

UM FRAMEWORK PARA PADRÕES DE DESMATAMENTO¹

Osvadir Dias da Silva Junior²; Joice Seleme Mota³

INTRODUÇÃO

O desmatamento vem sendo foco de atenção por parte de todos os segmentos da sociedade, incluindo governo, organizações não governamentais e ambientalistas. Estudos têm sido realizados com o objetivo de analisar o uso e cobertura da terra para detectar padrões de mudança na biodiversidade, provocados pelas ações humanas, utilizando sensoriamento remoto. O sensoriamento remoto é uma ferramenta útil para monitorar a cobertura da floresta tropical na superfície terrestre porque imagens são registradas todos os dias por uma constelação de satélites (FREITAS; SHIMABUKURO, 2007).

O monitoramento das mudanças do uso e cobertura da terra é realizado por meio de uma sequência temporal de imagens de satélite (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003) que permitem o mapeamento e análise de padrões de desmatamento em florestas tropicais sendo possível sugerir ações para a manutenção da biodiversidade (ARMENTERAS *et al.*, 2006; FERRAZ *et al.*, 2005; PERZ; ARAMBURÚ; BREMNER, 2005; PFAFF; SANCHEZ-AZOFEIFA, 2004).

Apesar da evolução tecnológica para aquisição e disponibilidade de imagens de sensoriamento remoto, ainda existe uma substancial limitação na análise destas imagens. O processo de análise dos dados envolve o uso de técnicas de extração de informações que se torna cada vez mais difícil quando se trata de um grande conjunto de dados. Este conjunto de dados consiste em dados adquiridos em diferentes épocas, diferentes resoluções espacial, espectral, radiométrica ou mesmo dados adquiridos a partir de diferentes sensores (óticos e radares).

Um dos principais desafios em relação a esse acervo é modelar e representar os objetos geográficos que têm suas propriedades alteradas ao longo do tempo. Esses objetos espaçotemporais necessitam de diferentes modelos de dados

¹Esse projeto foi financiado pelo CNPq

²Aluno do Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari. Curso Bacharelado em Sistemas de Informação. E-mail: diasosvaldirjr@gmail.com

³Professor Orientador do Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari. Curso Bacharelado em Sistemas de Informação. E-mail: joice@ifc-araquari.edu.br

e algoritmos para a sua representação. O controle de objetos evolutivos necessita de modelos que indiquem as mudanças que ocorreram durante o seu tempo de vida tais como criação, divisões e uniões (HORNSBY; EGENHOFER, 1999; MEDAK, 2001).

Nosso interesse é em casos onde simples regras de divisão e união não são suficientes para indicar a evolução de um objeto. Essas situações acontecem quando os objetos não são definidos apenas por sua forma e propriedades, mas pelo seu tipo. O tipo de um objeto é fundamental em alguns casos de evolução. Vamos considerar o caso de algumas mudanças que podem ocorrer em uma cidade como, por exemplo, a união de duas cidades. Independente do motivo, por conquista ou determinação, o resultado será uma nova cidade. Em outra situação vamos considerar o caso da junção de uma cidade e um estado. O resultado dessa operação não é simples porque, provavelmente, um dos objetos mudará seu tipo e propriedades de acordo com o tipo específico de outro objeto.

Dessa forma, quando objetos evoluem, as contrações e expansões produzem divisões ou junções que dependem dos seus tipos. Nesses casos, é importante conhecer a história e o processo de evolução que define os tipos que o objeto já possuiu ao longo da sua vida. A representação do tipo dos objetos requer um alto nível semântico que vai além das operações básicas de criação, união e divisão. É preciso extrair informações que definam o tipo do objeto e quais as condições para a sua evolução e representação do seu novo tipo.

Silva et al. (2008) propõe um modelo que usa técnicas de mineração de dados para a detecção e identificação de padrões de desmatamento da floresta amazônica. Utilizando mapas de desmatamento, os objetos que representam áreas desmatadas são classificados em padrões de mudança de uso de solo através da extração de informação semântica desses objetos.

A técnica proposta em Silva et al. (2008) constitui um avanço na extração de informações em imagens de sensoriamento remoto, porque classifica os objetos em padrões utilizando sua informação semântica permitindo, assim, a compreensão dos atores e processos envolvidos na dinâmica da paisagem. Contudo, a técnica não contempla a análise da evolução dos objetos espaçotemporais que representam áreas desmatadas em uma sequência de imagens. Mota et al. (2008; 2009) estendeu a técnica de Silva et al. (2008) e desenvolveu uma abordagem utilizando a técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) com o objetivo de proporcionar a

análise dos objetos ao longo do tempo auxiliando a compreensão do seu histórico e na sugestão de como será a sua evolução a partir da comparação com históricos já existentes. Partindo dessa técnica a questão principal desse trabalho foi: como representar a evolução da dinâmica da paisagem?

O principal objetivo desse trabalho foi desenvolver um *framework* para extrair a evolução de objetos de desmatamento. Esse *framework* permite que se criem regras de tipologia de padrões de uso e cobertura da terra para áreas desmatadas. Esta tipologia sintetiza os principais processos associados a diferentes categorias de áreas desmatadas e suas diferentes formas de ocupação. Diferentes atores envolvidos nas mudanças do uso da terra (agricultores, fazendeiros, criadores de gado) podem ser distinguidos pelas suas diferentes formas de uso do solo (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003). As áreas desmatadas mudam ao longo tempo, pois pequenas áreas agrícolas podem tornar-se grandes fazendas à custa do desmatamento da floresta (SILVA et al., 2008). A abordagem desenvolvida nesse trabalho identifica subgrupos de objetos evolutivos que representam essas áreas desmatadas e os associa a um padrão de desmatamento.

Tais objetos são chamados de *objetos de desmatamento*. Dessa forma, o *framework*, em seu repositório utiliza duas bases de casos, uma para auxiliar na definição do tipo dos objetos e outra para auxiliar a definir se o objeto pode ou não evoluir. Dessa maneira é possível compreender melhor o processo de desmatamento analisando a história e trajetória dos objetos. A disponibilidade das informações da evolução dos objetos que representam os padrões de mudança da cobertura de terra possibilita a predição da formação de novas áreas de desmatamento, pois olhando para o passado é possível prever o futuro.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O primeiro passo para o desenvolvimento do trabalho foi a criação do repositório que permite que os usuários do sistema criem as suas próprias regras de tipo e evolução dos objetos de desmatamento de acordo com a área de interesse a ser estudada.

Os tipos de objetos de desmatamento indicam como os atores mudam a paisagem através do uso do solo. Depois da definição da tipologia dos objetos de desmatamento foi possível estabelecer como dois objetos que se tocam evoluem.

Partindo da tipologia dos objetos de desmatamento, da verificação de quais objetos podem evoluir, foi aplicado o modelo proposto em Mota (2008, 2009) usando as regras de tipologia detectadas e as regras de evolução. A partir dessas regras foram criadas as bases de casos e o aplicativo Web para armazenar e representar a história dos objetos de desmatamento.

Para validar a abordagem foi utilizado um conjunto de objetos de desmatamento da Mata Atlântica de Santa Catarina, extraído de imagens TM/Landsat5 de 2005 a 2008 e um conjunto de objetos de desmatamento da Amazônia, extraídos de imagens TM/Landsat5 de 1982 a 2000.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse trabalho foi uma continuidade dos projetos anteriores que representavam a evolução e história do desmatamento de áreas específicas como Amazônia e Mata Atlântica. O objetivo desse trabalho foi criar um repositório onde o usuário define as suas regras e as utiliza em qualquer domínio de aplicação. Dessa forma, o objetivo foi atingido, uma vez que o aplicativo permite a definição de regras, comparação de objetos de desmatamento e a partir desses resultados apresenta a história e evolução dos objetos de desmatamento do domínio da aplicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As regras semânticas e de evolução que geram os casos da base de conhecimento são utilizadas para armazenar e gerar a trajetória dos objetos de desmatamento (história da evolução). O trabalho avança na questão de análise da evolução de objetos apontando as mudanças que podem ocorrer no seu tempo de vida, e também nas questões da definição das regras pelo próprio usuário em diversos domínios da aplicação. A disponibilidade do aplicativo na web também facilita a sua utilização. Como trabalho futuro sugere-se a extensão do aplicativo para que possa ser possível monitorar a dinâmica ambiental em outras áreas como, por exemplo, recursos hídricos, ocupação do solo entre outras.

REFERÊNCIAS

- ARMENTERAS, D.; RUDAS, G.; RODRIGUEZ, N.; SUA, S.; ROMERO, M. Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. **Ecological Indicators**, v. 6, p. 353-368, 2006.
- FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A.; THEOBALD, D. M.; BALLESTER, M. V. R. Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and 2002 in central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios. **Forest Ecology and Management**, v. 204, p. 67-83, 2005.
- FREITAS, S. R.; SHIMABUKURO, Y. E. Diagnosticando florestas tropicais através do sensoriamento remoto. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, Florianópolis, p. 1671-1678, 2007.
- HORNSBY, K.; EGENHOFER, M. Identity-based change: a foundation for spatiotemporal knowledge representation. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 14, n. 3, p. 207-224, 1999.
- LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPERS, E. Dynamics of land-use and land-cover change in Tropical Regions. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 28, p. 205-241, 2003.
- MEDAK, D. Lifestyles. In: FRANK, A. U., RAPER, J., & CHEYLAN, J.-P. (Ed.). **Life and Motion of Socio-Economic Units. ESF Series**. London: Taylor & Francis, 2001.
- MOTA, J. S.; CAMARA, G.; OLIVEIRA, O. F.; FONSECA, L. M. G.; ESCADA, M. I. S. Applying case-based reasoning in the evolution of deforestation patterns in the Brazilian Amazonia. In: **Proceedings of the 23rd Annual ACM Symposium on applied computing**, New York, NY, USA. 2008. v. 1, p. 1683-1687.
- MOTA, J. S.; CAMARA, G.; ESCADA, M. I. S.; OLIVEIRA, O. F.; VINHAS, L. Case Based Reasoning for Eliciting the Evolution of Geospatial Objects. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 5756, p. 405-420, 2009.
- PERZ, S. G.; ARAMBURÚ, C.; BREMNER, J. Population, land use and deforestation in the Pan Amazon basin: a comparison of Brazil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru and Venezuela. **Environment, Development and Sustainability**, v. 49, p. 23-49, 2005.
- PAFF, A. S. P.; SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A. Deforestation pressure and biological reserve planning: a conceptual approach and an illustrative application for Costa Rica. **Resource and Energy Economics**, v. 26, p. 237-254, 2004.
- SILVA, M. P. S.; CÂMARA, G.; ESCADA, M. I. S.; SOUZA, R. C. M. Remote sensing image mining: detecting agents of land use change in tropical forest areas. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, p. 4803-4822, 2008.