

CADASTRO DE REDES DE INFRAESTRUTURA: MAPAS 2D E VISUALIZAÇÃO 3D

Subsurface Utility Network Cadastre: 2D Maps and 3D Visualisation

Wedja de Oliveira Silva

Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE

Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n - Cidade Universitária, CEP: 50740-530 Recife – PE

oliveirawedja@gmail.com

Nathalia Rose Silva da Purificação

Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE

Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n - Cidade Universitária, CEP: 50740-530 Recife – PE

nathaliarosesilva@gmail.com

Andrea Flávia Tenório Carneiro

Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE

Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n - Cidade Universitária, CEP: 50740-530 Recife – PE

andreaftenorio@gmail.com

Resumo:

A representação do espaço subterrâneo é um desafio presente nos mapas bidimensionais. Os espaços abaixo da superfície, antes ocupados principalmente por redes de água, esgoto e gás, agora são compartilhados com redes de energia, telefonia, TV, entre outros serviços de infraestrutura. A reprodução da sub-superfície precisa, cada vez mais, ser representada de forma fiel a sua realidade tridimensional. Localizar e mapear redes de infraestrutura subterrâneas ainda é um desafio, e a realidade da maioria dos países é que estas informações não são facilmente disponíveis. Mapas cadastrais são apresentados em formato 2D, e os mesmos não contemplam todos os aspectos encontrados no espaço subterrâneo. A visualização de redes em 3D é um passo importante, rumo à representação das redes de infraestrutura na terceira dimensão. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é contextualizar o cadastro de redes de infraestrutura numa perspectiva internacional, trazendo essas discussões e soluções para realidade brasileira. Como estudo de caso, apresenta-se a visualização 3D de uma rede de distribuição de água, utilizando o software ArcScene, da ESRI. Como experimento foi utilizado o recorte de uma quadra na localidade de Cabanga, Recife-PE.

Palavras-chave: Mapa 2D; Representação Cartográfica; Visualização de rede 3D; Cadastro de rede de infraestrutura.

Abstract

The underground space representation is a challenge present in the 2D maps. The spaces beneath the surface, formerly occupied mainly by water, sewage and gas networks, are now

shared with power, telephony, TV networks, among other infrastructure services. The reproduction of the sub-surface needs, more and more, to be represented in a faithful way to its three-dimensional reality. Finding and mapping subsurface utility networks is still a challenge, and the reality of most countries is that this information is not readily available. Cadastral maps are presented in 2D format, and they do not contemplate all aspects found in the underground space. Visualizing 3D networks is an important step towards the utilities networks representation in the third dimension. In this sense, the objective of this paper is to contextualize the utility network cadaster from an international perspective, bringing these discussions and solutions to the Brazilian reality. As a case study, the 3D visualization of a water distribution network is presented, using ESRI's ArcScene software. A 3D visualization of the network was generated, using Cabanga's water supply as study area.

Keywords: 2D Map; Cartographic Representation; 3D network visualization; Utility network cadastre.

1. INTRODUÇÃO

A visualização de redes de infraestrutura sempre foi um problema. As redes de serviços públicos são geralmente representadas por linhas (tubulações) e por pontos (ligações, válvulas, etc.) predominantemente com as suas coordenadas x, y. Essa visualização geralmente serve às necessidades da empresa que é responsável pela rede em particular, mas pode resultar em má interpretação quando fornecida a terceiros. Vários fatores contribuem para a confusão da informação sobre os mapas 2D: linhas de representação das tubulações sobrepostas; o traçado de diferentes redes também se sobrepõe; elementos representados por símbolos, dificultando a interpretação do leitor não especialista; elementos verticais não representados (Zlatanova *et al*, 2011).

A utilização do espaço subterrâneo por parte das empresas de serviços públicos exige um conhecimento mais aprofundado sobre a posição das redes de infraestrutura. A intensa expansão e modernização das cidades (envolvendo reconstrução e restauração de ruas, edifícios, etc.) necessita também de informação fiável sobre infraestruturas existentes (Emgard and Zlatanova, 2008; Tegtmeier *et al*, 2008). Muitos governos consideram que uma "gestão centralizada" das empresas de serviços públicos irá melhorar muito o conhecimento sobre a infraestrutura subterrânea (Chong, 2006; Hei *et al*, 2002; Penninga and van Oosterom, 2006).

Hashim *et. al.* (2010) ressaltam que a maioria das redes de infraestrutura são instaladas nas ruas e estradas numa profundidade de até 2m, o que causa o problema de saturação da ocupação desse espaço cada vez mais disputado. O *Land Administration Domain Model* – LADM – foi definido através da norma ISO/FDSI 19.152:2012, e busca unificar todos os conceitos de domínio cadastral e integra-los em um modelo aberto e de fácil implementação por parte dos países, instituições ou empresas que o requeiram.

A modelagem 3D através do LADM vem sendo testada por diversos pesquisadores de vários países, a saber: Döner and Biyik (2013), Felus *et al* (2014), Zulkifli *et al* (2015), Van Oosterom (2014), Zulkifli *et al* (2015), Thompson *et al* (2016) e Costa (2016), sendo essas pesquisas direcionadas ao cadastro de apartamentos.

O LADM compreende os componentes básicos relacionados à informação da administração da terra, acima e abaixo da superfície. Os espaços abaixo da superfície, antes

ocupados principalmente por redes de água, esgoto e gás, agora são também compartilhados com redes de energia, telefonia, TV, fibra ótica. etc. A utilização cada vez mais intensa de espaços acima e abaixo da superfície aumenta a necessidade de controle dessa ocupação.

Os sistemas de armazenamento e representação das redes de infraestrutura precisam de constante atualização e fácil identificação, visando prováveis manutenções no sistema. Os mapas 2D nas escalas habituais para visualização de redes de infraestrutura não permitem muito detalhamento da rede, minimizando a representação dos elementos. A visualização de rede em 3D permitirá um melhor detalhamento do comportamento das tubulações existentes abaixo da superfície.

2. LADM E A VISUALIZAÇÃO 3D

De acordo com a ISO 19.152 (2012), as representações 2D e 3D no LADM ocorrem através das classes *BoundaryFaceString* e *BoundaryFace*. Muitos países utilizam a interpretação de representação 2D como um volume prismático 3D, sem limite superior ou inferior. Nesse caso, as representações 2D e 3D são unificadas e representadas pela classe *BoundaryFaceString* usando o *GM_MultiCurve* para armazenamento.

No estudo realizado por *Felus et al.* (2014), os autores desenvolvem a implantação do Cadastro 3D a partir da ISO 19.152 para Israel, testando a adaptação da legislação a fim de garantir o suporte ao cadastro tridimensional. O trabalho elenca cinco etapas necessárias à implantação: 1) Plano de mudanças (cadastro 3D); 2) Modelagem dos Dados (através do LADM); 3) Padrão de transferência de dados (*CityGML - City Geography Markup Language*); 4) Validação dos dados automatizados; 5) Armazenamento dos dados espaciais (2D e 3D).

Thompson et al (2016) exploraram um método integrado de definição de unidades espaciais 3D, onde a "footprint" da unidade espacial é representada como *LA_BoundaryFaceString*, associado a um conjunto (possivelmente vazio) de faces mais gerais (cada um armazenado como um *LA_BoundaryFace*). Esta representação enquadra-se dentro do LADM e é adequada para formatos de codificação prática, isso fornece um esquema de codificação completo - a partir de simples parcelas de terra 2D, para os volumes mais complexos.

Costa (2016) propôs uma metodologia para implantação do Cadastro 3D de apartamentos de acordo com o LADM, utilizando dados referentes ao cadastro territorial urbano do município do Recife (bidimensional) para elaboração da modelagem 3D. As modelagens foram feitas usando linguagem UML, a partir da estrutura de herança proposta pelo LADM e *CityGML*. Como resultado, a autora apresenta a modelagem LADM 3D no *CityGML* e uma visualização da volumetria 3D (figura 13) gerada no *ArcScene®* da *ESRI (Environmental Systems Research Institute)*.

Em sua modelagem, Costa (2016) incluiu a tridimensionalidade dentro da classe *LA_BoundaryFace*, como propõe a estrutura do LADM. Analisando os produtos gerados por Thompson et al (2016) e Costa (2016), observa-se que os dois obtiveram uma visualização tridimensional na modelagem de apartamentos utilizando classes diferentes dentro do LADM.

Pesquisadores também têm desenvolvido estudos relacionados ao cadastro de redes de infraestrutura e sua visualização numa perspectiva 3D, como: *Du e Zlatanova* (2011), *Balogun et al* (2011), *Guerrero et al* (2013), *Pouliot e Girard* (2016a), *Pouliot e Girard* (2016b), *Pouliot* (2014), *Zlatanova et al* (2008).

Du e Zlatanova (2011) apresentaram uma abordagem sobre a organização e visualização 3D de infraestrutura subterrânea, e todos os experimentos mostraram claramente que o uso das tubulações em 3D é muito mais atraente em comparação a visualização em 2D, quando se relaciona a superfície subterrânea com os elementos expostos acima da superfície (edifícios, estradas, etc).

3. REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DE REDES DE INFRAESTRUTURA SUBTERRÂNEA

As empresas de serviços públicos são de propriedade privada ou pública e, portanto, mantidas por várias empresas, investidores ou organizações responsáveis pela garantia de fornecimento público de energia, eletricidade, gás natural, água e esgoto.

Becker et al. (2011) afirmam que a interrupção de uma infraestrutura pode influenciar os outros através de uma série de efeitos em cascata.

A representação cartográfica das redes de infraestrutura é apresentada de diversas formas. Pesquisas sobre redes de infraestrutura existentes em Berlim revelaram que cada empresa usa sua própria representação cartográfica para a documentação construída, manutenção e reparo (BECKER e KÖNIG 2015).

O intercâmbio de informações e a reutilização de dados de infraestrutura são cruciais para muitas organizações de utilidade pública. Becker e König (2015) fizeram uma abordagem conceitual sobre como simplificar, agregar e visualizar múltiplas redes de serviços públicos e seus componentes, para atender aos requisitos no processo de tomada de decisão em situações de emergência no ambiente urbano.

A representação cartográfica usa cores, geometria, formas e símbolos para transformar o objeto do mundo real em mapa. O conteúdo do mapa muda radicalmente quando a escala está diminuindo e a interpretação da situação torna-se difícil ou mesmo impossível. Em testes preliminares, Semm et al.(2011) verificaram que a escala (mínima) adequada para a representação de redes de infraestrutura é 1: 2000.

De acordo com Fairbairn et al. (2001, apud Becker e König, 2015), a representação cartográfica tem que considerar os seguintes aspectos:

- Que tipo de dados deve ser representado;
- A forma de representação (mapa analógico, digital, etc.);
- Objetivo e grupo-alvo de representação;
- Tecnologia utilizada.

Outro aspecto considerado no estudo é a generalização espacial e semântica, devido à ocorrência de linhas lado a lado ou sobrepostas, que impõe uma diferenciação adequada e uma mudança parcial da representação geométrica em termos de deslocamento generalizado.

Para obter uma representação de rede ótima, são propostas várias etapas:

- simplificação direcional;
- agregação de linhas;
- agregação de símbolos.

É importante ressaltar o posicionamento do símbolo, como pode ser visto na figura 1. A

sobreposição de símbolos ocorre em muitos casos, o que dificulta a interpretação.

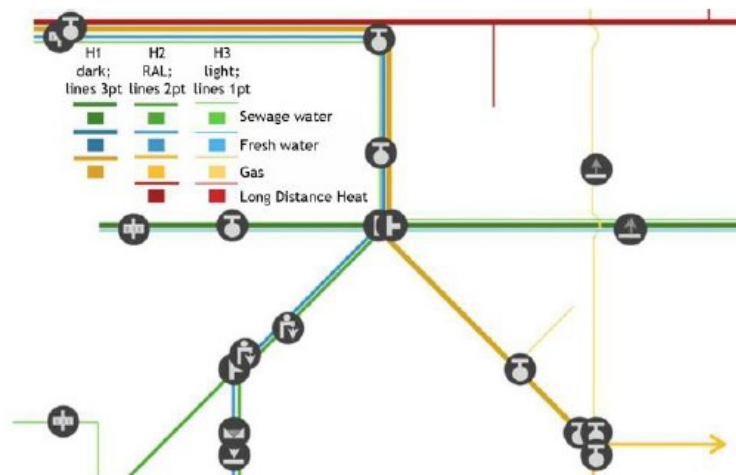


Fig.1 – Representação da infraestrutura seguindo o conceito de mapa de metrô e a simbolização proposta.
Fonte: Becker e König, 2015.

As dificuldades causadas pela violação de distâncias e dimensões cartográficas mínimas foram resolvidas pela generalização semântica e geométrica. As variações de informação são reduzidas para garantir a legibilidade e a percepção. Isso levou a um desenho de mapa que coloca o foco nas informações essenciais relacionadas à rede, simplificando, agregando e classificando componentes de rede, preservando o máximo de informações possível.

A representação de redes subterrâneas tem suas especificidades. Para entender como abordar esse caso, Silva (2016) analisou a composição do cadastro de rede de infraestrutura de uma empresa de saneamento no Brasil, identificando as seguintes situações:

- Falta de conexão direta entre os bancos de dados;
- Representação cartográfica dos elementos da rede apresentadas de forma bidimensional, através de pontos, linhas e simbologias;
- Localização geográfica não identifica a posição real no terreno;
- Mapeamento da rede desatualizado, ou inexistente;
- Cadastro da rede em processo de atualização.

4. VISUALIZAÇÃO 3D DE REDE SUBTERRÂNEA

Zlatanova et al (2011) verificaram a situação cadastral das redes de infraestrutura nos Países Baixos e Turquia e fizeram uma breve análise, comparando com casos da China, Eslovênia e Suécia. Observaram que todos os países consideram a gestão e visualização 3D como uma questão muito importante, entretanto a disponibilidade de materiais em 3D é a principal desvantagem. No estudo, os autores propuseram a implementação da rede em 3D, sendo desenvolvidos modelos para o Oracle Spatial 11, BentleyMap e ArcGIS.

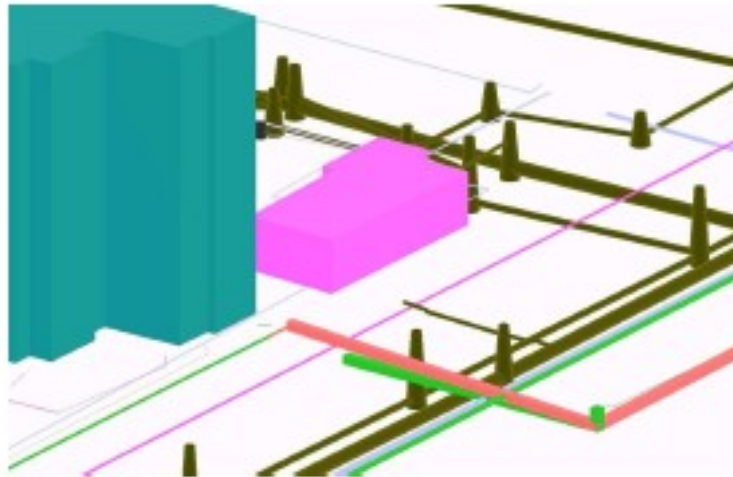


Fig.2 – Visualização 3D de tubulação em ambiente urbano (BentleyMap).
Fonte: Zlatanova et al, 2011.

A visualização 3D de redes de infraestrutura é uma tendência para o desenvolvimento de sistemas de informação e pode contribuir para expressar claramente a posição e relação espacial de todas as tubulações.

Pouliot *et al* (2015) investigaram as redes de comunicação na província de Quebec, no Canadá, e a representação espacial de objetos legais subterrâneos. O plano cadastral de Quebec é um mapa 2D com os limites e o tamanho do lote (a parcela), onde cada parcela tem seu próprio identificador único e medidas oficiais (comprimento, perímetro e área), como mostra a figura 3.

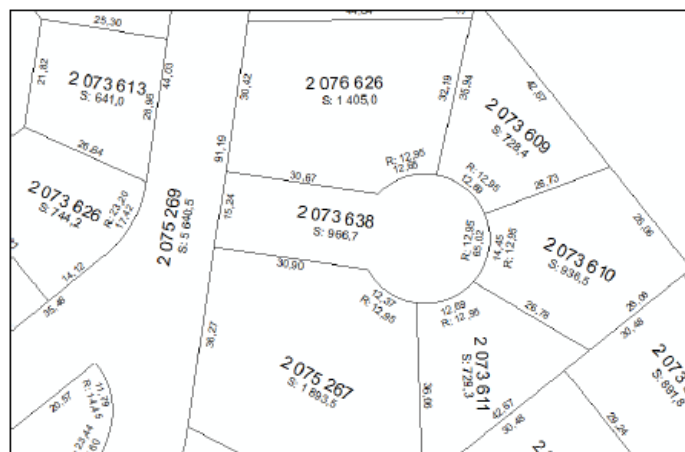


Fig.3 – Exemplo do plano cadastral 2D de Quebec.
Fonte: Pouliot *et al*, 2015

Os autores propuseram uma representação espacial aos usuários, os quais selecionaram para a investigação preliminar um mapa 2D com as coordenadas absolutas X, Y da extensão máxima geométrica linear da rede, incluindo um identificador único, o diâmetro do cabo de comunicação, com dados contextuais que mostram parcelas e limites administrativos, o nome da rua e uma ortofoto como plano de fundo. A Figura 4 mostra uma visão geral da solução

selecionada.

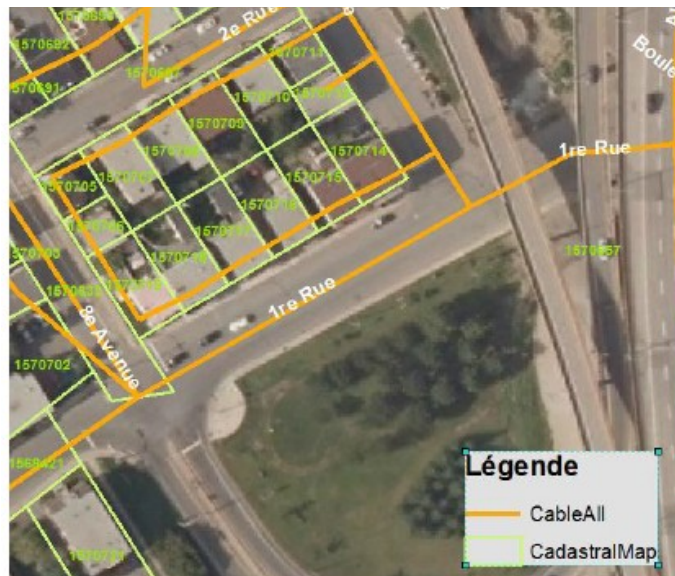


Fig.4 – A representação espacial selecionados pelos usuários finais.
Fonte Pouliot et al, 2015.

Esse projeto pode ser visto como uma primeira tentativa de quantificar os requisitos dos usuários para a representação espacial de objetos legais subterrâneos.

4.1 Visualização 3D da rede subterrânea da COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento

Silva (2017) propôs, em seu estudo sobre a modelagem de um cadastro de redes de infraestrutura baseada nas diretrizes LADM, um teste para a visualização 3D da mesma. O processo de criação em 3D utilizou o ArcScene 10.1, onde foi possível utilizar localização 2D e elementos reais da rede de abastecimento de água da COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento, tendo como área de teste o recorte de uma quadra no distrito 52, na localidade de Cabanga, em Recife-PE (Figura 5).

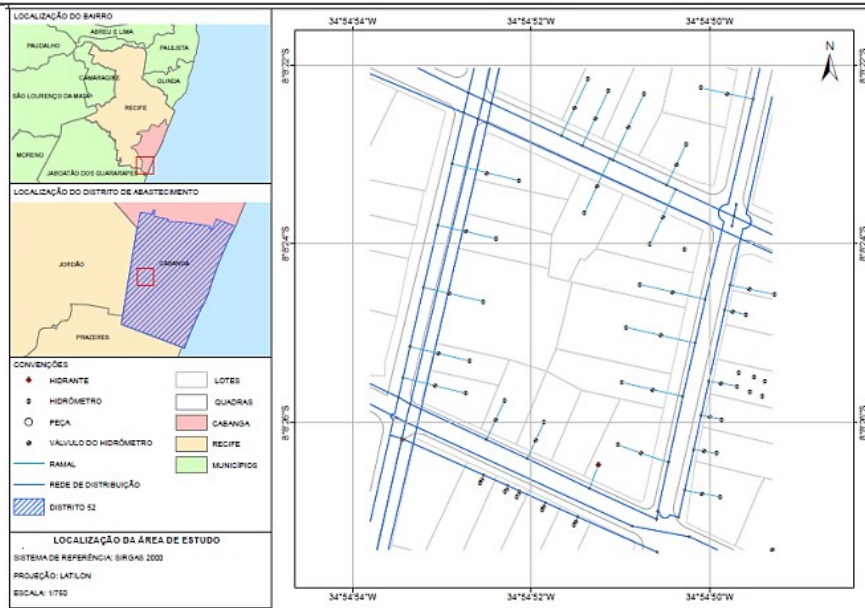


Figura 5: Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Silva (2017)

Os dados da rede foram cedidos pela COMPESA, e a confecção do mapa 2D segue os padrões de representação adotados pela mesma. O mapa foi gerado no software *ArcGIS 10.1 for desktop - ArcScene*.

De posse das informações da rede, foi viável sua estruturação em 3D, atribuindo valores de profundidade da rede e suas conexões.

Para uma melhor representação da estrutura da rede, também foram atribuídos valores de altura para os lotes, no intuito de tornar a visualização mais próxima a realidade.

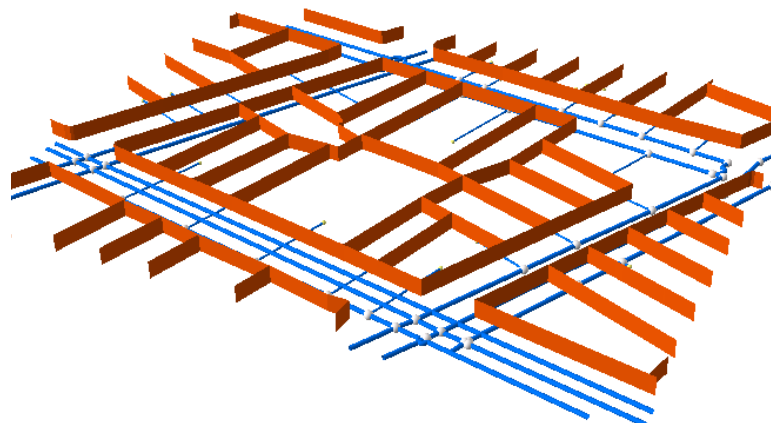


Figura 6: Visualização da rede em 3D.

Fonte: Silva (2017)

Os elementos em azul indicam as tubulações que conduzem a água (rede de abastecimento); as esferas brancas representam os elementos da rede (tê, cap, curva, etc); os retângulos laranja simulam a verticalização dos lotes.

Os elementos da rede (nós, caps, bombas, válvulas, etc) precisam estar conectados com a rede, assim como no processo bidimensional. Para isso foi necessário testar a vinculação dos elementos junto à rede de abastecimento, e verificar se não houve nenhuma falha na conexão. Ao atribuir a terceira dimensão, foram utilizados dados fictícios, os quais foram adotados pela COMPESA seguindo o padrão determinado pela NBR 12.266/92, que determina a profundidade de assentamento das tubulações

6. CONCLUSÕES

A visualização da rede em 3D é uma necessidade real, visto que a mesma, na prática, possui coordenadas X, Y e Z. A profundidade da rede é simulada em praticamente 70% dentro do estudo de caso analisado nesse projeto (informação cedida pela empresa). A falta de interoperabilidade entre os dados é um fator importante nesse contexto, pois o setor de manutenção, que tem acesso direto a medida real da profundidade da rede física, não compartilha as informações em um link direto com o banco de dados que gerencia a rede.

A metodologia utilizada torna-se viável e aplicável aos diversos setores de redes de infraestrutura devido à grande adequação dos bancos de dados das concessionárias aos sistemas de informações geográficas - SIG. Desenvolver o sistema da empresa em SIG e poder associar a visualização da rede à realidade tridimensional é um grande avanço para o funcionamento adequado da cartografia e cadastro como um todo.

O software utilizado apresenta bons resultados quanto a transição da visualização da rede de 2D para 3D, apresentando facilidade nas conexões e análises topológicas.

Todas as pesquisas analisadas apresentam as dificuldades quanto à obtenção de informações de cartografia e cadastro de redes subterrâneas, o que requer um esforço maior por parte dos órgãos e instituições interessados na localização, manutenção, identificação e atualização desses dados, para os diversos fins.

O Brasil apresenta uma cobertura insuficiente de produtos cartográficos em grande escala, que são necessários para os cadastros de redes de infraestrutura. A estruturação de uma base de dados sólida para cada tema que compõe o cadastro é o primeiro passo para a compilação e interoperabilidade dos dados. Com essa consolidação, pode-se avançar para um novo patamar: a tridimensionalidade.

Nesse aspecto, pesquisas direcionadas a minimizar essas deficiências são sempre propostas esperançosas para as entidades que lidam diretamente com essa problemática.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.266** - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.

BECKER, T., NAGEL, C., KOLBE, T. H., 2011. Integrated 3D Modeling of Multi-utility Networks and Their Interdependencies for Critical Infrastructure Analysis, In: **Advances in 3D Geo-Information Sciences**. Kolbe, T. H., König, G., Nagel, C. (eds), Springer Berlin, pp. 1-20.

BECKER, T.; KÖNIG, G. (2015). Generalized Cartographic And Simultaneous Representation Of Utility Networks For Decision-Support Systems And Crisis Management In Urban Environments. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**,

Volume II-2/W2, 2015 Joint International Geoinformation Conference 2015, 28–30 October 2015, Kuala Lumpur, Malaysia

BALOGUN, A. L.; MATORI, A.N.; LAWAL, D. U. **Geovisualization of Sub-surface Pipelines: A 3D Approach**. Published by Canadian Center of Science and Education. <www.ccsenet.org/mas> Modern Applied Science. Vol. 5, Nº. 4. August 2011.

CHONG, S.C., 2006, **Registration of Wayleave (cable and pipeline) into the Dutch cadastre**, Case study report, available at <http://www.gdmc.nl/publications>, 56 p.

COSTA, T. S. P. **Uma Proposta de Modelagem de Cadastro 3D De Edifícios com Base na ISO 19.152 (LADM)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2016.

DÖNER, F., BIYIK, C. **Conformity of LADM for Modeling 3D/4D Cadastre Situations in Turkey**. 5th Land Administration Domain Model Workshop. 24-25 September 2013, Kuala Lumpur, Malaysia.

DU, Y.; ZLATANOVA, S. 2011. **An approach for 3D visualization of pipelines**. Delft University of Technology, Delft, The Netherlands. <<http://www.gdmc.nl/3dcadastres/literature/>>

EMGARD, L. AND ZLATANOVA, S., 2008, Implementation alternatives for an integrated 3D information model, in: **Advances in 3D Geoinformation Systems**, LNGC, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 313-329

FAIRBAIRN, D., ANDRIENKO, G., ANDRIENKO, N., BUZIEK, G., DYKES, J., 2001. Representation and its Relationship with Cartographic Visualization. **Cartography and Geographic Information Science**, 28 (1), pp. 13-28

FELUS, Y. BARZANI, S. CAINE, A. BLUMKINE, N. and VAN OOSTEROM, P. **Steps Towards 3D Cadastre and ISO 19152 (LADM) in Israel**. 4th International Workshop on 3D Cadastres. 9-11 November 2014, Dubai, United Arab Emirates.

GUERRERO, J.; ZLATANOVA, S.; MEIJERS, M. **3D Visualisation of Underground Pipelines: Best Strategy for 3D Scene Creation**. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-2/W1, ISPRS 8th 3DGeoInfo Conference & WG II/2 Workshop, 27 – 29 Istanbul – Turkey, November 2013.

HASHIM, M.; WEI, J. S.; AND MARGHANY, M. **Subsurface Utility Mapping for Underground Cadastral Infrastructure**. 31st Asian Conference on Remote Sensing 2010 (ACRS 2010). 1-5 November 2010, Hanoi, Vietnam. Volume 2, 2010, pages 1200-1206.

HEI, J., LI, L., AND DENG, M., 2002, The design, of urban underground pipe line GIS, based on UML flexibility software developing model. **ISPRS, Vol. XXXIV, PART2, Com II**, Xi'an, Aug.20-23, China, pp. 169-170

ISO/FDIS/TC211 (2012). **ISO/TC 211 Geographic Information – Land Administration Domain Model (LADM)**. ISO/FDIS 19152 (Final Draft International Standard).

PENNINGA, F., AND VAN OOSTEROM, P., 2006, Kabel en leidingnetwerken in de kadastrale registratie, **GISr rapport No 42**, available at <http://www.gdmc.nl/publications>, 36 p. (in Dutch)

POULIOT, J.; CUISSART, R.; BORDIN, P. Cadastral mapping for underground networks: A preliminary analysis of user needs. **27th International Cartographic Conference**. 16th General Assembly. Maps Connecting the World. August 23-28, 2015. Rio de Janeiro, Brazil.

POULIOT, J. and GIRARD, P. **3D Cadastre: With or Without Subsurface Utility Network?** 5th International FIG 3D Cadastre Workshop. Athens – Greece, 18-20 October 2016a.

POULIOT, J. and GIRARD P.; **Subsurface Utility Network Registration and the Publication of Real Rights: Pending for a Full 3D Cadastre**. FIG Working Week - Recovery from Disaster Christchurch, New Zealand, May 2–6, 2016b.

SILVA, W. O.; CARNEIRO, A. F. T. (2016) Os desafios para Os Desafios Para o Aperfeiçoamento de um Cadastro de Redes de Infraestrutura Subterrânea. **COBRAC**, Santa Catarina -2016. Anais do COBRAC 2016 – Florianópolis.

SILVA, W. O. **Proposta de Um Modelo de Cadastro de Redes de Abastecimento d'água, de Acordo com a ISO/FDIS 19.152**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2017.

SEMM, S., BECKER, T., KOLBE, T. H. (2012). Simultaneous Visualization Of Different Utility Networks For Disaster Management. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Volume I**, 159-164.

TEGTMEIER, W., HACK, W., ZLATANOVA, S., AND VAN OOSTEROM, P., The problem of uncertainty integration and geo-information harmonization In: V. Coors, M. Rumor, E. Fendel and S. Zlatanova (Eds.); Urban and regional data management: UDMS annual 2007, Taylor & Francis, 2008, pp. 171-184

THOMPSON, R.; VAN OOSTEROM, P.; SOON, K.; AND PRIEBBENOW, R. **A Conceptual Model Supporting a Range of 3D Parcel Representations Through all Stages: Data Capture, Transfer and Storage**. FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch, New Zealand, May 2–6, 2016.

VAN OOSTEROM, P. **Survey of Israel Three-Dimensional Cadastre and the ISO 19152 - The Land Administration Domain Model**. Report 2 (updated version). Delft University of Technology, 20 September 2014.

ZLATANOVA, S.; BITENC, M.; DAHLBERG, K., DONER, F.; VAN GOOR, B.; LIN, K.; YIN, Y.; YUAN, X. **Utility registration - Slovenia, China, Sweden and Turkey**. Section GIS technology. Research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies. Delft University of Technology, 2008.

ZLATANOVA, S. DONER, F. AND VAN OOSTEROM, P. (2011). **Management And Visualisation of Utility Networks For Local Authorities: A 3D Approach**. Gumushane University, Department of Geodesy and Photogrammetry 29000 Gumushane, Turkey

ZULKIFLI, N. A.; ABDUL RAHMAN, A.; HASSAN, M. I.; and TAN L. C. **Conceptual Modelling of 3D Cadastre and LADM**. WCS-CE - The World Cadastre Summit, Congress & Exhibition



13º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial
11º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países do Mercosul
8º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países da América Latina

Florianópolis/SC - 21 a 24 / OUT / 2018

Realização:



Istanbul, Turkey, 20 –25 April 2015.