.

Nessa perspectiva, a geografia quantitativa transformou-se em corrente importante da ciência geográfica, envolvendo "uma ou mais das seguintes atividades: análise de dados espaciais numéricos, o desenvolvimento da teoria espacial e a construção e ensaio (testing) de modelos matemáticos de processos espaciais" (FOTHERINGHAM; BRUNSDON; CHARLTON, 2007). A Primeira Lei da Geografia – tudo é relacionado com tudo, mas as coisas mais próximas são mais relacionadas –, de Waldo Tobler, proporcionou grande impulso nas técnicas de medição de correlação e dependência espacial. Tobler também é o autor do primeiro mapa feito em computador (Figura 6).

Desenvolvimento, inovações, reflexões

Alguns acontecimentos contribuíram muito para promover a análise quantitativa aplicada, em especial o advento do computador pessoal (PC), que permitiu que o planejador (setor público e privado) tivesse acesso imediato aos poderosos softwares para mapeamento e análise espacial (STILLWELL E CLARKE, 2004). É possível destacar, ainda, os avanços propor-

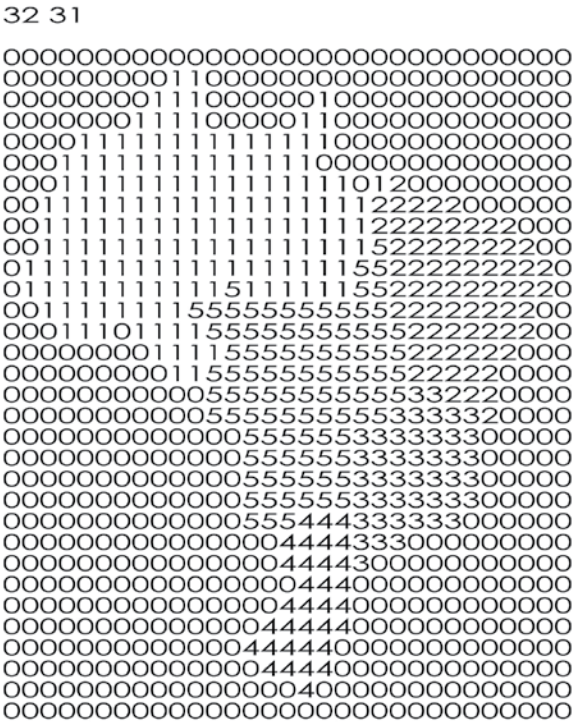
Figura 6 – Waldo Tobler-Primeiro mapa feito em computador



cionados pelo rápido desenvolvimento da National Aeronautics and Space Administration (Nasa) e dos sistemas de satélite, que possibilitaram o igualmente rápido avanço do sensoriamento remoto e o advento do Global Positioning System (GPS), que iriam reescrever a cartografia e possibilitar o aprimoramento e a difusão do uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e um acentuado desenvolvimento da análise espacial (BERRY, 2008). O interesse pela análise espacial também foi favorecido pela ampliação da disponibilidade de dados espaciais e da aceitação popular das ferramentas (instrumentos) como o Google Earth e Google Maps (GOODCHILD, 2008).

As novas possibilidades abertas para a análise espacial geraram também excelentes oportunidades e perspectivas para os geógrafos e analistas espaciais. O artigo "Mapping opportunities", publicado pela *Revista Nature*, ainda em 2004, indica que, naquele ano (2004), o Departamento de Trabalho dos Estados Unidos identificou a geotecnologia como um dos três campos emergentes e em desenvolvimento mais importantes, junto com a nanotecnologia e a biotecnologia. Na mesma matéria, Doug Richardson declara que "a ciência descobriu a geografia". O autor, presidente na Associação Americana de Geografia (AAG), maior associação de geografia do mundo, sinaliza para a importância da revolução da informação expandindo os horizontes geográficos do local para o global e mostra que o uso da internet, GIS, GPS e outras tecnologias de mapeamento ajudam a formar redes espaciais muito importantes para a sociedade em função de tomadas de decisões estratégicas nos mais diversos níveis.

Figura 6a – Brasil, Regiões - Mapeamento Digital



O progresso recente da análise espacial e dos SIGs produziu uma mudança na relação da geografia com as outras ciências. Nelson (2011), em entrevista realizada junto a importantes acadêmicos da análise espacial, constatou que os geógrafos das décadas de 1950 e 1960 tomaram emprestado o trabalho de físicos e matemáticos para gerar um novo tipo de geografia, a geografia quantitativa. Em virtude dos significativos avanços proporcionados pelos SIGs, softwares, novos tipos de dados espaciais e tecnologia da geoinformação, a análise espacial tem permeado outras disciplinas e ganhou popularidade na economia, ecologia, ciências sociais em geral, epidemiologia e outras várias ciências onde o fator espacial era fundamental. Ou seja, durante a Revolução Quantitativa, os geógrafos passaram de importadores a exportadores de métodos e técnicas. Além da geografia, a perspectiva espacial e quantitativa desenvolvida por geógrafos alcançou reconhecimento dentro e fora da academia e outras disciplinas estão se tornando importantes fontes de inovação na análise espacial.

É importante salientar que, no Brasil, esse contexto geográfico foi inicialmente desenvolvido no Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro, quando, no início dos anos 1970, alguns docentes e pesquisadores desse departamento passaram a desenvolver estudos dessa nova corrente filosófica-científica, denominada geografia teorética-quantitativa.

Destacam-se, dentre outros, Antonio Christofoletti, Lívia de Oliveira, Antonio Olívio Ceron, Alexandre Felizola Diniz e Lúcia Helena de Oliveira Gerardi, que também criaram, em março de 1971, em Rio Claro, a Associação de Geografia Teorética (Ageteo). O Departamento publicou também dois periódicos de alto nível acadêmico: a revista Geografia (A2-Capes) e o Boletim de Geografia de Teorética (desativado). Tive a honra e a satisfação de trabalhar nesse departamento, como professor visitante, por mais de dez anos, orientando teses e dissertações e lecionando disciplinas, como Análise Regional e Análise Espacial (Figura 6a).

Esse contexto espacialista foi também muito desenvolvido nos programas de mestrado e doutorado em Geografia/Tratamento da Informação, do Departamento de Geografia da Pontifícia Universidade Católica de Minas (PUC Minas). Em 1995, fomos convidados pelo então reitor, padre Geraldo Magela Teixeira, a criar um programa de mestrado, nos moldes das universidades

do Mid-West americano, com ênfase em Tratamento da Informação Espacial, com caráter multidisciplinar e financiamento da própria PUC Minas, de órgãos de fomento federais e estaduais, como Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e com suporte empresarial, por meio de projetos específicos.

A equipe foi montada, inicialmente, com os professores João Francisco de Abreu, criador e coordenador, Oswaldo Bueno Amorim Filho, Leônidas Conceição Barroso, Aurelio Muzarelli e Tarcísio Amorim. O suporte internacional proveniente das universidades de Michigan (professores John Nystuen e Don Deskins) e de Santa Barbara (professores Waldo Tobler e Don Janelle) foi também muito importante. O programa foi montado com equilíbrio claro entre teoria e técnica. "Não é só a parte técnica a mais importante e, sim, a combinação da habilidade técnica e o entendimento dos conceitos geográficos".

Aspecto muito bem ressaltado por Olsson (2006) na sua obra grandiosa Abysmal – uma crítica à razão cartográfica. Gunnar Olsson afirma: "A geografia não se resume somente a técnicas e mapeamentos, existe uma grande necessidade de serem trabalhadas as bases teórico-metodológicas para se procurar uma ciência competente". As recentes discussões sobre inteligência geográfica reforçam esses aspectos de equilíbrio, epistemologia, técnica e reforçam a importância das equipes multidisciplinares de análise espacial.

O programa foi um grande sucesso, tendo produzido mais de 200 teses e dissertações de mestrado e doutorado na área, além de um grande número de publicações, nacionais e internacionais. O programa publica o Caderno de Geografia, muito bem organizado e editado, com avaliação B1/Capes.

• É também muito importante frisar que o modelo americano aplicado no Brasil, nessa nova visão geográfica, foi utilizado em virtude de seu amplo êxito e sucesso, na renovação da produção geográfica, que passou a se concentrar cada vez mais nas diversas universidades americanas (CLAVAL, 2006). Esse modelo difundiu-se para outros países, principalmente europeus e asiáticos, culminando com enorme desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas e, atualmente, com a nova revolução geoespacial. No século XXI, a evolução tecnológica que acompanhou e alavancou o desenvolvimento da geografia teorético-quantitativa se acelerou significativamente, com destaque para a capacidade de geração e processamento de dados. Hoje, o big data – conjunto de dados tão grande, complexo e dinâmico que não pode ser manuseado em sistemas e softwares comuns – desafia empresas, governo, academia e sociedade a buscar novas formas de colher, gerir e entender um volume sem precedentes de informações. Esse fenômeno é conhecido como sendo uma "revolução geoespacial", na qual mapas são interativos e inseridos em tudo o que fazemos, mudando a forma como trocamos experiências, navegamos e tomamos decisões. Embora bancos de dados digitais já existam há décadas, o que cresceu exponencialmente nos últimos anos foi a escala, sofisticação e ubiquidade da análise de dados para identificar padrões e fazer inferências. Dentre as inovações recentes, a tecnologia do geotagging – adicionar metadados de identificação geográfica (coordenadas) a qualquer mídia, como fotografias, vídeos, websites, mensagens SMS – foi uma das mais impactantes.

Nessa evolução iniciada com o surgimento da geografia teorético-quantitativa, nos anos 1950, a análise espacial se depara, hoje, com os desafios e possibilidades trazidos pelo crescente volume de informações georreferenciadas e pela democratização do acesso a instrumentos de mapeamento e análise. (Paiva, 2015). É necessário salientar a importância das chamadas salas de situação, soluções espaciais on line e investimentos em projetos interativos e inteligentes de grandes bases de dados (Exemplo: Projeto Data Viva (Governo de Minas, Fapemig, MIT) (Figuras 7 e 8).

Pode-se dizer que a indústria geoespacial se encontra em um estágio crescente e tem mudado bastante o paradigma nos últimos cinco anos, com inovações como: Cloud, IOT, big data, inteligência artificial e blockchain, que desempenharam papéis multiplicadores na expansão do portfólio de negócios da indústria geoespacial, atraindo significativa atenção e investimentos dos prin-

Figura 7 - Cartograma Inteligência Espacial / Situation Rooms

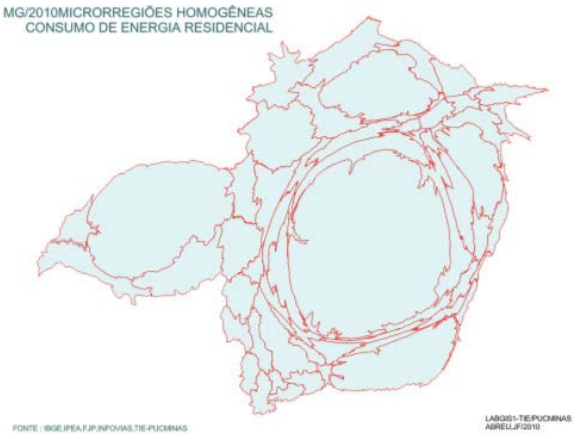


Figura 8 - Fluxos migratórios

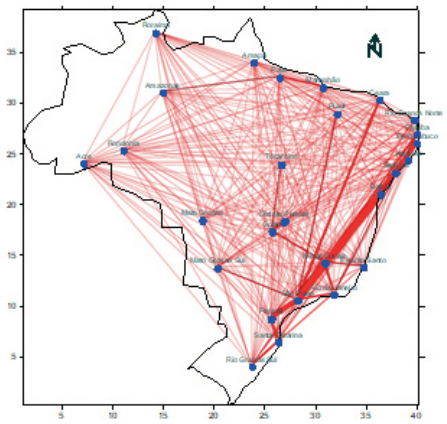
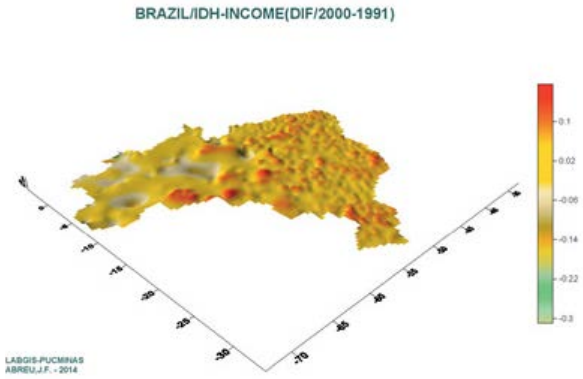


Figura 9 – Brasil/Qualidade de Vida



cipais mercados de TI e outros, e incentivando uma série de empreendedores iniciantes.

Outro aspecto importante é a integração do mercado geoespacial. A integração desse mercado criou uma grande demanda por conteúdo geoespacial e a utilização da chamada "hélice tríplice", trabalho integrado do governo, empresas e universidades, que acelerou, de forma marcante, a criação e o uso dos processos geoespaciais, soluções entre governos, empresas e consumidores. Também ajudou a incentivar a criação e o uso dos aplicativos (softwares), ampliando o impacto geral e a contribuição da informação geoespacial na economia mundial e na sociedade.

Em recente relatório, a revista *Geobuiz* (Edição 2018) apresenta um trabalho bastante completo das tecnologias geoespaciais e da inteligência espacial para 50 países. O relatório traz uma visão coletiva e harmonizada sobre o mercado global da indústria geoespacial, tamanho do mercado, impacto no valor global e sua distribuição entre mercados, geografias e indústria, principalmente de 2013-2020. Os dados e estimativas são os mais variados e em diversos níveis (local, regional,nacional e global).

Para fornecer uma visão integrada que possa ser usada com facilidade e referenciada objetivamente, técnicas de análise multivariada de dados têm sido usadas para obter resultados relativos à inteligência de produção, consumo e inovação, estratégias de projeções e inferências diversas. A análise desses múltiplos relatórios traz à luz o crescimento histórico de 11,5% (ano 2013-2017), com taxa de crescimento projetada de 13,6% para 2020 (ano 2018-2020). Para facilitar as comparações entre países, é criado um índice de potencialidades geoespaciais por país (countries geospatial readness index-CGRI), baseado em análise estatística multivariada, citada anteriormente, com variáveis das seguintes áreas:

- Infraestrutura de dados
- Organização política
- Capacidade institucional
- Adoção de usuários
- Estrutura industrial

Para ajudar na compreensão fácil, os países foram agrupados em três níveis:

1) Líderes (mais avançados), como os Estados Unidos, no topo do ranking (67,7); O Reino Unido, em segundo lugar (40,6); e a Alemanha, em terceiro lugar (37,5).

2) Challengers (intermediários, desafiantes), como Bélgica (29,9), em 11º lugar; Espanha, (29,7) em 12º; e Áustria (28,8), em 13º.

3) Aspirers (em desenvovimento, aspirantes), como Nova Zelândia (20,6), 25ª posição; Índia (20,5), na 26ª; e Brasil (16,7), na 29ª posição.

Nesse contexto, as universidades assumem o importante papel de formadoras de recursos humanos habilitadas a contribuir para o aumento da competitividade. Ao mesmo tempo, adquirem a obrigação de aprofundar e gerar novos conhecimentos que permitam a empresas e governo produzirem inovações e otimizarem recursos para o bem da sociedade.

Referências

ABREU,J.F. **Sistemas de Informações Geográficas e Manufatura Integrada por computador,GIS e CIM,-Uma Análise Exploratória** (145-157) in Manufatura Integrada por Computador-Contexto,Tendências,Técnicas.Editores:Terra,L.D.B;Costa; Markus,M; Costa Jr,P,; Fundação CEFET Minas-1995

ABREU,J.F.;.Barroso,L.C.. **Geografia, Modelo de Análise Espacial e GIS**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.

ABREU, J. F.; MUZZARELLI, A., **Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici. Franco Angeli, Forum per la Tecnologia della Informazione**. Università di Bologna e Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Milano, Italy, 2003.

ABREU,J.F.,Pinheiro,T.C. **The Creation of New Municipalities and The Development of Brazilian Urban Network during the XX Century** (1-16) in Recent Researches in Interdisciplinary-Sciences-Editors Efe,R. Curebal,I. Nyussupova,Atosy,E., St.Kliment Ohridski U.Press,Sofia-2016

ABREU,J.F.;Paiva,J.E. **Sustentability and Human Development Index** (87-92) (La Qualita dello Spazio-CLUE-B-Bologna 2009

ABREU,J.F.and Pooler,J. –**Origins of Spatial Tradition in Geography,some contributions of the University of Michigan**. U.of Mi,Technical Paper.(Dept.of Sociology) -1994

ANSELIN, L. **Interactive techniques and exploratory spatial data analysis.** In: LONGLEY, P. A, GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J. e RHIND, D. W. Geographical Information Systems – volume 1: principles and technical issues. New York: John Wiley & Sons, 1999.

ANSELIN, L. **Spatial Econometrics**. In: BALTAGI, B. H. (Ed.). A companion to theoretical econometrics. Malden, MA: Blackwell Publishing Ltd, 2003.

ANSELIN, L. **Local indicators of spatial association-LISA**. Geographical Analysis, v. 27, n. 2, p. 93–115, Apr.1995.

BACHA, E.; FISHLOW, A. **Recent commodity price boom and Latin American growth: more than new bottles for an old wine?** In: OCAMPO, J.; ROS, J. (Ed.). The Oxford handbook of latin american economics. New York, NY: Oxford University Press, 2011. p. 394-410.

BALL, P. **Counting Google searches predicts market movments**. Nature, 26 Apr. 2013. Disponível em: http://www.nature.com/news/counting-google-searches-predicts-market-movements-1.12879. Acesso em: 15 set. 2013.

BERRY, B. Foreword. In.: SHEKAR, S., e XIONG, H. (Eds.). **Encyclopedia of GIS**. New York: Springer Science Business Media, 2008.

BIZER, C.; BONCZ, P.; BRODIE, M.; ERLING, O. **The meaningful use of big data: four perspectives – four challenges.** SIGMOD Record, v.40, n.4, p.56-60, Dec. 2011.

BOLLIER, D. **The promise and peril of big dat**a. Washington: The Aspen Institute. 2010. 61 p.

BOYD, D.; CRAWFORD. K. **Critical questions for big data**. Information, Communication & Society, v.15, n.5, p.662-679, June 2012.

CLAVAL, P. **História da Geografia**. Lisboa: Edições 70. 2006. 142 p.

FOTHERINGHAM, A. S. **Quantification, Evidence and Positivism**. In: AITKEN, S. e VALENTINE, G. (Eds.). Approaches to human geography. London: SAGE Publications Ltd, 2006.

FOTHERINGHAM, A. S., BRUNSDON, C. e CHARLTON, M. **Geographically weighted regression – the analysis of spatially varying relationships**. Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons, LTD, 2002.

FOTHERINGHAM, S., BRUNSDON, C. e CHARLTON, M. **Qualitative geography – perspectives on spatial data analysis.** London: Sage Publications, 2007.

GOODCHILD, M. F. **Data Analysis, Spatial**. In.: SHEKAR, S., e XIONG, H. (Eds.). Encyclopedia of GIS. New York: Springer Science Business Media, 2008a.

HAUSMANN, R. et al. **The atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity**. Cambridge, MA: Puritan Press, 2011. 364 p.

HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. **What you export matters**. Journal of Economic Geography, v. 12, n. 1, p. 1–25, Dec. 2007.

HAUSMANN, R.; KLINGER, B. **The structure of the product space and the evolution of comparative advantage**. Harvard University, Apr. 2007 (CID working paper n.146).

HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. **The building blocks of economic complexity**. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 106, n. 26, p. 10570–5, June 2009.

HIDALGO, C. **The dynamics of economic complexity and the product space over a 42 year period**., Harvard University, Dec.2009 (CID working paper n.189).

HOLT-JENSEN, A. **Geography: its history and concepts**. London: Paul Chapman. 1988. 186 p.

HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. **What you export matters**. Journal of Economic Geography, v. 12, n. 1, p. 1–25, Dec. 2007.

KRUGMAN, P. **Increasing returns and economic geography**. Journal of Political Economy, v. 99, n. 3, p. 483–499, June 1991.

KRUGMAN, P. R. **The new economic geography, now middle-aged**. Regional Studies, v. 45, n. 1, p. 1–7, Jan. 2011.

JOHNSTON, R. **Sixty years of change in human geography. Paper prepared for the History of Postwar Social Science Seminars**, London School of Economics, 25 April, 2006.

KITCHIN, R. **Positivistic geographies and spatial science**. In.: AITKEN, S. e VALENTINE, G. (Eds.). Approaches to human geography. London: SAGE Publications, 2006.

LESAGE, J. P., e PACE, R. K. **Introduction to spatial econometrics**. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, LLC, Statistics: a series of textbooks and monographs; 196, 2009.

LEUNG, YEE. **Knowledge discovery in spatial data**. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.

LLOYD, C. D. **Spatial data analysis: an introduction for GIS users**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

KITCHIN, R. **Positivistic geographies and spatial science**. In.: AITKEN, S. e VALENTINE, G. (Eds.). Approaches to human geography. London: SAGE Publications, 2006.

LESAGE, J. P., e PACE, R. K. **Introduction to spatial econometrics**. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, LLC, Statistics: a series of textbooks and monographs; 196, 2009.

LESAGE, J. P. **Spatial econometrics**. Department of Economics, University of Toledo, Circulated for Review, December, 1998.

LEUNG, YEE. **Knowledge discovery in spatial data**. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.

LLOYD, C. D. **Spatial data analysis: an introduction for GIS users**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

LEUNG, YEE. **Knowledge discovery in spatial data**. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.

LLOYD, C. D. **Spatial data analysis: an introduction for GIS users**. Oxford: Oxford

MASSER, I. and H. Ottens (1999). **Urban Planning and Geographic Information Systems**. Chapter 2 in Geographical Information and Planning. J. Stillwell, S. Geertman and S. Openshaw. (eds.) Berlin, Springer--Verlag: pp. 25-42.

MUZZARELLI, Aurelio, et al. **O estado atual e as potencialidades dos Sistemas Informativos Geográficos: a difusão e as aplicações na Europa em relação ao planejamento urbano e regiona**l. ARQUITETURA; Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, v.1, n.1, p.27-38, abr. 1993.

RAMOS, Cristiane da Silva. **Visualização Cartográfica e cartografia multimídia: conceitos e tecnologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

TOBÓN, C. **Usability Testing for Improving Interactive GeoVisualization Techniques**. CASA – Centre for Advanced Spatial Analysis. Working Paper Series, 2002.

TOBLER, Waldo (1979) - **Smooth Pycnophylactic Interpolation for Geographical Regions**. Journal of the American Statistical Association, Vol.74, N.º367, pp. 519-535.

PAIVA,E.A **Geografia, Análise Espacial e Inovação: uma aplicação do Product space aos dados do Brasil**. Tese de Doutorado-Geografia,PUCMINAS.2014

Pickles, John, (ed). **"Ground truth : the social implications of geographic information systems"**. New York: Guilford Press, c1995.

Salzano E. (2003), **Fondamenti di urbanistica**. Nuova edizione accresciuta. Editori Laterza, Roma-Bari, 2003.

Taylor, P. J. (1990) GKS. **"Political Quarterly Review"**, 9, 3, pp. 211 - 212.

Infraestrutura de dados espaciais de Belo Horizonte – a caminho de uma cidade inteligente

Arquivo pessoal

Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges

Doutora em Ciência da Computação pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais (DCC/UFMG), mestre em Administração Pública: Sistemas de Informação e Gestão pela Fundação João Pinheiro, engenheira civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Atualmente é superintendente de Geoprocessamento Corporativo da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel) e coordenadora da Infraestrutura de Dados Espaciais da Prefeitura de Belo Horizonte (IDE-BHGEO). Atua há mais de 25 anos na área de geoprocessamento urbano e é professora convidada do curso de Especialização em Geoprocessamento do Instituto de Geociências da UFMG.

Arquivo pessoal

Lidiane Nery de Rezende

Pós-graduada em Geoprocessamento pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), bacharel em Geografia pelo Instituto de Geociências (IGC/UFMG). Atua na área de geoprocessamento/geografia/planejamento urbano há 14 anos. Atualmente trabalha na Gerência de Geoinformação, na área de geoprocessamento da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel).

Maria de Lourdes da Silveira

Doutora em Ciência da Computação pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais (DCC/UFMG), mestre em Administração Pública pela Fundação João Pinheiro, bacharel em Ciência da Computação pelo DCC/UFMG. Atuou nas empresas Telemig e Belgo Mineira Sistemas (BMS) nas áreas de redes de computadores e sistema operacional. Atualmente atua na área de pesquisa em novas tecnologias na Superintendência de Negócios da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel).

Arquivo pessoal

Thaísa Santos Faria

Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), especialista em Geoprocessamento e bacharel em Geografia pelo Instituto de Geociências (IGC/UFMG). Atua na área de geoprocessamento há 10 anos na Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel), atualmente, na Gerência de Geoinformação.

Arquivo pessoal

Resumo

A Prefeitura de Belo Horizonte, com o intuito de aprimorar a prestação de serviços, bem como os processos relacionados às atividades estabelecidas no espaço urbano em toda sua amplitude (mobilidade, meio ambiente, cultura, saúde, dentre outros), vem trabalhando na construção de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) municipal: IDE-BHGEO. Uma IDE permite o aprimoramento da gestão de dados geoespaciais a partir de padrões e diretrizes internacionais definidos pelo Open Geospatial Consortium (OGC) para armazenamento e distribuição de dados, utilizando, por exemplo, arquitetura orientada por serviços (SOA), tais como o Web Feature Service (WFS) e o Web Map Service (WMS). A disponibilização e o maior acesso aos dados, com a criação recente do Portal de Dados Abertos, vêm somando no fortalecimento do município na construção de soluções com base nos preceitos de "Smart Cities", ou seja, em soluções inteligentes com bases tecnológicas.

Palavras-chave:
geotecnologia, dados abertos, informação, geoprocessamento, cidades inteligentes, infraestrutura de dados espaciais.

1. Introdução

Século XXI: vivemos na era da informação em massa e on-line. As inovações tecnológicas fomentaram os anseios de uma sociedade onde tudo é ao mesmo tempo e agora. O processo de transmissão de dados ganhou fluidez, seu compartilhamento tornou-se rotina: smartphones, redes sociais, geolocalização e, recentemente, a internet das coisas[1]. Enfim, tudo isso nos remete à troca de dados e informações em tempo real. Nesse contexto, as informações geoespacializadas tornaram-se protagonistas, quando a localização é fator comum de integração e interoperabilidade.

Há um reconhecimento crescente de que, para lidar com os desafios da sociedade moderna, é preciso que os governos identifiquem onde existe maior necessidade de atuação e quais meios são necessários para efetuar eficazmente uma intervenção, como monitorar resultados e avaliar impactos. Para todas essas tarefas, a informação geoespacial é crucial. Os sistemas de informação geográfica representam a cidade na sua forma digital (vetorial e matricial) georreferenciada, sendo capaz de mostrar análises que espacializam as necessidades, avaliam o impacto das melhorias, verificam as interferências, destacam as deficiências, enfim, dão subsídios à tomada de decisão ao gestor público.

Por outro lado, com as perspectivas globais sobre o crescimento das aglomerações urbanas, esse desafio se torna ainda maior, impondo para a gestão pública a criação de novos modelos de desenvolvimento urbano. Nesse contexto, surge o conceito de cidades inteligentes (smart cities), onde cidadãos e serviços públicos estarão conectados por meio de tecnologias digitais na gestão e na utilização de serviços urbanos, permitindo maior eficiência, por exemplo, no uso de energia, da água, no tratamento do lixo, na partilha de serviços, espaços e deslocamentos (FERNANDES, 2007).

É um novo paradigma de gestão urbana, onde a cidade cria laços digitais que unem cidadãos, empresas e poder público, com o objetivo de propiciar melhor qualidade de vida e maior desenvolvimento econômico.

Dentro desse novo paradigma de gestão urbana, é relevante e oportuno aprofundar e disseminar conhecimento acerca do uso das informações geoespaciais municipais, porque elas aproximam a cidade do cidadão, fazendo presentes as informações que são relevantes na região de interesse, como bairro, ruas, endereços, comércio, infraestrutura urbana, postos de atendimento de saúde, escolas, entre outros. A diversidade de temas existentes no contexto urbano, assim como dos que são de interesse para a participação cidadã, aponta para a necessidade de se ter dados disponíveis em um ambiente que integre as diferentes fontes.

O direito à informação é premissa básica para o processo democrático. No entanto, para propiciar a participação cidadã e o melhor conhecimento da cidade, a informação precisa estar disponível de forma fácil e acessível. A Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011) ratifica esse direito ao ampliar a obrigatoriedade de disponibilização dos dados referentes às esferas federal, estadual e municipal tanto do poder Executivo quanto do Judiciário e do Legislativo.

As Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) apresentam grande potencial para se tornarem elementos fundamentais para contribuir com a compreensão do espaço urbano (DAVIS JR. *et al*, 2009). Elas surgem com enfoque na criação, distribuição e uso da informação geoespacial, destacando a interoperabilidade e possibilitando o acesso aos dados geoespaciais, assim como às informações a eles associados.

Com o objetivo de subsidiar a construção de Belo Horizonte como uma cidade mais inteligente e humana, a Prefeitura de Belo Horizonte, por meio da Prodabel[2], está construindo sua Infraestrutura de Dados Espaciais e o Portal de Dados Abertos, disponibilizando dados georreferenciados e textuais, aumentando, assim, a acessibilidade e a transparência.

Nesse contexto são apresentados, na Seção 2, conceitos relacionados à informação geoespacial, infraestrutura de dados espaciais, dados abertos e cidades inteligentes. Na Seção 3, é apresentada a experiência de estruturação da IDE pela Prodabel e, na Seção 4, considerações quanto aos resultados atingidos até o momento.

2. Conceitos

2.1. A informação geoespacial

Por informação geoespacial (ou geográfica) entende-se o conjunto de dados e informações que contenham referências espaciais aplicadas especificamente à superfície da Terra, ou seja, estão georreferenciadas (geoespaciali-

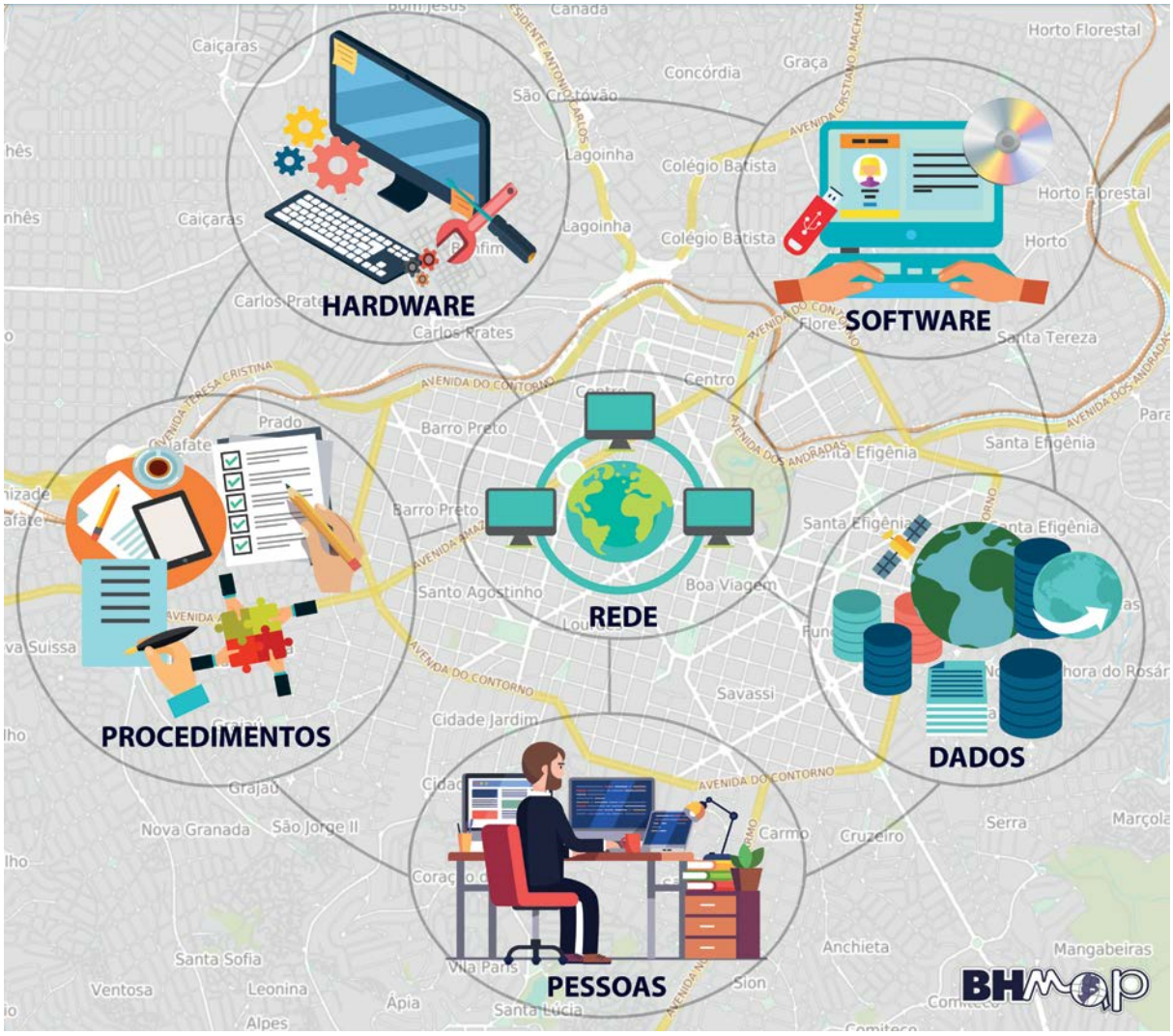
1 Internet das coisas – do inglês "Internet of Things" (IoT), trata-se de uma rede de objetos físicos conectados por meio da internet, em função da tecnologia embarcada, dos sensores e conexão com a rede. Em resumo, são todas as coisas interligadas por meio da internet, capazes de se comunicar, coletar e transmitir dados.
2 Prodabel – Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte

zadas) na superfície terrestre. A informação geoespacial consiste em um poderoso instrumento para análise do espaço em suas diversas dimensões. Qualquer dado que faça referência a algum objeto/fenômeno localizado na superfície terrestre pode ser georreferenciado.

Na era da difusão da informação por meio digital, é importante destacar o papel do geoprocessamento, o qual surgiu para contribuir para a análise espacial de fenômenos de diversas naturezas. Por geoprocessamento entende-se o conjunto de técnicas e ferramentas que permitem aquisição, tratamento, interpretação e análise de dados georreferenciados, ou seja, posicionados na superfície terrestre, de acordo com um sistema de posicionamento baseado em coordenadas (CÂMARA e MEDEIROS, 1998). No âmbito do geoprocessamento, destaca-se o conjunto de ferramentas computacionais denominado Sistema de Informação Geográfica (SIG), que pode ser entendido como sistemas que permitem a inserção e integração em uma única base de dados de informações espaciais que são oriundas de fontes diversas, como dados cartográficos, censitários, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno, entre outros (Figura 1). Os SIGs oferecem mecanismos para combinar as várias informações por meio de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados (CÂMARA e ORTIZ, 1998).

No contexto urbano, como é o caso da Prefeitura de Belo Horizonte, o geoprocessamento tem como principal objetivo auxiliar na compreensão de fenômenos da dinâmica urbana, permitindo aos técnicos e gestores públicos atuar de forma mais proativa, apresentando bases para planejamento e gestão territorial. A utilização do geoprocessamento, nesse campo, remete às décadas de 1950 e 1960 do século XX, quando ocorreu a evolução de modelos para atender às primeiras necessidades

Figura 1 - Estrutura de um Sistema de Informação Geográfica



Fonte: adaptado de Longley *et al*, 2013.

do planejamento territorial. Com os anos, a utilização da ferramenta se expandiu para diferentes áreas do conhecimento e, nos anos 1980, com o avanço da computação gráfica, os SIGs se consolidaram e seu uso passou a ser aplicado, principalmente, em estudos do espaço geográfico. De acordo com Almeida (2007), "o estudo do ambiente urbano em meio digital representa uma extrapolação no processo de aquisição de conhecimentos que, de outro modo, não seria possível". Com base nas informações e nos conhecimentos produzidos pelas ferramentas de geoprocessamento, é possível orientar, com mais clareza e firmeza, políticas urbanas públicas que ataquem o problema em toda a sua complexidade e extensão. Utilizando tecnologias de informação, dentre elas as geotecnologias, como um dos pilares para a construção da Infraestrutura de Dados Espaciais é que a administração pública de Belo Horizonte tem concentrado seus esforços em transformar o município em uma cidade inteligente.

2.2 Infraestrutura de dados espaciais

A Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) é um conceito que emergiu, principalmente, da necessidade da interoperabilidade entre agências governamentais e, posteriormente, evoluiu para incluir o fornecimento de dados para a sociedade.

A maioria da informação geoespacial é adquirida, mantida e utilizada por órgãos do setor público. A administração pública desempenha um papel central no desenvolvimento das IDEs, pois ela é, ao mesmo tempo, produtora de dados, utilizadora, executora de políticas e reguladora. A busca da estruturação dos dados geoespaciais por meio de uma IDE é uma tendência mundial: vários países e blocos de países (em especial a União Europeia) deram início à constituição de infraestruturas de dados espaciais, normalmente referidas como IDE ou, do inglês, Spatial Data Infrastructure (SDI), tendo como um dos principais objetivos facilitar a integração de conjuntos de dados de múltiplas fontes (RAJABIFARD e WILLIAMSON, 2000). Podemos citar diversas iniciativas de implantação de IDEs, tais como:

(1) GSDI (Global Spatial Data Infrastructure Association)[3];

(2) FGDC (Federal Geographic Data Committee, USA)[4];

(4) Inspire (Infrastructure for Spatial Information in Europe)[5];

(5) ICDE (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales)[6];

(6) IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España)[7];

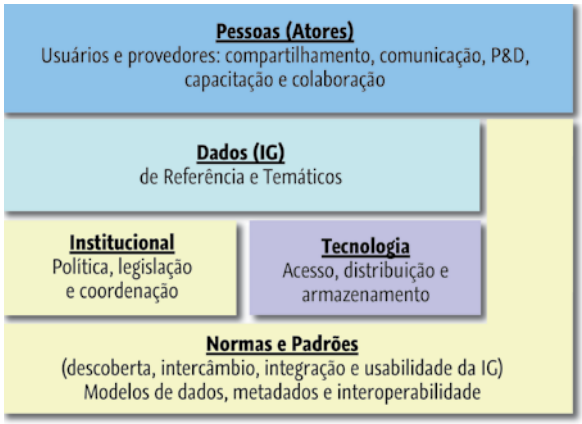
(7) IDE Bahia (Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado da Bahia)[8];

(8) Inde (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – Brasil)[9].

No caso do Brasil, a Inde foi instituída no âmbito do Poder Executivo federal brasileiro pelo decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008, e definida como o "conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal" (BRASIL, 2008). A oferta desses dados e metadados é feita por meio de serviços web (ou geosserviços web) implementados com base em protocolos internacionalmente reconhecidos (OGC), licenciados para uso público e que permitem o acesso à informação geoespacial de forma simples, ágil e integrada. No decreto, são apresentados os mecanismos tecnológicos a serem implantados no Brasil para disponibilização e armazenamento de dados de forma livre (com exceção de dados considerados sigilosos) e sem ônus para os usuários, além das normas a serem seguidas. Define a Comissão Nacional de Cartografia (Concar) como responsável pela Inde e o IBGE como o apoio técnico e administrativo.

Uma IDE deve estar fundamentada em cinco componentes ou pilares, os quais são fortemente relacionados e integrados entre si, sendo eles: pessoas, dados, institucional, tecnologia e normas e padrões (WARNEST, 2005). A Figura 2 ilustra os componentes de uma IDE típica.

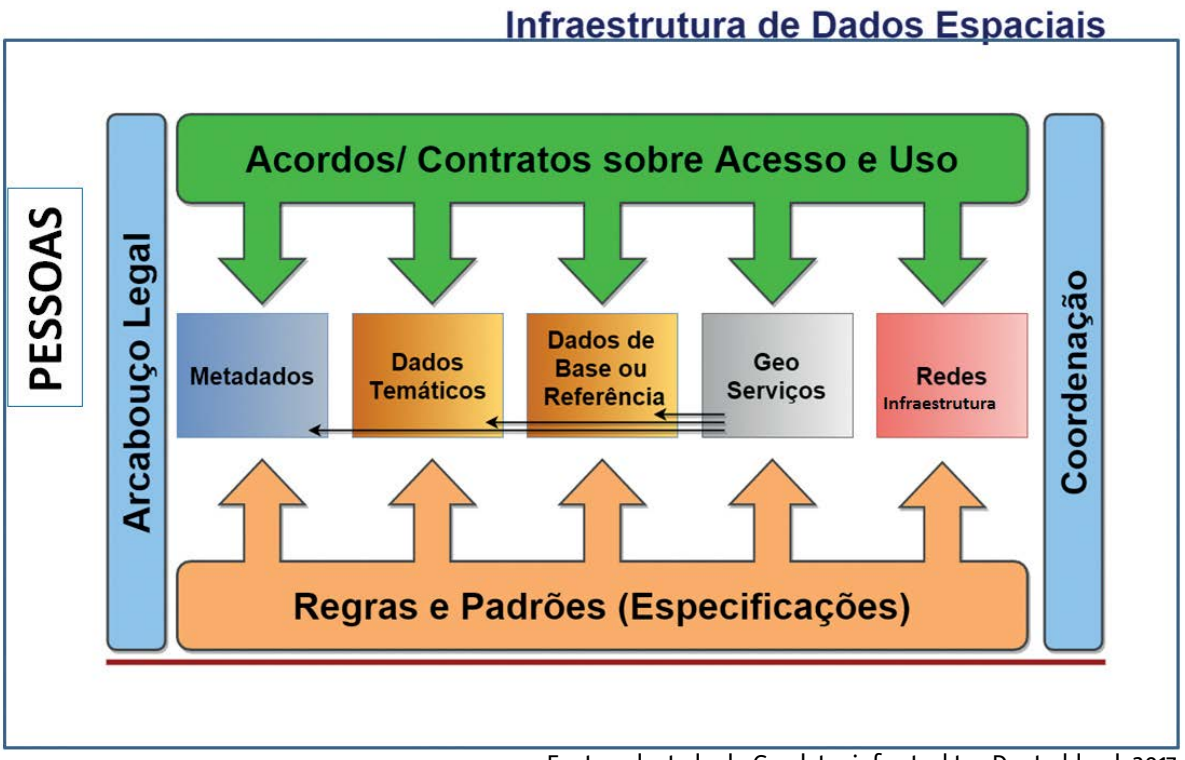
Figura 2 - Componentes de uma IDE típica



Fonte: CONCAR, 2010.

3 http://gsdiassociation.org/
4 http://www.fgdc.org
5 http://inspire.ec.europa.eu/
6 http://www.icde.org.co/
7 http://www.idee.es/
8 http://geoportal.ide.ba.gov.br/geoportal/
9 www.inde.gov.br

Figura 3 - Componentes de uma IDE, com destaque para o arcabouço legal e coordenação



Fonte: adaptado de Geodateninfrastruktur Deutschland, 2017

O arcabouço legal, por sua vez, ampara os acordos e contratos que regulam o acesso e o uso dos dados, regras e padrões importantes para garantir a interoperabilidade entre as organizações, além de se ter uma coordenação (Figura 3).

Em termos de tecnologia, as arquiteturas orientadas por serviços (service-oriented architectures, SOA) têm sido muito utilizadas na implementação de IDEs com base em padrões definidos pelo Open Geospatial Consortium (OGC)[10], tais como o Web Feature Service (WFS)[11] e o Web Map Service (WMS)[12] (BERNARD e CRAGLIA, 2005).

As IDEs vêm se consolidando em nível mundial como o meio de prover, de forma normatizada e padronizada, o universo das informações geoespaciais. Em nível municipal, a IDE é uma base importante na construção de uma cidade inteligente, por ser um arcabouço que coleta, processa, gerencia e disponibiliza uma série de dados e informações geoespaciais municipais, conectando tecnologias, sistemas e políticas públicas com uma localização. As soluções de cidades inteligentes sempre incluem questões relacionadas com distribuição e localização espacial.

A Inspire (IDE europeia) adota seis princípios essenciais que devem ser observados por qualquer IDE. São eles:

(1) os dados devem ser adquiridos uma vez e atualizados no nível em que possa ser realizado com maior eficácia;

(2) a informação geoespacial proveniente de diferentes fontes deverá ser combinada de forma transparente e compartilhada por diversos usuários e aplicações;

(3) deve ser possível compartilhar a informação adquirida em um determinado nível com todos os outros níveis;

(4) a informação geoespacial de suporte à atividade governamental, em todos os níveis, deverá ser abundante e disponível sob condições que não restrinjam o seu uso generalizado;

(5) a informação geoespacial disponível tem que ser facilmente identificável, devendo ser fácil analisar a sua adequabilidade para um determinado uso, bem como as respectivas condições de acesso e utilização;

(6) a informação geoespacial deverá tornar-se cada vez mais perceptível e fácil de interpretar, por se encontrar devidamente documentada e por poder ser visualizada no contexto adequado, selecionada de forma amigável pelo usuário (BORGES e BRETAS, 2016).

10 OGC – http://www.opengeospatial.org/
11 WFS – provê uma interface para inserção, seleção, atualização e remoção de feições geográficas (objetos).
12 WMS – serviço para produção de mapas on-line visualizados na Web

Seguindo essas observações, a disponibilidade de dados geoespaciais cumprirá o seu objetivo de reuso e integração.

2.3 Os dados abertos: transparência e acesso à informação

Por dados abertos entende-se os dados disponíveis na internet em formato aberto compreensível por computadores e livres para uso e reuso por cidadãos, empresas, universidades, sem exigência de plataforma tecnológica específica para acesso, em conformidade com os dispositivos legais previstos na Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011). Segundo o Open Data Handbook, dados abertos podem ser livremente usados, reutilizados e redistribuídos por qualquer pessoa, sendo sujeitos à exigência de atribuição da fonte e compartilhamento pelas mesmas regras (OKI, 2018).

Na administração pública, os dados abertos estão embasados em três leis e oito princípios. As três leis propostas por David Eaves (2009) são (tradução livre, a partir do inglês):

(1) se o dado não pode ser encontrado e indexado na web, ele não existe;

(2) se não estiver aberto e em formato compreensível por máquina, ele não pode ser reaproveitado;

(3) se algum dispositivo legal não permitir sua reutilização, ele não é útil.

Os oito princípios contemplam:

(1) completude dos dados públicos que não possuam restrição de privacidade, segurança ou privilégio de acesso;

(2) detalhados em sua forma primária;

(3) oportunamente publicados de acordo com sua temporalidade;

(4) acessibilidade garantida aos mais diversos usos e usuários;

(5) estruturados para permitir processamento por máquina;

(6) disponíveis para qualquer pessoa e sem necessidade de registro;

(7) disponíveis em um formato não-proprietário;

(8) livres de licença, restritos somente por privacidade, privilégio e segurança (MACHADO, 2015).

O compartilhamento de dados abertos, por sua vez, está entre os parâmetros mais importantes para cidades inteligentes, de acordo com relatório publicado pela Philips Lighting/SmartCitiesWorld (CHATURVEDI, 2018).

2.4 Cidades inteligentes

O crescimento atual das cidades traz consigo grandes desafios para as administrações municipais. Atualmente, 84,72% dos brasileiros e 85,29% dos mineiros vivem em áreas urbanas (IBGE, 2015) e 12,12% dos mineiros vivem em Belo Horizonte (IBGE, 2010). Isso gera necessidade de investimento em infraestrutura e serviços, tais como água, energia elétrica, qualidade do ar, escolas, hospitais, saneamento, transporte, trânsito, segurança, dentre outros. As administrações devem lidar com tais desafios enquanto a cidade cresce, buscando desenvolvimento econômico e qualidade de vida para seus cidadãos e visitantes (Figura 4).

Figura 4 - Belo Horizonte em construção para cidade inteligente

O termo cidade inteligente pode ter significados distintos para diferentes cidades, dependendo do nível de desenvolvimento, do perfil da cidade, de sua vocação, talentos e capacidades. A caminhada em direção à cidade inteligente depende de decisão política, de investimento e de ouvir os cidadãos. Embora o espectro de interpretações para o termo seja amplo, há um elemento em comum nas diversas definições: aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para melhorar a qualidade de vida de seus habitantes e assegurar um desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável (ESPAÑA, 2015).

As estratégias de evolução para uma cidade inteligente devem considerar o conjunto de problemas a serem resolvidos, as prioridades locais e a possibilidade de crescimento econômico.

3. Belo Horizonte e a IDE-BHGEO

A Prodabel construiu e opera, desde 1991, um abrangente sistema de geoprocessamento urbano, gerando grande variedade de aplicações, o que é marca desse sistema desde sua origem. Atualmente, existem aplicações geográficas em operação para atendimento à maioria dos órgãos e empresas municipais, abrangendo 30 categorias como, por exemplo, saúde, segurança, malha urbana, meio ambiente, educação, atendimento ao cidadão e tributário (Figura 5).

Em 2016, por meio do decreto municipal n° 16.322 (BELO HORIZONTE, 2016), foi institucionalizada a Infraestrutura Municipal de Dados Espaciais, chamada de IDE-BHGEO, com o objetivo de implantar recursos tecnológicos e padrões de governança que permitam a criação, gestão, armazenamento, acesso, manutenção e disseminação de dados geoespaciais na administração municipal por meio da criação de uma IDE.

O decreto também definiu a criação de um Comitê (Cide) para homologação e criação integrada de normas para disponibilização das geoinformações da PBH, de forma a proporcionar o reuso, evitar o desperdício de recursos públicos e a redundância de atividades. A Figura 6 exemplifica o ambiente da IDE-BGEO, onde a camada mais externa é um geoportal para acesso tanto dos técnicos e gestores da administração quanto dos cidadãos. Todos os dados disponíveis nesse ambiente respeitam padrões, políticas de acesso e normas definidos. Um catálogo de metadados e serviços auxilia a busca por dados geoespacializados ou geosserviços já existentes. A essência desse ambiente é o banco de dados geográfico corporativo e o banco de dados para consultas via geosserviços, que dá acesso, por exemplo, a outras IDEs, sistemas da PBH e aplicativos móveis.

Para que uma IDE governamental seja viável e bem-sucedida, é necessária uma implementação que assegure a integração do ambiente IDE, dos SIGs e dos sistemas corporativos que fazem uso da componente geoespacial. Os SIGs departamentais e os sistemas corporativos devem usufruir da mesma organização e do mesmo ambiente tecnológico adequado ao uso e compartilhamento de dados geoespaciais.

Foram definidas várias ações para construir a IDE-BHGEO visando padronizar e estruturar o ambiente de geoprocessamento existente na PBH para esse novo cenário (Figura 7).

Figura 5 - Categorias temáticas das camadas da IDE-BHGEO

- Acesso Público à Internet
- Área de Risco
- Atendimento ao Cidadão
- Atividade Econômica
- Cultura
- Demografia
- Divisão Territorial Administrativa
- Edificação
- Educação
- Esporte e Lazer
- Geologia
- Imagem
- Indicadores
- Infraestrutura Urbana
- Malha Urbana
- Meio Ambiente
- Obra Pública
- Patrimônio Imobiliário
- Planejamento Urbano
- Política Social
- Rede de Referência Cadastral
- Referência de Localização
- Relevo
- Saneamento
- Saúde
- Segurança
- Transporte e Trânsito
- Tributário
- Turismo
- Uso e Ocupação do Solo

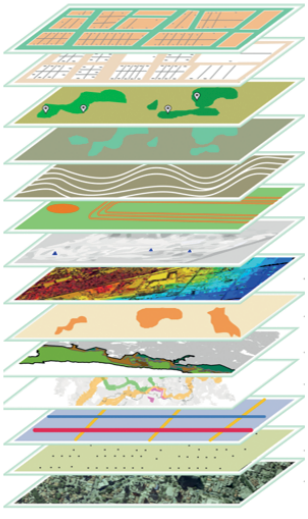


Figura 6. Ambiente da IDE-BHGEO

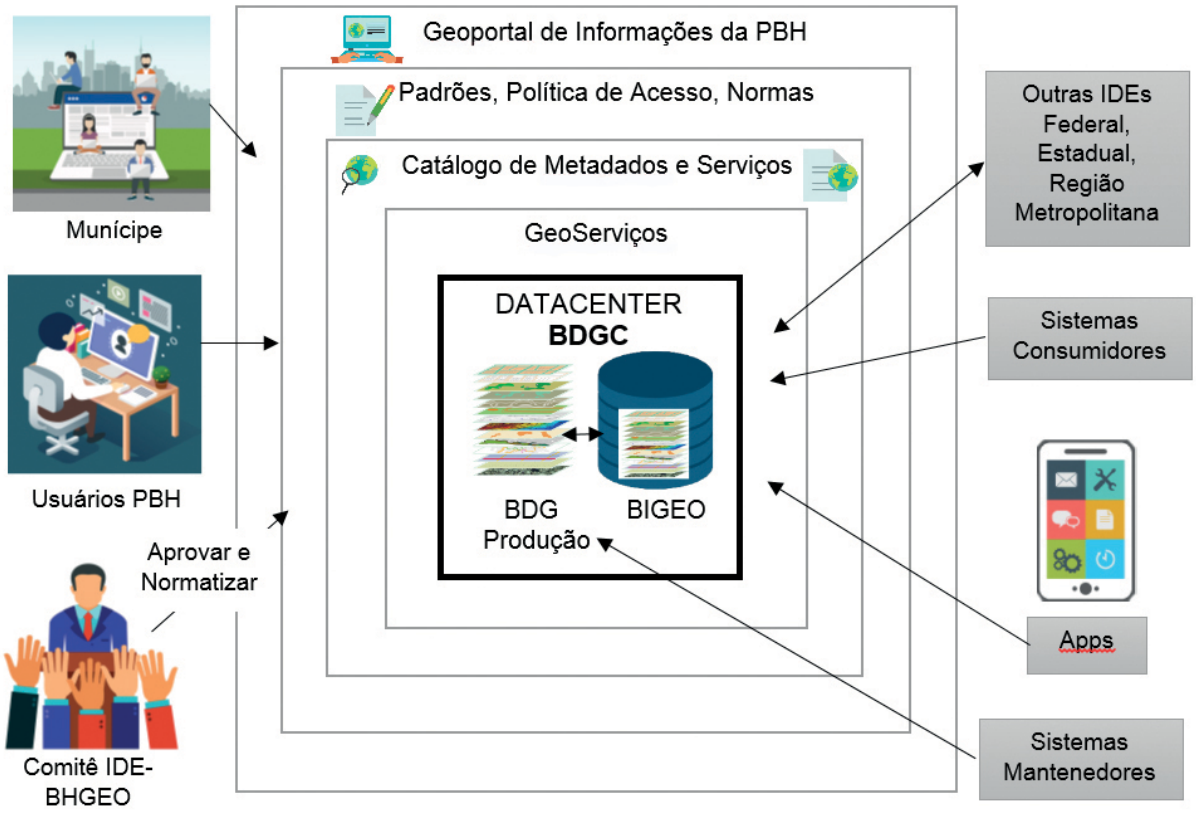
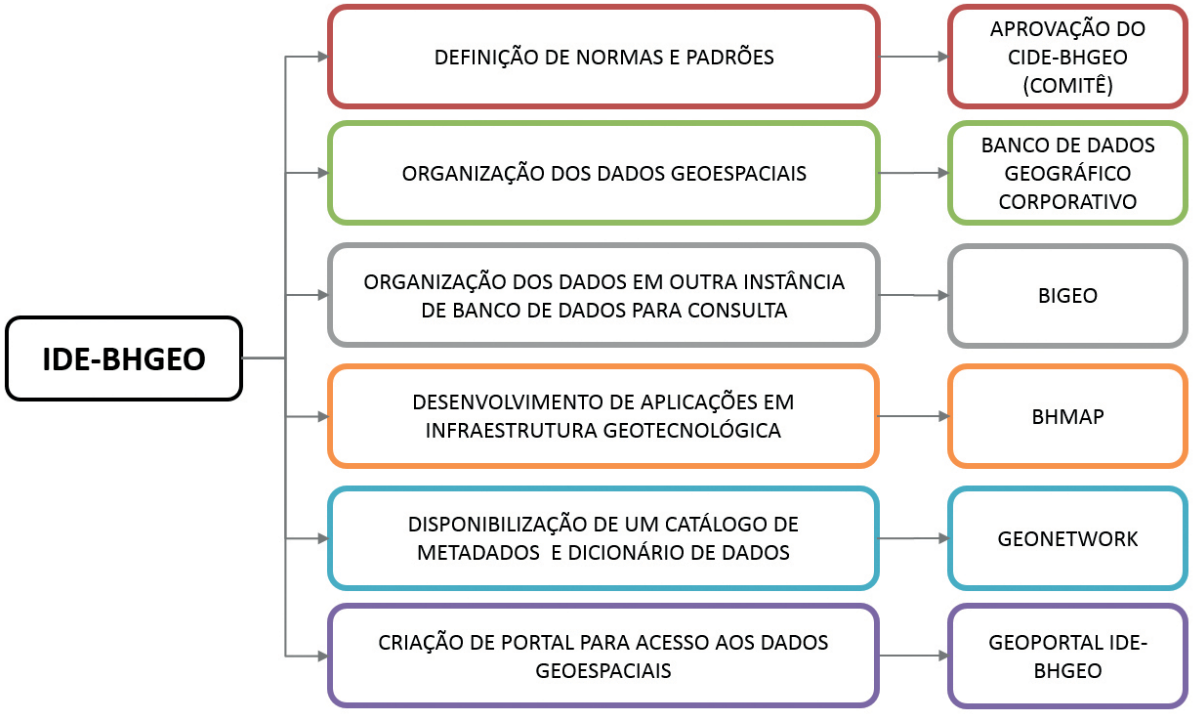


Figura 7 - Ações da construção da IDE-BHGEO



Como principais etapas, podemos destacar: definição de normas e padrões de governança para criação, uso e acesso aos dados geoespaciais assim como sua divulgação; organização dos dados geoespaciais, o que inclui definição de padrões para o BDGC e BIGEO e recomendações de uso; definição da arquitetura da IDE-BHGEO; desenvolvimento do BHMAP e geosserviços; desenvolvimento do geoportal para acesso aos dados geoespaciais e aquisição de hardware necessário para expandir o datacenter da Prodabel para suportar as demandas do geoprocessamento corporativo.

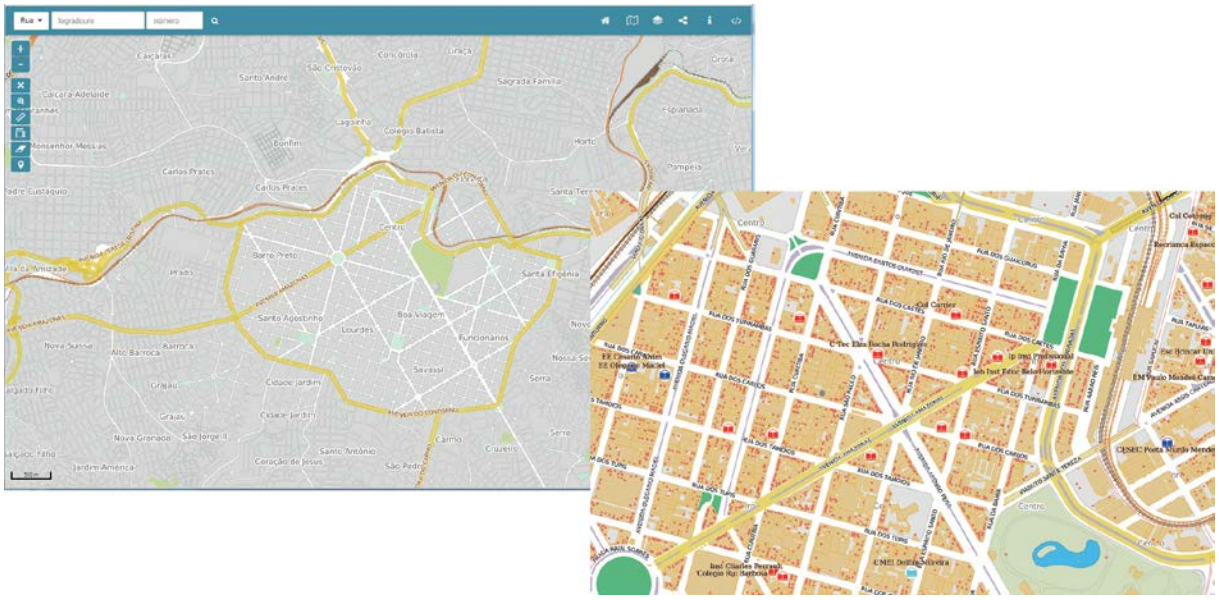
O BHMAP[13] (Figura 8) é um visualizador web map que permite, sem a dependência de uma plataforma GIS desktop, consultar dados alfanuméricos e geoespaciais, integrando, em uma mesma visualização, as camadas geoespaciais selecionadas. Todas as camadas geoespaciais disponíveis são produzidas pelos órgãos da PBH sendo, portanto, a versão oficial do espaço urbano. Além de ser um visualizador, o BHMAP também provê uma API javascript simplificada para o desenvolvimento de aplicações que utilizam mapas, podendo ainda ser embarcada em outros sistemas e até em aplicações móveis. Toda a tecnologia usada no desenvolvimento é open source, utilizando o Openlayers[14] e o Geoserver[15]. O desenvolvimento de funcionalidades está em constante evolução, atendendo cada vez mais à necessidade informacional.

O Geoportal[16] (Figura 9) centraliza e disponibiliza todos os recursos de geoinformação da PBH, permitindo acesso ao BHMAP, a tutoriais para uso das APIs, ao dicionário de dados e ao catálogo de metadados, por meio da ferramenta Geonetwork[17], além da documentação institucional de normas e padrões.

A arquitetura proposta para a IDE-BHGEO (Figura 10) integra os componentes que hoje fazem parte do ambiente de TI da Prodabel como forma de garantir aos sistemas e usuários qualidade, segurança, interoperabilidade, acesso, garantia de atualização e uma fonte de dados única e disponível.

A arquitetura é composta pelas camadas de persistência, servidores, interfaces e aplicações clientes. A camada de persistência é responsável por armazenar dados geográficos, sejam eles vetoriais, imagens, mapas temáticos ou pirâmides de ortofotos. Essa camada pode ser composta por SGBDs[18], NoSQL DB[19] e servidores de arquivos. A camada de servidores é a camada de aplicação responsável por prover todos os geosserviços suportados pelo OGC, bem como outros padrões de serviços que disponibilizem dados geoespaciais como, por exemplo: WMS, WFS, WFS-T, GeoJSON. Esses serviços contemplam dados geoespaciais de várias naturezas e também seus metadados. A camada de

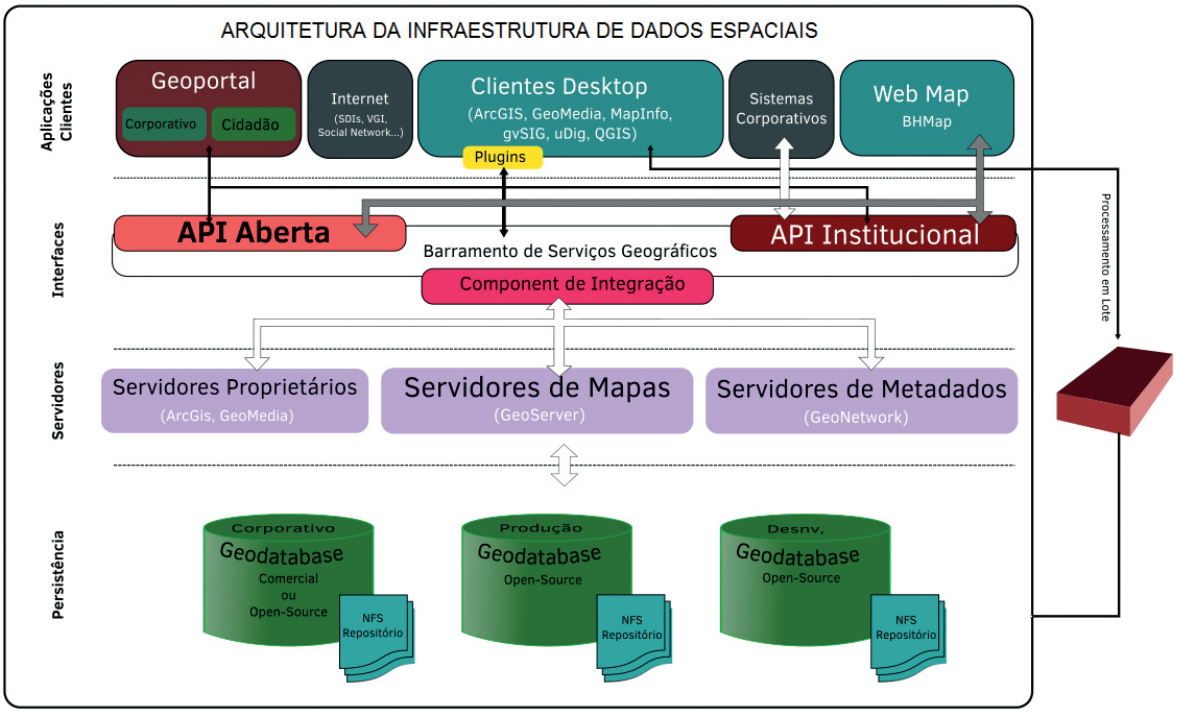
Figura 8 - Visualizador BHMAP



13 bhmap.pbh.gov.br
14 https://openlayers.org/
15 geoserver.org
16 geoportal.pbh.gov.br
17 geonetwork.pbh.gov.br
18 Sistema Gerenciador de Banco de Dados
19 NoSQL Database - bancos de dados não relacionais de alto desempenho

Figura 9 - Geoportal da IDEBH-GEO

Figura 10 - Arquitetura da IDE-BHGEO



interface integra os geosserviços, criando um padrão para acesso aos serviços e unificando a segurança em torno dos serviços disponíveis. A camada de aplicação consiste em portais, aplicações móveis, sites externos, softwares GIS e outros sistemas que consomem dados geoespaciais e web map padrão. Todas essas ferramentas consomem os dados geoespaciais sob as regras de autenticação, autorização e governança da IDE. Por fim, há o Sandbox, uma interface para carga de dados em lote e/ou de integração contínua, papel geralmente desempenhado por um software de ETL[20] espacial.

Em 2017, foi instituído o Programa Belo Horizonte Cidade Inteligente[21] (BHCI – BELO HORIZONTE, 2018) e, dentro dele, o Projeto Portal de Dados Abertos[22] (Figura 11). Na sua primeira fase, o Portal de Dados Abertos já disponibiliza 40 camadas de dados geoespaciais para acesso/download, provenientes da IDE-BHGEO. A publicação na internet desses dados em formato aberto é um dos requisitos necessários para a construção de uma cidade inteligente e uma premissa das IDEs. Assim, a IDE-BHGEO está completamente alinhada ao conceito de cidades inteligentes, contribuindo para sua construção.

4. Conclusão

Uma premissa para se construir a cidade inteligente é a abertura dos dados de interesse para acesso dos cidadãos, startups, universidades e empresas. Conhecer a cidade é essencial para que os cidadãos e toda a sociedade possam participar da construção de uma cidade

Figura 11 - Portal de Dados Abertos

20 Extract, Transform, Load, traduzindo, Extração, Transformação, Carga.
21 BHCI – Programa estratégico de interação com o ecossistema tecnológico da cidade para promover o desenvolvimento econômico com respeito à sustentabilidade, contribuindo para que todo cidadão seja alcançado pelos serviços essenciais com consequente melhoria de sua qualidade de vida.
22 dados.pbh.gov.br

melhor para se viver. Disponibilizar os dados municipais abre oportunidades de participação cidadã, incentiva a inovação e o surgimento de soluções que visam melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

O acesso a dados geoespaciais é um recurso estratégico tanto para as instituições públicas como privadas. Assim como muitas instituições, também os cidadãos poderiam não ter acesso aos dados, em função da dificuldade de aquisição dos mesmos (LISBOA et al, 2013), o que fundamenta a necessidade do compartilhamento.

O ambiente de uma IDE propicia compartilhamento com integração, qualidade e veracidade, fatores cruciais na utilização dos dados geoespacias.

Sabemos também que a maioria dos dados de uma cidade inteligente está relacionada a uma geolocalização, uma vez que a quase totalidade das soluções para uma cidade inteligente precisa considerar o recorte geográfico, seja para orientar a tomada de decisão na aplicação de um determinado recurso, para execução de uma ação ou para um monitoramento. Esses são apenas alguns exemplos.

Assim, sabendo da importância dos dados abertos e/ou compartilhamentos de dados na construção de uma cidade cada vez mais inteligente, a Prodabel vem, continuamente, trabalhando no sentido de colocar a tecnologia a serviço do bem-estar dos cidadãos. Ainda existe um longo caminho a ser percorrido, mas os primeiros passos foram trilhados. Com a vontade política dos administradores, a vocação para inovação, a cooperação das universidades, centros de pesquisa, startups e de toda a sociedade, Belo Horizonte se tornará, em breve, a cidade mais conectada e inteligente do Brasil.

Referências

ALMEIDA, C. M. **O diálogo entre as dimensões real e virtual do urbano**. In: ALMEIDA, C. M.; CÂMARA NETO, G.; MONTEIRO, A. M. V. Geoinformação em urbanismo: cidade real X cidade virtual. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 368 p. 19-31.

BELO HORIZONTE, 2016. **Decreto 16.322, de 13 de maio de 2016. Infraestrutura de Dados Espaciais do Município de Belo Horizonte - IDE-BHGEO**. Belo Horizonte, abril de 2018. Disponível em http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1162704. Acesso em 10 de abril de 2018.

BERNARD, L. CRAGLIA, M. SDI - **From Spatial Data Infrastructure to Service Driven Infrastructure**. Research Workshop on Cross-Learning Between Spatial Data Infrastructures and Information Infrastructures. Enschede, The Netherlands, 2005. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/bbe9/44733b498927c133b028882387106f7c989f.pdf. Acesso em 13 de abril de 2018.

BORGES, K. A. de V., BRETAS, N. L. **Infraestrutura de Dados Espaciais e Participação Cidadã**. In: MOURA, A. C. M. (Org.). Tecnologias de Geoinformação para Representar e Planejar o Território Urbano. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2016. Pg 4-21.

BRASIL, 2008. **Decreto n. 6.666, de 27 de nov. de 2008. Institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais** - INDE. Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6666.htm. Acesso em 02 de abril de 2018.

BRASIL, 2011. **Lei 12.527, de 18 de novembro de 2011 - Lei de Acesso à Informação**. Brasília, 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/Lei/L12527.htm. Acesso em 02 de abril de 2018.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento em projetos ambientais**. 2ª. Ed. São José dos Campos: INPE, 1998. V. único. 195p.

CÂMARA, G.; ORTIZ, M. J. 1998. **Sistemas de Informações Geográficas para Aplicações Ambientais e Cadastrais: Uma Visão Geral**. In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. (Org.). Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento. 1º ed. Lavras/MG: UFLA/SBEA, 1998, v. 001, p. 01-236.

CHATURVEDI, A. **Did you know which are the top 3 smart cities in the world?**. 2018. Disponível em https://www.geospatialworld.net/blogs/top-3-smart-cities-world/?utm_medium=referral&utm_source=onesignal&utm_campaign=push-notifications. Acesso em 10 de abril de 2018.

CONCAR. **Plano de Ação para Implantação da INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://www.concar.gov.br/pdf/PlanoDeAcaoINDE.pdf. Acesso em 03 de abril de 2018.

DAVIS, JUNIOR, C. A.; FONSECA, F. T.; CÂMARA, G. **Infraestruturas de dados espaciais na integração entre ciência e comunidades para promover a sustentabilidade ambiental**. In: Anais do I Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA). Bento Gonçalves, RS. 2009.

DEUTSCHLAND. Geodateninfrastruktur Deutschland. **Konzeption zum Modellprojekt Registry GDI-DE**. Frankfurt, junho de 2008. Disponível em: https://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/Registry-Konzept-v1.pdf?__blob=publicationFile. Acesso em 24 de abril de 2018.

EAVES, DAVID. **The Three Laws of Open Government Data**. Vancouver, 2009. Disponível em: https://eaves.ca/2009/09/30/three-law-of-open-government-data/. Acesso em 02 de abril de 2018.

ERBA, D. A. et al. **O Cadastro Territorial: presente, passado e futuro**. In: ERBA, D. et al. (Org.). Cadastro Multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana. Rio de Janeiro: Ed. Ministério das Cidades, 2005. p. 1-146.

ESPAÑA. **Plan Nacional de Ciudades Inteligentes**. Madrid, julho de 2015. Disponível em: http://www.agendadigital.gob.es/planes-actuaciones/Bibliotecaciudadesinteligentes/Detalle%20del%20Plan/Plan_Nacional_de_Ciudades_Inteligentes_v2.pdf. Acesso em 12 de março de 2018.

FERNANDES, J. P. **'Smart Cities': a tecnologia como aliada da gestão urbana**. Portugal, 2007. Disponível em: http://www.jornaleconomico.sapo.pt/noticias/smart-cities-a-tecnologia-como-aliada-da-gestao-urbana-240663#.Wi_POiuRz_M.email, acesso em 05 de abril de 2018.

IBGE, 2010. **Total População Minas Gerais**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/resultados/tabelas_pdf/total_populacao_minas_gerais.pdf. Acesso em 03 de abril de 2018.

IBGE, 2015. **Porcentagem de residentes nas zonas urbana e rural (2015)**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: https://teen.ibge.gov.br/sobre-o-brasil/populacoa/populacao-rural-e-urbana.html. Acesso em 03 de abril de 2018.

LISBOA FILHO, J.; VEGI, L. F. M.; SOUZA, W. D.; LAMAS, J. P. C.; COSTA, G. L. S.; OLIVEIRA, W. M.; CARRASCO, R. S.; FERREIRA, T. G.; BAIA, J. W. **Uma infraestrutura de dados espaciais para o projeto GeoMINAS com metadados definidos no perfil MGB da INDE**. Revista Brasileira de Cartografia, v.65, n.1, p. 123-138, 2013. Disponível em: http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/514/533. Acesso em 04 de abril de 2018.

LONGLEY ET AL. **Geographical Information Systems**. New York, 2013. Disponível em: https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/162f7e6846912c82?projector=1&messagePartId=0.1. Acesso em 09 de abril de 2018.

MACHADO. **Quando surgiram os 8 princípios dos dados abertos?** São Paulo, 2015. Disponível em: https://colab.each.usp.br/blog/2015/04/02/quando-surgiram-os-8-principios-dos-dados-abertos/. Acesso em 04 de abril de 2018.

OKI - OPEN KNOWLEDGE INTERNATIONAL. **What is open data?** Disponível em: http://opendatahandbook.org/guide/pt_BR/what-is-open-data/. Acesso em 02 de abril de 2018.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2018. **Belo Horizonte - Cidade Inteligente**. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/cidade-inteligente. Acesso em 17 de abril de 2018.

PRODABEL, 2010a. **IDE-BHGEO**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: http://geoportal.pbh.gov.br/. Acesso em 10 de abril de 2018.

PRODABEL, 2010b. **Geonetwork PBH**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: http://geonetwork.pbh.gov.br/geonetwork/srv/por/main.home. Acesso em 10 de abril de 2018.

PRODABEL, 2010c. **BHMAP**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: http://bhmap.pbh.gov.br. Acesso em 10 de abril de 2018.

RAJABIFARD, A., I.P. WILLIAMSON et al. (2000). **From Local to Global SDI Initiatives: a pyramid of building blocks**. 4th Global Spatial Data Infrastructure Conference, Cape Town, South Africa.

WARNEST, M. **A collaboration model for National Spatial Data Infraestructure in federated countries**. Departament of Geomatics, The University of Melboune. PhD Thesis, 2005. Disponível em: http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/theses/Warnest_PhD_Thesis.pdf. Acesso em 10 de março de 2018.

Armazenamento de dados geográficos: estudo de caso na Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (Prodemge)

Arquivo pessoal

Leonardo Grandinetti Chaves

Professor de cursos de pós-graduação em Tecnologia da Informação (TI), especialista na Prodemge, possui mestrado em Ciências da Computação no convênio Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), graduação e pós-graduação pela Universidade Fumec. Tem experiência em Sistemas de Informação Corporativos e na área de Ciência da Computação, com ênfase em Banco de Dados, tendo atuado, principalmente, nos seguintes temas: XML, GML, integração de aplicações(EAI) e SGBDs. Possui também certificação PMI- PMP e é professor nos cursos de pós-graduação lato sensu e em MBAs em Gerenciamento de Projetos, com experiência em Planejamento, Gestão e Desenvolvimento da Tecnologia da Informação e Projetos.

Arquivo pessoal

Sandro Laudares

Professor e pesquisador do programa de pós-graduação em Geografia/Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e coordenador do curso de pós-graduação em Geoprocessamento da PUC Minas Virtual. Possui graduação em Ciência da Computação pela PUC Minas (1992), mestrado em Engenharia de Sistemas de Informação pela UMIST - University Of Manchester Institute Of Science And Technology (1997) e doutorado em Geografia/Tratamento da Informação Espacial pela PUC Minas (2007). Coordena projetos de P&D aprovados na Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), Cemig e Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Gerente de Geoprocessamento de Informações da Prodemge; coordena os serviços de análise esoacial, métodos de otimização; modelagem de dados espaciais e desenvolvimento e implantação de sistemas de geovisualização / WebGIS (sistemas de informações geográficas para a web). Orienta alunos de mestrado e doutorado com bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fapemig.

Resumo

Métodos para recuperação e armazenamento de documentos tornaram-se essenciais, especialmente em áreas específicas como o geoprocessamento. Diversas técnicas de armazenamento de dados geográficos vêm sendo analisadas com o objetivo de utilizar as funcionalidades dos Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD). Adicionalmente, verificam-se na literatura modelos de representação de informações geográficas. Este trabalho demonstra como padrões e modelos podem ser aplicados para o armazenamento visando posterior recuperação dos dados geográficos, com exemplos de aplicação na Prodemge.

Palavras-chave:
bancos de dados geográficos, análise espacial, dados geográficos, modelos conceituais de dados geográficos, SIG.

Introdução

Os espaços das relações sociais correspondem a um conjunto de informações, imagens e mensagens que necessita ser organizado com o fim de ser compreendido e interpretado pelo homem. Sobretudo na era da comunicação virtual, das redes sociais e da geocolaboração, a cartografia e o geoprocessamento apresentam-se como ferramentais úteis para identificar situações envolvendo informações territoriais, colaborando para a tomada de decisões em todas as instâncias nas quais o "onde", ou seja, a localização geográfica, é importante. As geotecnologias e, mais especificamente, os bancos de dados geográficos, associados ao advento das novas

tecnologias de comunicação, trouxeram a democratização da informação cartográfica a um público cada vez mais abrangente, sendo esta uma de suas principais contribuições, atualmente, e o principal objetivo deste trabalho.

É de fundamental importância para os processos de geoprocessamento utilizar-se de mapas, cartas e/ou plantas cadastrais obtidas com técnicas e equipamentos que possibilitem boa acurácia nas informações extraídas destes, permitindo medições precisas da superfície terrestre [SUN04]. E as diversas análises espaciais que podem ser feitas a partir de mapas digitais são o resultado a ser obtido, como localizar endereços, traçar rota, obter coordenadas geográficas de um determinado elemento no mapa e de limites de municípios, de traçados de rios, etc. [SIT14]. Por meio de um mapa, temos a descrição de parte da superfície da terra, permitindo, assim, conhecer e planejar ações sobre uma determinada região [SUN04].

Um modelo com três níveis distintos na abstração dos dados é geralmente usado na implantação de bancos de dados convencionais, ou alfa-numéricos. Esses níveis descrevem a estrutura, implementação do banco de dados e como os dados são vistos pelo usuário. O nível físico trata de como os dados são armazenados e quais índices podem ser utilizados. O nível conceitual é usado como representação dos dados, como eles são vistos pelo usuário. O nível lógico demonstra como a informação é armazenada, representando a informação com formatos de registros, ordenação de registros e caminhos de acesso [EN00]. Um modelo de dados é uma coleção de conceitos que pode ser usada para descrever a estrutura do banco de dados nos níveis lógico, físico e conceitual. Os modelos de dados conceituais representam objetos do mundo real. A representação e a implantação do modelo de dados (no nível lógico) mais utilizada atualmente por sistemas gerenciadores de bancos de dados é o modelo relacional. Entretanto, deve-se levar em conta os modelos de dados orientados a objetos, como uma nova família, como modelos de implementação de alto nível que estão próximos aos modelos de dados conceituais.

O modelo relacional descreve o banco de dados como uma coleção de relações baseada na extensão do conceito matemático de relação. Essas relações correspondem a entidades ou a relacionamentos modelados do mundo real. Cada registro em uma tabela representa um fato associado a um tipo de entidade ou relacionamento e possui atributos para definição das suas propriedades [EN00].

Os modelos de dados orientados a objetos (OO) foram adaptados a partir dos conceitos que foram originalmente desenvolvidos para as linguagens de programação orientadas a objeto [EN00]. Basicamente, os objetos possuem um identificador, um nome, um tempo de vida e uma estrutura. Para garantir a persistência do objeto, introduziu-se uma linguagem de definição de objetos e uma linguagem de consulta que foram implantadas nos sistemas gerenciadores de bancos de dados orientados a objetos. Dentre vários motivos, os bancos de dados orientados a objetos não se tornaram sucessores dos bancos de dados relacionais devido à necessidade de investimentos e ao problema de compatibilidade com os sistemas existentes.

SGBDs Relacionais e Objeto-Relacionais

Os sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBDs) objeto-relacionais fornecem suporte ao modelo relacional estendido e acrescentam conceitos da orientação a objetos. A extensão ao modelo relacional com aspectos da orientação a objetos tem fornecido um conjunto de conceitos que sustenta o crescente desenvolvimento dos SGBDs objeto-relacionais em áreas que os SGBDs relacionais não atendem de forma adequada. Essas áreas envolvem grande variedade de tipos de dados – imagens de satélites, séries de dados históricos, mapas geográficos e espaciais, dados pluviométricos, dados de tráfego, informações de genoma biológico, dentre outros. Consequentemente, torna-se essencial modelar bancos de dados que possam lidar com objetos complexos advindos dessas aplicações. Além disso, a tecnologia objeto-relacional é evolutiva, considerando as características de desempenho e gerenciamento do banco de dados relacional e os recursos e possibilidades da orientação a objetos [EN00].

Como exposto anteriormente, os SGBDs objeto-relacionais surgiram da necessidade das aplicações em utilizar os conceitos da orientação a objetos. Porém, sem desconsiderar os investimentos feitos nos SGBDs relacionais. O modelo banco de dados objeto-relacional enfatiza a estrutura e o comportamento herdado da orientação a objetos.

A combinação dos recursos da orientação a objetos com o modelo relacional tem mostrado ser uma tendência para atender as demandas de aplicações específicas hoje em dia. Nesse ínterim, a transferência de dados e o intercâmbio de informações têm sido uma crescente preocupação na área de bancos de dados. A interoperabilidade e a reconciliação de dados heterogêneos entre uma variedade de famílias de bancos de dados, modelos e as possibilidades criadas pela web têm sido amplamente pesquisadas, e um grande número de ferramentas tem sido proposto.

Na área de bancos de dados, existem o que se pode chamar de gerações de sistemas de bancos de dados. Os sistemas de bancos de dados e modelos de dados tradicionais, tais como hierárquicos, de rede e, principalmente, os relacionais, têm sido utilizados com êxito

no desenvolvimento da tecnologia de bancos de dados e em um amplo conjunto de aplicações. Entretanto, esses modelos não atendem de forma adequada quando existe a necessidade de aplicações de bancos de dados mais complexas, tais como projetos de engenharia, projetos de arquitetura, dados temporais, entre tantos outros. Essas aplicações exigem estruturas de dados complexas para objetos e a necessidade de definição de operações específicas. Os bancos de dados orientados a objetos (incluindo o objeto-relacional) foram propostos para atender essa demanda [EN00].

A necessidade de recursos adicionais de modelagem de dados tem sido reconhecida pelos principais fornecedores de sistemas de bancos de dados relacionais. As novas versões dos SGBDs vêm incorporando estruturas complexas de dados que foram propostas pelos bancos de dados orientados a objetos. Isso tem direcionado para sistemas que são caracterizados como objeto-relacionais ou SGBDs relacionais estendidos.

O modelo objeto-relacional, baseia-se na extensão do modelo relacional, fornecendo um sistema de tipos de dados com características de orientação a objetos e adicionando construções às linguagens relacionais para manipular os novos tipos de dados. O modelo incorpora novas funcionalidades e a capacidade para a modelagem de dados complexos (objetos) sobre uma estrutura física relacional.

Apesar de não existir um padrão nos SGBDs baseados nesse modelo [MS99], foi proposta uma linguagem de manipulação de dados com características de orientação a objetos, conhecida como SQL3 e que está em contínua evolução [EN00, EM99]. Embora seja uma proposta para padronização de uma linguagem de manipulação de dados, e não a de um modelo, a sua definição induz, implicitamente, um modelo objeto-relacional correspondente.

Dessa forma, os principais conceitos relacionados à geometria dos objetos geográficos foram desenvolvidos nas extensões implementadas nos SGBDs comerciais [EN00, MS99]. Similarmente, e assumindo a existência de tipos básicos, tais como real, integer, char, string, dentre outros, as operações comuns envolvem também a manipulação das propriedades geográficas dos objetos geográficos.

Modelos conceituais de sistemas de informação geográfica

Existem modelos conceituais de dados, incluindo o GeoOOA, Modul-R, Geo-OMT, GMOD, MADS, etc, para a representação de informações geográficas. O UML-Geoframe é um arcabouço conceitual que auxilia o projetista na modelagem de dados de uma nova aplicação. O Geoframe contém as classes tema, região geográfica, fenômeno geográfico, campo geográfico, objeto geográfico, representação campo, objeto espacial, ponto, linha, polígono, objeto espacial complexo, grade de células, isolinhas, poladjacentes, gradepontos, TIN, pontos irregulares [LIS00].

O modelo OMT-G introduz primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a representação semântica. É baseado em classes, relacionamentos e restrições de integridade. Define geo-campo, que representa objetos distribuídos continuamente pelo espaço (tipo de solo, topografia) e geo-objeto, que, por outro lado, representa objetos geográficos individualizáveis (lotes, rios e postes) [BJL05].

SGBDs com extensões espaciais

Bancos de Dados Geográficos (BDG) são implantados por meio de SGBDs com extensão espacial. Esses bancos de dados armazenam entidades do mundo real, também chamadas de "spatial features", localizadas em uma região específica do globo terrestre. "Spatial features" (exemplo: Canadá, França, Brasil) pertencem a um "feature type" (país) e também possuem atributos não espaciais (nome, população) e espaciais (coordenadas geográficas como latitude e longitude). Nos bancos de dados geográficos, cada tipo de dado espacial é, normalmente, armazenado em uma relação diferente, pois utiliza-se abordagem relacional ou objeto-relacional. São exemplos de tarefas que podem ser realizadas por meio de um SGBD com extensão espacial:

1. visualização e exploração de dados;

2. criação de dados alfa-numéricos e geográficos;

3. edição de dados alfa-numéricos e geográficos;

4. armazenamento de dados alfa-numéricos e geográficos;

5. integração de dados de diferentes fontes;

6. consultas de dados alfa-numéricos e geográficos;

7. análise de dados: extração de novas informações a partir dos dados existentes;

8. transformação de dados alfa-numéricos e geográficos;

9. criação de mapas.

Atributos espaciais ou geográficos possuem relações intrínsecas (perto, longe, intersecção), as quais são responsáveis pelas características de entidades do mundo real afetarem o comportamento de outros objetos vizi-

nhos. Como resultado, as relações espaciais são as principais características dos dados geográficos e podem ser consideradas como diferencial em relação a bancos de dados convencionais [TOB04]. Elas também são características que diferenciam o banco de dados na integração de consultas de dados geográficos/espaciais com dados não espaciais. Relacionamentos espaciais não são, normalmente, armazenados, explicitamente, no banco de dados e, portanto, têm que ser computados por operações espaciais.

Existem diversas formas de relacionamentos espaciais. Podemos citar, por exemplo: distância, ordem e topologia. Relacionamentos de distância são baseados na distância Euclidiana entre dois "spatial features" (objetos espaciais). Relacionamentos de ordem lidam com a direção e, como objetos espaciais, são localizados no espaço geográfico. Relacionamentos topológicos caracterizam o tipo da intersecção entre dois objetos geográficos e podem ser classificados como: igual; disjunto; intercepta; dentro; sobrepõe; cruza; contém; cobre e "coberto por" [SHA11].

Podemos citar como relacionamentos utilizados em consultas de dados espaciais os relacionamentos de topologia e de distância. Dependência espacial é a covariação de propriedades dentro do espaço geográfico: características em localizações próximas parecem ser correlacionadas, tanto positivamente quanto negativamente. Dependências espaciais causam problemas de auto-correlacionamento espacial na estatística, já que, como auto-correlacionamentos temporais, violam a hipótese adotada por técnicas estatísticas padrão de que há independência entre as observações [TOB93]. Assim, é apropriado ver a dependência espacial como uma rica fonte de novas informações.

Existem diversos exemplos de SGBDs com extensão espacial amplamente utilizados no mercado [SIT14]. O ORACLE Spatial e o PostgreSQL/PostGis são abordados neste trabalho, pois são utilizados na Prodemge.

PostgreSQL/ PostGIS

O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional gratuito e de código fonte aberto [POS17, QF05]. Em sua versão de distribuição, apresenta tipos de dados geométricos, operadores espaciais simples e indexação espacial.

O PostGIS é um modulo que adiciona entidades geográficas ao PostgreSQL. Nativamente, o PostgreSQL já suporta geometrias espaciais. O PostGIS, porém, adiciona a capacidade de armazenamento, recuperação e análise, segundo a especificação OpenGIS SFS (Simple Features Specification) do consórcio internacional Open Geospatial (OGC) [OGC18]. A extensão espacial PostGis possui os seguintes tipos de dados embutidos: Point, LineString, Polygon, MultiPoint, MultiLineString, MultiPolygon, GeometryCollection [POS17, QF05]. As funcionalidades providas pelas análises espaciais/geográficas e topológicas possibilitam o desenvolvimento de sistemas corporativos com inteligência geográfica (SIGs Corporativos). São utilizadas especificações para interfaces espaciais do OGC que são disponibilizadas livremente para uso geral. Dentre as já disponíveis, existem quatro que estão sendo bem utilizadas: SFS (Simple Features Specification), WFS (Web Feature Service), WMS (Web Map Service) e GML (Geography Markup Language).

A padronização do PostGIS em conformidade com a especificação SFS garante a interoperabilidade com sistemas que suportam essa especificação (MapServer, GeoServer,QGIS, etc). Suas principais funcionalidades são:

• funções de análise espacial / topológica, tais como intersects, within, difference, distance, area etc.;

• funções para GeoCodificação: conversão de endereços em coordenadas geográficas e vice-versa;

• extensão de suas funcionalidades com o uso de bibliotecas externas;

• aderência a padrões abertos de interoperabilidade (OpenGIS).

As características gerais são:

PostgreSQL

• site principal: http://www.postgresql.org/

• mantenedor (responsável): PostgreSQL Global Development Group

• linguagem (código-fonte): ANSI C

• licença: BSD

• requisitos mínimos de hardware: processador 1GHz, RAM 512MB, HD 60GB

• lista de discussão oficial: http://www.postgresql.org/community/lists/

• lista de discussão nacional: https://listas.postgresql.org.br/cgibin/

• mailman/listinfo/pgbr-geral

PostGIS

• site Principal: http://postgis.refractions.net

• mantenedor (responsável): Refractions Research

• linguagem (código-fonte): ANSI C

• licença: GNU/GPL

• especificações OpenGIS®: SFS

• requisitos mínimos de hardware: processador 1GHz, RAM 512MB, HD 60GB

• lista de discussão oficial: http://postgis.refractions.net/mailman/listinfo/postgis-users

Oracle Spatial

Oracle Spatial é uma extensão espacial desenvolvida sobre o modelo objeto-relacional do SGDB Oracle. Esse modelo permite definir novos tipos de dados e implantar operações sobre esses novos tipos, por meio da linguagem PL/SQL. Essa extensão é baseada nas especificações do OpenGIS e contém os seguintes tipos de dados: point, line string, polygon, arc line string, Arc polygon, compound polygon, compound line string, circle, rectangle [ORA17, QF05].

Além das extensões apresentadas, outros SGBDs também possuem extensões, tais como: o IBM DB2, Spatial Extender e a extensão do MySQL [IBM17, MYS17]. O Microsoft SQL Server também suporta dados do tipo geografia e geometria. Enquanto o tipo geometria representa dados em um sistema de coordenadas euclidiano (plano), o tipo geografia representa dados em um sistema de coordenadas esféricas. Os dois tipos de dados são implantados como tipos de dados CLR (Common Language Runtime) do .NET no SQL Server [MIC17].

Papéis e responsabilidades associados ao tratamento de dados espaciais

Com o objetivo de demonstrar não somente a tecnologia e suas aplicações, mas também os papéis dos recursos humanos associados, os principais papéis relacionados à produção, manutenção e utilização de dados geoespaciais foram levantados neste trabalho, bem como as responsabilidades de cada um.

Produtores de dados geoespaciais de referência

Pessoas ou departamentos responsáveis por gerar e manter disponíveis para os usuários dados geoespaciais de referência. Os produtores de dados são responsáveis pela acurácia, integridade e temporariedade dos dados e pela manutenção e produção de metadados. Políticas, processos e procedimentos técnicos de acurácia, integridade, temporariedade e aderência a padrões de metadados (informações que descrevem os dados espaciais) devem ser documentados e amplamente divulgados [SUN04].

Produtores de dados geoespaciais de valor agregado

Pessoas ou departamentos que agregam conteúdo, geometria, topologia, atributos ou relacionamentos aos dados geoespaciais de referência. Como os produtores de dados de referência, os produtores de dados de valor agregado também são responsáveis pela acurácia, integridade e temporariedade dos dados e pela manutenção e produção de metadados.

Usuários primários de dados

Pessoas ou departamentos que consomem dados geoespaciais de referência e de valor agregado cujos processos dependam diretamente desses dados. Esses usuários são a principal razão dos dados geoespaciais serem produzidos, são consumidores de alta prioridade. Mudanças no formato, tipo e qualidade dos dados são, normalmente, guiadas pelas necessidades desses usuários. Os produtores de dados geoespaciais de referência e de valor agregado também são considerados usuários primários desses mesmos dados.

Usuários secundários de dados

Pessoas ou departamentos que consomem dados geoespaciais de referência e de valor agregado cujos processos não dependam diretamente desses dados. Geralmente, não exercem grande influência nas mudanças de formato, tipo e qualidade dos dados.

Administradores de dados

São pessoas ou departamentos que receberam a delegação de produtores de dados para gerir um conjunto específico de dados geoespaciais [SUN04]. As melhores práticas para a administração de dados geoespaciais serão baseadas nos seguintes princípios:

a) Os dados geoespaciais são um bem precioso que suportam as necessidades de negócios dos usuários. Seu valor deve ser mantido ao longo do tempo por meio de um programa de atualização eficaz e eficiente.

b) Departamentos responsáveis pela produção de dados geoespaciais devem ter um papel de liderança na atualização e no fornecimento desses dados, preferencialmente, em ambiente e formatos que permitam o acesso a um público mais amplo.

c) Os processos de suporte de administração de dados geoespaciais serão baseados em uma arquitetura de dados clara, inclusiva e bem documentada.

d) Políticas, procedimentos e processos técnicos para atualização de dados devem ser bem documentados e um plano diretor de geoprocessamento da organização deve ser amplamente divulgado.

e) Metadados que fornecem informações sobre conteúdo, formato, qualidade, autoridade e disponibilidade de dados geoespaciais são vitais. Esses metadados devem ser atualizados juntamente com seus respectivos dados.

f) É importante manter um padrão de qualidade elevado para dados geoespaciais. Devem existir normas claras e bem documentadas de padrões de qualidade. Esses padrões de qualidade devem ser cumpridos, exceto quando devidamente motivados, e qualquer desvio deve ser documentado.

g) Dados geoespaciais devem ser amplamente compartilhados entre os usuários, os membros do Conselho Nacional de Cartografia (Concar), com o devido respeito à legislação e às políticas vigentes, que podem restringir o acesso e a distribuição.

Armazenamento de dados geográficos em SIGs públicos e comerciais: estudos de caso na Prodemge

Existem várias razões para que as instituições públicas migrem para uma plataforma aberta (software livre), como por exemplo:

• necessidade de adoção de padrões abertos para o Governo Eletrônico (e-Gov);

• nível de segurança proporcionado pelo software livre;

• eliminação de mudanças compulsórias que os modelos proprietários impõem, periodicamente, aos seus usuários, face à descontinuidade de suporte a versões;

• independência tecnológica;

• desenvolvimento de conhecimento local;

• possibilidade de auditabilidade dos sistemas;

• independência de fornecedor único.

Colocando os padrões abertos do OGC, juntamente com os benefícios citados acima, a Prodemge projetou e construiu não somente uma completa solução de geoprocessamento, mas um poderoso framework montado a partir de padrões abertos (OGC) e sistemas livres, o Geo.MG, que pode ser acessado pelo endereço https://www.geo.mg.gov.br/

Geo.MG

O Geo.MG (Figura 1) é um portal e geovisualizador desenvolvido pela Prodemge que contém camadas públicas e privativas. Permite a exibição de informações geográficas em 3D, a manipulação dos dados por meio do cálculo de área, o download de camadas em formato de arquivo KML ou shapefile, dentre outras funcionalidades. O sistema consulta uma base de dados espaciais, atualmente implementada no SGBD PostgreSQL/PostGis. O SGBD armazena os dados de acordo com o modelo de dados resumido na figura 2. O tipo geográfico geometry da figura 3 permite a utilização de funções geográficas implantadas no SGBD. Diversas camadas privativas ou públicas podem ser tratadas e armazenadas separadamente, de acordo com o domínio da aplicação.

Figura 1 - Acesso público ao Geo.MG

Figura 2 - Modelo de dados simplificado do Geo.MG

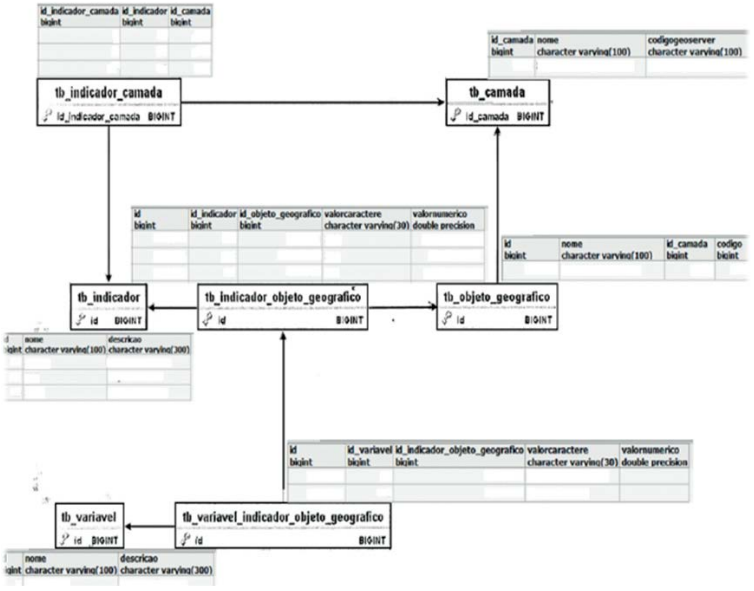


Figura 3 - Tabela Objeto Geográfico

```
SQL pane
-- Table: tb_objeto_geografico

-- DROP TABLE tb_objeto_geografico;

CREATE TABLE tb_objeto_geografico
(
  id bigserial NOT NULL,
  cd_login_movimentacao character varying(11) NOT NULL,
  ip_movimentacao character varying(40) NOT NULL,
  nr_versao integer NOT NULL,
  st_registro integer,
  tp_operacao character varying(1) NOT NULL,
  ts_movimentacao timestamp without time zone NOT NULL DEFAULT now(),
  ds_situacao character varying(50) NOT NULL,
  geomstr character varying,
  info character varying(2000),
  nome character varying(100) NOT NULL,
  id_camada bigint,
  endereco character varying(250),
  codigo bigint NOT NULL DEFAULT nextval('tb_objeto_geografico_codigo_seq'::regclass),
  geom geometry,
  id_municipio bigint,
  codigoorigem bigint,
  CONSTRAINT tb_objeto_geografico_pkey PRIMARY KEY (id),
  CONSTRAINT fkc3dd92f994bd5169 FOREIGN KEY (id_camada)
      REFERENCES tb_camada (id_camada) MATCH SIMPLE
      ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION
```

Figura 4 - Acesso ao portal ArcGis

Outro fator importante é que uma solução de geoprocessamento, baseada em uma plataforma aberta como o Geo.MG, não possui qualquer tipo de limitação por demanda, tendo o hardware como a única limitação para o acesso de um número maior de usuários.

Portal ArcGis Prodemge

A plataforma do ArcGis [ESR17] foi implantada na Prodemge utilizando o PostGreSQL/PostGis e incluindo o ArcGIS for Desktop, ArcGIS Online e o ArcGIS Server. O ArcGIS Portal (Fig. 4 e Fig. 5 - tabela que armazena os dados tabulares da camada) também foi implantado e está integrado ao ambiente. Permite o compartilhamento de mapas e aplicações, bem como a geocodificação de endereços.

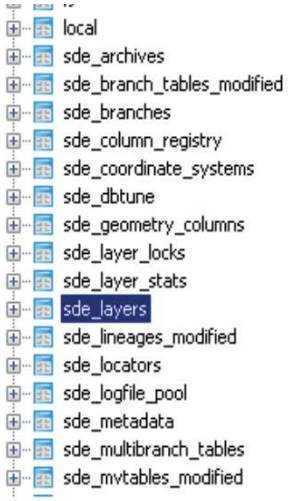
O ArcGIS também permite modelar os dados de acordo com o contexto da aplicação e apresenta exemplos de modelos de dados para customização, como agricultura, mineração, transporte, planejamento urbano, dentre outros [ESR18]. Adicionalmente, possui o conceito de "geodatabase", que é uma coleção de tipos de dados geográficos de diversas fontes e formatos de dados, incluindo imagens, arquivos de dados, arquivos em formato CAD (Computer Aided Design) e SGBDs.

O "geodatabase" do ArcGIS é objeto-relacional e a arquitetura permite armazenar os dados tabulares em SGBDs relacionais (Oracle, IBM DB2, PostgreSQL, ou SQL Server) e utilizar as extensões espaciais [EDM17].

Projeto de rede

O projeto denominado RedeGeo é um sistema de gestão das informações espaciais do Projeto de Rede do Estado de Minas Gerais. Ele tem como objetivo servir de ferramenta de apoio para o Projeto de Rede, possibilitando a visualização de clientes e a infraestrutura da rede no Estado de Minas Gerais. A figura 6 ilustra um componente do sistema para verificação da visada de antenas da rede de comunicação e a figura 7 apresenta a estrutura da tabela com os dados geográficos para o armazenamento dessas informações. O campo da tabe-

Figura 5 - Tabela de camadas do ArcGis




```
(
  layer_id integer NOT NULL DEFAULT nextval('sde_l
  description character varying(65),
  database_name character varying(32) NOT NULL,
  owner character varying(32) NOT NULL,
  schema character varying(32) NOT NULL,
  table_name character varying(128) NOT NULL,
  spatial_column character varying(128) NOT NULL,
  eflags integer NOT NULL,
  layer_mask integer NOT NULL,
  minx double precision NOT NULL,
  miny double precision NOT NULL,
  maxx double precision NOT NULL,
  maxy double precision NOT NULL,
  minz double precision,
  minm double precision,
  maxz double precision,
  maxm double precision,
  cdate integer NOT NULL,
```

Figura 6 - Acesso ao SIG do Projeto de Rede do Estado

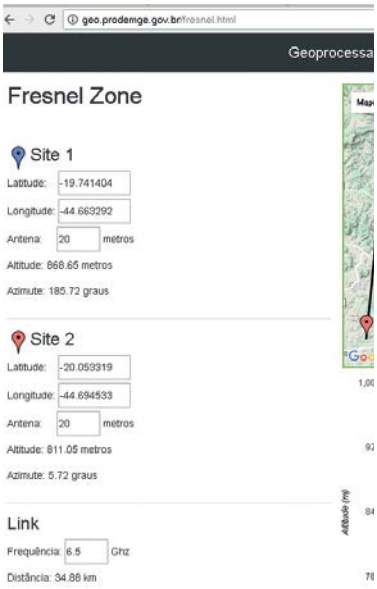
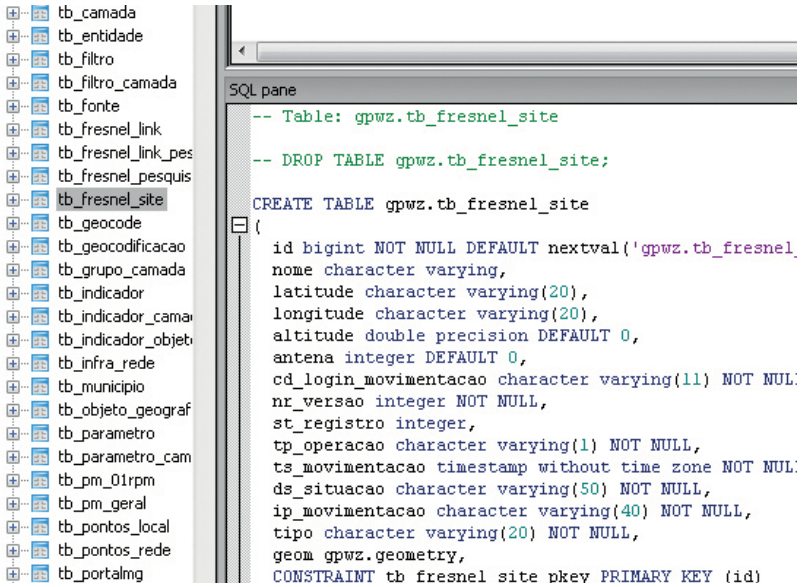


Figura 7 - Tabela do sistema REDEGEOI



la geom é do tipo geometria e possui propriedades que podem ser tratadas com a extensão espacial do SGBD.

Conclusões

Este trabalho mostra como os SGBDs podem desempenhar papel importante no desenvolvimento de novos sistemas que utilizam as informações geográficas. Outro aspecto importante é que o armazenamento dentro de um SGBD elimina o uso de estruturas proprietárias que dificultam a interoperabilidade. Adicionalmente, a utilização de SGBDs objeto-relacionais com extensão espacial ampliam o potencial de integração com outros sistemas, além da possibilidade de utilização de funções armazenadas.

Novos métodos de análise exploratória capazes de oferecer novas possibilidades de representar e visualizar dados espaciais surgem a todo momento. A análise de dados espaciais enfrenta várias questões fundamentais quanto à definição dos objetos de estudo, à construção das operações analíticas a serem utilizadas, ao uso de computadores para a análise, às limitações e às particularidades da análise. Esses problemas representam um desafio para a análise de dados espaciais, devido ao poder que mapas possuem como um meio de apresentação dos dados.

Quando os resultados são mostrados como mapa, a apresentação combina dados espaciais, os quais são geralmente precisos, com resultados analíticos, que podem possuir erros. Ferramentas computacionais favorecem a definição de objetos como homogêneos e elementos separados devido à limitação de elementos de bancos de dados e estruturas computacionais disponíveis. No caso específico da Prodemge, em situações em que o PortgreSQL/PostGis não fornece todas as funcionalidades necessárias para a manipulação de dados, é possível integrá-lo a outro SGBD e/ou SIG que reconheça vários formatos de dados, como o ArcGIS, por exemplo, conforme demonstrado nas aplicações desenvolvidas na Prodemge.

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) implementa funções específicas para registrar, manipular e recuperar dados geográficos e o Open GIS Consortium (OGC) é uma organização dedicada a desenvolver padrões para operações geográficas e para integração de dados geográficos, com o intuito de providenciar interoperabilidade para SIG internacionalmente [OGC18].

Os padrões espaciais têm propriedades únicas que são interessantes para diversas aplicações, sejam públicas, sejam privadas. Tais padrões são frequentemente correlacionados, possuem domínios complexos, descrevem objetos contínuos e possuem a característica descrita pela Primeira Lei da Geografia "Tudo está relacionado com tudo, mas coisas próximas estão mais relacionadas do que as distantes." [TOB04]

A abordagem quantitativa, como técnica complementar na explicação e descrição de diversos fenômenos de caráter geográfico, tem sido bastante aceita e frequente.

Com o crescente uso do geoprocessamento cotidianamente e com o surgimento de novas tecnologias na web, big data, IoT (internet das coisas), geocolaboração e geovisualização, é imperativo a integração e a interoperabilidade dos sistemas, preservando o investimento na implantação de infraestrutura.

Referências

[BJL05] Borges , K. A.V., Davis Jr, C. A.; Laender, A. H.F. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. In:Bancos de Dados Geográficos**. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf Acesso em: abr. 2018.

[EM99] Eisenberg, A.; Melton,J. **SQL:1999, formerly known as SQL3** Disponível em https://users.dcc.uchile.cl/~cgutierr/cursos/BD/standards.pdf. Acesso em: dez 2017.

[EN00] Elmasri, R., Navathe, S. B. **Fundamentals of Database Systems, 3rd**. Reading: Addison-Wesley, 2000.

[EDM17] **ArcGis Plataform Geodatabase**. Disponível em: http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/the-architecture-of-a-geodatabase.htm. Acesso em: dez. 2017.

[ESR17] **ArcGis Plataform**. Disponível em: http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis. Acesso em: dez. 2017.

[ESR18] **ArcGis DataModel**. Disponível em: https://support.esri.com/en/technical-article/000011644. Acesso em: dez. 2017.

[IBM17] **IBM Db2 Database**. Disponível em: http://www-306.ibm.com/software/data/db2/. Acesso em: mar. 2017.

[LIS00] Lisboa Filho, J. **Modelagem de Bancos de Dados Geográficos**. Disponível em: http://www.dpi.ufv.br/~jugurta/papers/. Acesso em: abr. 2018.

[MIC17] **Microsoft SQL Server Database**. Disponível em: https://www.microsoft.com/pt-BR/sql-server/sql-server-2017. Acesso em: abr. 2017.

[MS99] Mol e Silva, A. **Migrando Bancos de Dados Relacionais para a Tecnologia Objeto-Relacional**. Tese DCC-UFMG. 1999.

[MYS17] **Mysql Database**. Disponível em: https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/spatial-types.html. Acesso em: abr. 2017.

[ORA17] **Oracle Database**. Disponível em: https://www.oracle.com/database/index.html. Acesso em: abr. 2017.

[OGC18] **Open Geospatial Consortium**. Disponível em: http://www.opengeospatial.org/ Acesso em: abr. 2018.

[QF05] Queiroz , G. R. de; Ferreira, K. R. **SGBD com extensões espaciais**. In:Bancos de Dados Geográficos. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf Acesso em: abr. 2018.

[POS17] **PostGreSQL Database**. Disponível em: https://www.postgresql.org/. Acesso em: abr. 2018.

[SHA11] SCHAFFERS, H., KOMNINOS, N., PALLOT, M., TROUSSE, B., NILSSON, M., & OLIVEIRA, A. **Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation**. Future Internet Assembly, Springer, v. 6656, p. 431–446, 2011.

[SIT14] SITUMORANG, H.; ADHY, L. **On the development of thematic gis database application platform for reforming space and area of government city/district**. In: IEEE. TELECOMMUNICATION SYSTEMS SERVICES AND APPLICATIONS (TSSA), 2014 8th International Conference on. [S.l.], 2014. p. 1–5.

[SUN04] SUN, J. et al. **Querying about the past, the present, and the future in spatio-temporal databases**. In: IEEE. DATA ENGINEERING, 2004. Proceedings. 20th International Conference on. [S.l.], 2004. p. 202–213.

[TOB93] Tobler, W. R. **Three Presentations on Geographical Analysis and Modeling**. National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, 1993.

[TOB04] Tobler, W. R. **On the first law of geography**. Annals of the Association of American Geographers, 94(2):304–310.

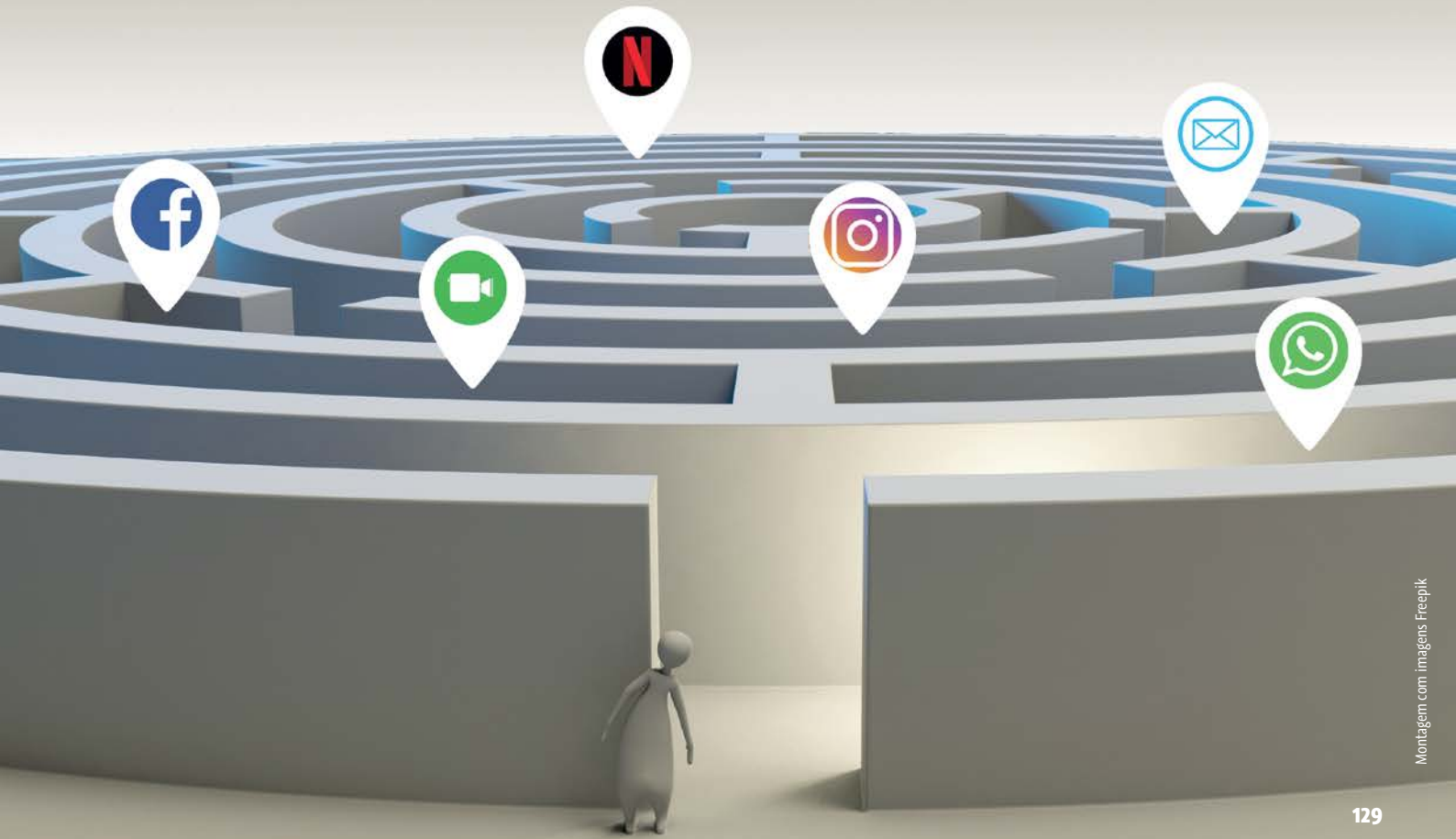
Perdidos no ciberespaço

Gustavo Grossi

Esta Memória Viva seria, de início, um breve histórico sobre a evolução de mapas, recursos cartográficos e ferramentas de navegação e geolocalização. Dos primórdios da bússola ao GPS, o relato passaria por épicas proezas analógicas de fenícios, chineses, vikings e outros desbravadores, até aportar no midiático cotidiano digital da atualidade. Nessa linha, haveria um veio a ser explorado: lembranças de quando nossas vidas ainda não eram um permanente "check-in" e inexistiam os onipresentes aplicativos georreferenciados que hoje nos guiam, mas também nos desorientam – vide os casos em que algo dá errado e nos aventuramos por quebradas pra lá de sinistras.

Há desvios acidentais de rota, no entanto, que podem levar a caminhos interessantes, a exemplo do que ocorre nos processos de escrita. Recalculando, o rumo da coluna foi alterado no momento em que o cronista atentou para a própria condição de "perdido no ciberespaço" em que estivera imerso durante a produção deste texto. Ora, e se a crônica enveredasse pela mudança ocorrida em nossa percepção de espaço e tempo, na esteira da expansão de territórios virtuais que tornaram indistinguíveis os ambientes on-line e off-line?

De fato, as horas corriam, a noite ia alta, e a tela em branco do computador evidenciava que as coisas não



Montagem com imagens Freepik

Freepik

seguiriam os rumos indicados pelo mapa precário que ele esboçara na cabeça. Não que o tema proposto inicialmente fosse ruim – a dificuldade no desenvolvimento da escrita tinha mais a ver com excesso de dispersão, falta de foco e um bocado de ansiedade.

As interrupções foram constantes: embora sozinho no escritório de casa, o cronista estava conectado ao mundo no melhor – ou pior, conforme a visão –, estilo multitarefa. A todo instante, checava e respondia as mensagens que pululavam no WhatsApp. Poderia tê-las ignorado ou desligado o celular, mas, sabem como é, aguardava notícias da filha no exterior pelo Facetime, o resultado de um jogo no outro lado do planeta pelo site de uma rádio e informações sobre uma reunião, cuja data teve que verificar na agenda do webmail corporativo. Ao acessá-lo, aproveitou para deletar spams e correr os olhos pelos vários e-mails pendentes na caixa de entrada. Deteve-se numa mensagem que demandava resposta imediata. Ponderou alguns senões, hesitou, mas optou por manter o assunto pendente em sua lotada caixa de preocupações.

O certo é que outra pendência, mais urgente no momento, continuava a brilhar sua luz baça na tela branca à sua frente. Enquanto tomava coragem para novamente encará-la, lembrou-se de pagar uma conta no site do banco. Depois, teve a atenção capturada por notificações do Facebook, onde transitou sem escalas de uma "live" até a costumeira sucessão de platitudes, fake news e raivosos comentários políticos. Resolveu, então, fazer um rápido detox mental no Instagram, ambiente em que podemos curtir flashes da vida alegre, amena e interessante que costumamos levar. Antes que saltasse de uma chamada no Insta para alguma das séries que começara e não terminara de assistir no Netflix, a bateria do celular acabou, devolvendo-o, em definitivo, à tarefa de redigir e enviar a coluna aos cuidados da aflita editora que a cobrava com impaciência.

Esse itinerário dispersivo, hoje tão comum, conferiu ao texto um caráter de metanarrativa – uma pequena amostra sobre como o advento das novas tecnologias da informação e comunicação impactam relações e noções arraigadas de temporalidade e presença no espaço público e privado. Na ambiência analógica, típica da sociedade industrial, o tempo era compartimentado, havia horários definidos para trabalhar, interagir, descansar e dormir. Deslocamentos físicos e reuniões presenciais eram a norma quase inescapável.

Na ambiência digital, característica da sociedade pós-industrial, vige a instantaneidade do on-line e do on-demand, com uma miríade de facilidades, informações, serviços e apelos. A radicalidade dessa transformação em nossa relação com o tempo e o espaço configura o pano de fundo sociotécnico das novas territorialidades virtuais. Nesse panorama, constatamos uma série de ganhos inequívocos e na base disso estão as geotecnologias, como o leitor desta edição de Fonte pode comprovar.

Por outro lado, é bom lembrar que o tudo-ao-mesmo-tempo-agora do ciberespaço desafia nossa capacidade de aprofundamento, concentração e cognição. Nossas cabeças e dados estão nas nuvens, junto com nossos níveis de ansiedade. Não nos sobra espaço para dar um tempo. É o peso da leveza, aquela sensação estranha de que as coisas estão aceleradas e, no entanto, custando a passar.

ead
Educação a Distância Prodemge

Invista em um modelo inovador para capacitar seus colaboradores

Por meio de cursos, videoaulas, cartoon, games, tutoriais ou storytelling, a EaD Prodemge proporciona às instituições públicas:

Custos reduzidos
Redução dos custos com capacitação e deslocamento dos servidores.

Maior capacitação
Aumento do grupo de pessoal capacitado.

Material disponível
Disponibilização do conteúdo para consultas posteriores.

Conteúdo atualizado
Atualização do conteúdo de acordo com alterações necessárias.

prodemge

MINAS GERAIS
DIÁLOGO EQUILÍBRIO TRABALHO

Acesse www.prodemge.gov.br e veja como a Prodemge pode desenvolver a melhor solução para a necessidade da sua instituição.

GEOPROCESSAMENTO

FACILIDADE E CUSTOMIZAÇÃO PARA TRANSFORMAR OS DADOS DO SEU NEGÓCIO EM INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS

GEOVISUALIZADOR

Acesso ao portal Geo.MG para administração de camadas privativas ou públicas e realização de operações geográficas.

GEOINTEGRAÇÃO

Para levar a uma aplicação web a visualização georreferenciada de dados e indicadores disponíveis em um sistema.

GEOCARGA

Para promover as atualizações nos dados que sofrem modificações nas bases de informação e necessitam ser refletidas nos mapas. O serviço pode ser realizado conforme necessidade da sua entidade.

GEOSSERVIÇOS

Com alto nível de conhecimento e especialização, a equipe da Prodemge está pronta para desenvolver produtos geoprocessados e gerar ainda mais valor aos serviços prestados pela sua instituição.

negocios@prodemge.gov.br
www.geo.mg.gov.br
www.prodemge.gov.br

geo.mg prodemge MINAS GERAIS DIÁLOGO EQUILÍBRIO TRABALHO