

POTENCIAL INTEGRAÇÃO ENTRE AS BASES DE DADOS DA CASAN E CELESC UTILIZANDO BIM, FACE AO CADASTRO 3D, CIM, INDE E POLÍTICAS DE TRANSPARÊNCIA

Potential integration between CASAN and CELESC databases using BIM, supported by 3D cadastre, CIM, INDE and transparency policies theories

André Fabiano Meller Mastella

Bárbara Ferreira

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial – PPGTG
Centro Tecnológico da UFSC – Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
Rua Delfino Conti, s/n - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900
a.f.m.mastella@posgrad.ufsc.br
arabrab.geo@gmail.com

Francisco Henrique de Oliveira

Universidade do Estado de Santa Catarina

Centro de Ciências Humanas e da Educação – FAED
Av. Me. Benvenuta, 2007 - Itacorubi, Florianópolis - SC, 88036-500
chico.udesc@gmail.com

Resumo:

O artigo descreve a Modelagem dos Dados da Construção (BIM) e analisa a base de dados das concessionárias de serviços públicos, Casan e Celesc, separadamente, num sistema BIM, em conjunto, às teorias e práticas do cadastro 3D, Modelagem dos Dados da Cidade (CIM), Smart Cities e à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Foram feitas visitas *in loco* e análise de suas bases de dados. Resultados indicaram que a concessionária Casan possui cadastro 2D, poucas informações representando a profundidade gráfica e volumetria da rede de água e esgoto ao cadastro 3D, poucos objetos parametrizados à modelagem BIM, banco de dados não estruturado ao CIM, e um pequeno fragmento de automatização à Smart Cities. De fato, não possui um SIG, somente dados CAD, com possibilidade de implantação de um SIG integrado à INDE. A concessionária de energia Celesc possui cadastro 2D, poucas informações sobre a altura de postes, pouco ou nenhum dado referente ao cadastro 3D, nenhuma gestão de dado à CIM, alguns projetos pilotos de Smart Cities em cidades pequenas do Estado de SC, e um SIG Web particular, com potencial de aprimoramento e integração à INDE. Conclui-se que as concessionárias têm condições e demandam por uma modelagem 3D BIM, mas precisam de reformas estruturais profundas na interoperabilidade dos seus projetos, aprimorar a parametrização dos objetos, ampliar e sistematizar os metadados, de acordo com as normas da CONCAR, visando a integração à INDE, mesmo não sendo obrigatória a sua atuação a partir dessa visão de gestão de dados geoespaciais.

Palavras chave: BIM; Cadastro 3D e CIM; Smart Cities; Concessionárias; INDE.

Abstract:

The article describes the Building Information Modeling (BIM) and analyzes the database of public service concessionaires, Casan and Celesc, together, with theories and practices of the 3D cadastre, City Information Modeling (CIM), Smart Cities and the National Spatial Data Infrastructure (INDE). On-site visits analysis of their databases were made. Results indicated that the Casan concessionaire has a 2D cadastre, few information representing the graphical depth and volumetry of the water and sewage network to the 3D cadastre, few objects parameterized to BIM modeling, unstructured database to the CIM, and a small piece of automation to Smart Cities. In fact, does not have a GIS, only CAD data, with the possibility of implementing an integrated GIS to INDE. The energy concessionaire Celesc has a 2D cadastre, few information about the height of poles, little or no data referring to the 3D cadastre, no management of data to the CIM, some Smart Cities pilot projects in small cities in the State of SC, and a private Web GIS, with potential for improvement and integration with INDE. It is concluded that the concessionaires have the conditions and demand for 3D BIM modeling, but they need a deep structural reform in the interoperability of their projects, improve the parameterization of objects, and extend and systematize the metadata, according to CONCAR standards, aiming the integration to the INDE, although it is not mandatory to operate from this view of geospatial data management.

Keywords: BIM; 3D Cadastre and CIM; Smart Cities; Concessionaires; INDE.

1. INTRODUÇÃO

A Modelagem dos Dados da Construção (BIM) está associada à componentes e processos para produzir, comunicar e analisar modelos/projetos de construção (EASTMAN et al., 2008). Segundo Eastman et al. (2008), BIM é uma simulação inteligente de arquitetura, engenharia e construção (AEC). Underwood e Isikdag (2010) elencam BIM como um modelo de informação sobre uma construção que compreende informação completa e suficiente para suportar todo o processo de ciclo de vida sobre a construção em si, seus componentes e suas propriedades, aumentando a segurança estratégica e operacional das tomadas de decisão em uma obra (TRINDADE et al., 2016).

Sua modelagem deve ser digital, espacial (3D), mensurável (quantificável, dimensionável e questionável), compreensível (encapsulando e comunicando a intenção do projeto, a performance da construção, constructibilidade, e incluir aspectos sequenciais e financeiros dos meios e métodos), acessível (interface intuitiva e interoperável) e durável (usável através de todas as fases da instalação) (EASTMAN et al., 2008).

O BIM pode usar o princípio do Modelo Central (Figura 1) para reduzir o número de interfaces, criando um nó central (*core model*), onde múltiplos usuários podem trabalhar a partir do mesmo projeto, consonante à troca de informações pela Arquitetura de Serviço Orientado (SOA), através da internet, e do modelo de Objeto Orientado (objetos com propriedades como classe, com informações de objetos ou grupos).

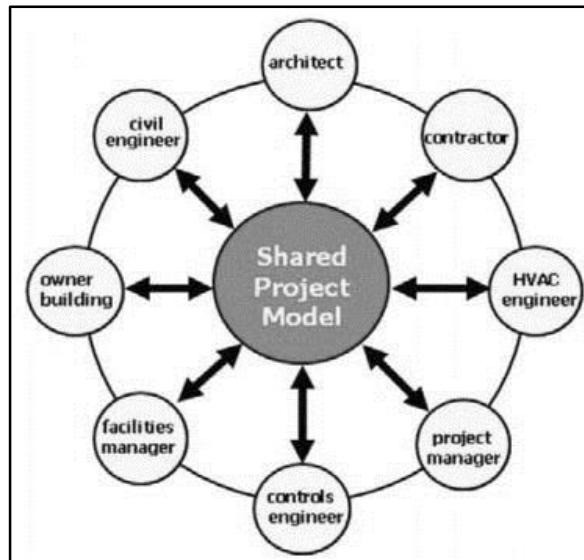


Figura 1 – Princípio do Modelo Central, ou Federado, onde os vários agentes (*architect*, *civil engineer*, *contractor*, *owner building*) compartilham e trabalham no mesmo projeto (*shared project modal*).
Fonte: Underwood e Isikdag (2010, p. 08).

A partir do formato de Classes Industriais de Fundação (IFC) (*Industry Foundation Classes*), pode-se trocar ou compartilhar informações de uma construção. Através dele, dispensa-se abrir arquivos nos *softwares* nativos para cada parceiro de projeto, sendo neutro e independente.

Já o formato OMNICLASS auxilia o ciclo de vida de uma construção, como uma plataforma para organizar, classificar e recuperar as informações em aplicativos baseados em bancos de dados relacionais (cf. MANZIONE, 2013, p. 73). Há, também, a classificação UNIFORMAT, com foco na organização da informação padronizada, compreendendo o nível 1 (maiores grupos da construção), nível 2 (maiores grupos em grupos menores) e nível 3 (nível individual de cada elemento) (CADERNO BIM, 2015; VOLK, STENDEL e SCHULTMANN, 2014).

Conforme Volk, Stengel e Schultmann (2014), quanto mais uma obra avança, maior é o nível de troca de informações de construção (COBie), definindo o nível de desenvolvimento (LoD). O LoD BIM dá-se em Nível de Desenvolvimento (ND) 0 (zero) ao 5 (cinco) (ver CADERNO BIM, 2015, p. 24)

Para a implantação do BIM no Brasil, é necessário um sistema de classificação das informações da construção de acordo com a norma técnica BIM Brasileira, a NBR 15.965, que lida com a padronização e hierarquização da nomenclatura da informação, como forma, função, elementos e componentes (CASTELANI e SANTOS, 2016). Em 2018, foi instituído o Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CE-BIM), para propor, no âmbito do Governo Federal, a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, prevendo atingir seus objetivos em 2028 (BRASIL, 2018).

As fraquezas em relação ao uso da ferramenta no Brasil encontram-se particularmente na falta de integração entre os órgãos públicos, incerteza quanto à autossustentabilidade

econômica e institucional da plataforma BIM, a falta de incentivo do mercado e pouca biblioteca de objetos BIM disponível no mercado brasileiro (CE-BIM, 2018).

1.1. BIM e Cadastro 3D

No cadastro 3D, a propriedade 3D não é registrada em um cadastro separado, mas as informações 3D adicionais são registradas sobre a propriedade no registro de imóveis e na planta territorial cadastral 2D. Especifica-se, assim, a propriedade 3D, as coordenadas x, y, e uma breve descrição da altura, em metros, em relação ao desenho da construção (cf. EL-MAKEWY, PAASCH e PAULSSON, 2014; OLDFIELD et al., 2017; AIEN, 2012).

Para Carneiro, Erba e Augusto (2012), este é o modelo mais simples e adequado para aplicar no Brasil (Cadastro 2D com informações 3D associadas), não exigindo alterações significativas na estrutura legal e administrativa, podendo ser melhor representados no conceito de cadastro territorial mundial de Direitos, Restrições e Responsabilidades (RRR) da propriedade (AIEN, 2012).

BIM e cadastro 3D ajudam na resolução imediata de limites conflitantes, através da volumetria, a partir do padrão interoperável IFC, onde o BIM lida com a construção e decomposição dos elementos físicos (objetos, espaços), enquanto o cadastro ajuda na manutenção destas parcelas em 3D, podendo ser importado à projetos BIM iniciais.

Da extração de dados do BIM para uso no cadastro 3D, tenta-se mapear as informações IFC para o Modelo de Domínio de Administração da Terra (LADM) (*Land Administration Domain Model*), responsável pelos espaços legais (OLDFIELD et al., 2017), embora haja muitos desafios para a passagem de Cadastro 2D para 3D e interoperabilidade entre BIM e Cadastro 3D (KIM et al., 2015; EL-MEKAWY, PAASCH E PAULSSON, 2014).

1.2. Modelagem dos Dados da Cidade (CIM)

A Modelagem dos Dados da Cidade (CIM) (*City Information Modeling*) lida com a geração de modelos de dados espaciais em que a integração, aplicação e visualização dos dados da cidade, seja utilizada para gerenciar e mediar a demanda por terras, propriedades e recursos naturais, equilibrando as necessidades das diversas partes interessadas, a fim de alcançar cidades sustentáveis e habitáveis (DUARTE et al., 2012; GIL, ALMEIDA e DUARTE, 2011).

Para Xu et al. (2014), a obtenção das informações internas dos modelos BIM, bem como as informações externas dos modelos SIG, podem ser combinadas por meio de diferentes técnicas (laser 3D, fotogrametria) (Figura 2).

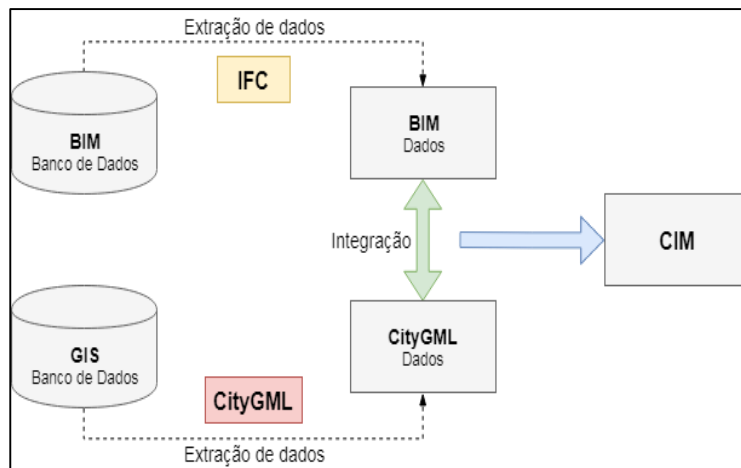


Figura 2 – Extração de dados (BIM, GIS, IFC, CityGML) para construção do CIM.

Fonte: Adaptado de Wang X. et al., 2014.

Assim, o BIM e o SIG são apontados como meios para construir modelos de cidades 3D, entretanto a maior parte dos modelos desenvolvidos foram de modelos geométricos, enquanto que o número de modelos semânticos é relativamente baixo. O modelo semântico utiliza definições de classe para representar os objetos espaciais dentro do modelo 3D, modela as entidades e suas características não-espaciais, e relações entre entidades (STADLER e KOLBE, 2007). Entre os modelos semânticos existentes e mais proeminentes estão o IFC (*Industry Foundation Classes*) e o CityGML (*City Geography Markup Language*) (ISIKDAG e ZLATANOVA, 2009). Enquanto o CityGML é aplicado em áreas urbanas e regionais, o IFC é aplicado para dados de unidades construtivas, em escala geográfica muito maior (AMORIM, 2016; KOLBE, 2005).

1.3. Transparência dos dados e Infraestrutura Nacional dos Dados Espaciais (INDE)

A INDE (Decreto 6.666/2008) se caracteriza como sendo o conjunto integrado de tecnologias, políticas, mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento, padrões e acordos necessário 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.

Ela busca integrar todos os dados geoespaciais existentes de diversas instituições do governo brasileiro, harmonizando-os e proporcionando sua disseminação e uso (BRASIL, 2008; INDE, 2018).

A disponibilização de dados e metadados através de serviços na internet, denominados Geo Serviços Web, é viabilizada pela utilização de protocolos internacionais. O acesso aos dados se dá pelo portal SIG Brasil (INDE, 2018).

Conforme a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) e normas ISOs, os metadados obrigatórios para integração dos dados são “título” (obrigatório), “extensão geográfica” (obrigatório), “tipo de representação espacial” (obrigatório), “sistema de referência” (obrigatório), dentre outros (cf. CONCAR, 2009, p. 20).

Os Metadados Geoespaciais do Brasil (MGB) passam a ser de suma importância para o reconhecimento e disseminação do processo de sua obtenção. Eles são documentados na ferramenta *Geonetwork* (servidor de metadados), que auxiliam no processo de ordenamento e recuperação da história sobre o dado. Por outro lado, o *Geoserver* é responsável pela disseminação dos arquivos na WWW, sejam eles vetoriais e/ou matriciais. Desta forma, todo este banco de dados fica armazenado no Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais (DBDG) (INDE, 2018).

1.4 Justificativa e Objetivos

A Modelagem dos Dados da Construção (BIM) vêm mudando a forma de projetar/elaborar a arquitetura das coisas/edificações, a forma como são organizados os projetos, além do conceito de modelagem tridimensional na construção civil.

Infelizmente a grande maioria dos projetos, ainda hoje, é baseado no levantamento de vários dados como planilhas, orçamentos, pesquisa de mercado, croquis, projetos entregues por diferentes concessionárias em CAD 2D, de forma não interoperável.

As concessionárias, de modo geral, possuem uma estrutura de dados que se encontra em constante aprimoramento, mas com um frágil processo de planejamento. De fato, apresentam um fragmento da tecnologia BIM, Cadastro 3D etc., e aos poucos, as bases de dados vão ganhando informações paramétricas e atualizações constantes, mediante ao *input* de novos dados.

Diante desse cenário, e considerando uma correlação direta ao dinamismo bi e tridimensional que ocorre nas cidades, faz-se necessário, frente aos gestores e aos órgãos públicos/privados, reconhecer o potencial do novo paradigma de gestão de dados e avaliar – por exemplo – os produtos geoespaciais que descrevem a cidade e seu dinamismo 2D/3D, segundo o conceito BIM.

Porém, também se torna fundamental à administração pública municipal considerar a integração dos dados geoespaciais entre as instituições parceiras e aos órgãos estaduais/federais, em acordo à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), Cadastros Territoriais Multifinalitários (CTMs), como política de transparência e de apoio à tomada de decisão.

Desta maneira, o estudo apresenta a metodologia da Modelagem dos Dados da Construção (BIM), tomando por referência o “estado da arte” das bases de dados das concessionárias de serviços públicos – Casan (concessionária de água) e Celesc (concessionária de luz) –, as quais seguem um procedimento metodológico que abrange grande parte dos municípios catarinenses. As avaliações apresentam uma perspectiva de integração entre as bases de dados e, conseqüentemente, uma potencial adaptação aos fundamentos teórico práticos, que sustentam o cadastro territorial 3D, CIM, Smart Cities e INDE.

2. MÉTODO

A bibliometria, para se empoderar dos conceitos, foi executada no software “VOSviewer”, considerando o interstício temporal de produção científica entre 2010 a 2018. Baseada nas palavras-chave “Building Information Modeling”, “BIM”, “cadastro 3D e BIM”

e “City Information Modeling”, na base de dados *Web of Science*, obteve-se, em ordem e aparecimento de artigos: BIM (118), Modelagem dos Dados da Construção (43), Informação (dados) (41), Modelagem da Informação (21), Modelo dos Dados da Construção (17), Indústria da Construção (17), IFC (14) e Classe de Fundação da Indústria (10).

Na base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), foram encontrados 22 artigos referentes à BIM, 12 para Modelagem dos Dados da Construção, 09 para Modelagem e 05 para Informação (dados) da Construção. Não foram encontrados resultados para “BIM e cadastro 3D”, e “City Information Modeling”.

Na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), foram encontrados, em número de artigos: BIM (624), Modelagem da Informação da Construção (344), Modelagem da Informação (278), IFC (57), AEC industry (21) e Padrão BIM (17).

Na Base de dados Elsevier foram encontrados 295 artigos relacionados a BIM, 131 para Modelagem dos Dados da Construção. Quanto à “BIM e cadastro 3D” e “CIM”, houve pouca quantidade de artigos.

Uma pesquisa no Google Trends mostrou que os maiores picos de pesquisa por BIM, nos últimos 5 (cinco) anos, foram em agosto de 2014, agosto de 2015, maio de 2017, e fevereiro de 2018. Os 05 (cinco) países mais interessados nos temas foram Malásia, Alemanha, Áustria, Suíça e Itália. O Brasil ocupou a décima quarta posição, atrás da Suécia.

Já para “CIM”, não houve dados suficientes para serem exibidos. Para o termo BIM e Cadastro 3D, usando a booleana “and”, não foram encontrados resultados.

Para o termo Smart Cities, sua máxima busca, num período de 5 (cinco) anos, foi em agosto de 2015, diminuindo gradativamente. Os 5 (cinco) países maiores produtores de documentação científica nos últimos 5 (cinco) anos foram República da Maurícia, Índia, Singapura, Portugal e Emirados Árabes Unidos. O Brasil ocupa a quadragésima quarta posição, atrás das Filipinas.

Já o termo BIM e Smart Cities, usando a booleana “and”, não encontrou dados de pesquisa suficientes para ser exibido. Por fim, os termos BIM, ligados à Gestão Territorial, pela booleana “and”, não encontraram resultados.

Com relação a parte prática do estudo, a aplicação da metodologia contemplou duas concessionárias, a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan), e as Centrais Elétricas de Santa Catarina (Celesc). Porém, a metodologia pode ser estendida à outras concessionárias.

A consolidação do método ocorreu por meio de uma visita *in loco* às duas concessionárias supracitadas, onde foi possível contemplar como funciona as estruturas e, conseqüentemente, a política de gestão e atualização das bases de dados.

A concessionária Casan disponibilizou 5 (cinco) imagens (.jpg) da sua base de dados privada, onde foi possível contemplar, numa análise visual e exploratória, em conformidade ao referencial teórico, a ferramenta de trabalho CasanCAD. Quanto aos projetos da rede de esgoto, as tabelas de atributos das redes, a rede de água em planta-baixa, as estruturas pré-moldadas, em alvenaria e estruturas mistas, encontram-se em meio digital – mas ainda num estágio primário de gestão e nível de estruturação dos dados (modelagem).

A concessionária Celesc disponibilizou 03 (três) imagens (.jpg) de sua base de dados privada, mostrando como opera o SIG Genesis, como são feitas as demandas por materiais, como as empresas contratadas devem comportar-se em relação aos projetos desenvolvidos,

além de elencar como está acontecendo a integração dos dados, em acordo com as premissas teóricas do cadastro 3D, Smart Cities e INDE.

De acordo com as prerrogativas do método BIM, foram analisados as bases de dados da Celesc e da Casan em relação à informações paramétricas dos objetos, na tentativa de modelagem 3D, os tipos de arquivos (.dwg, .IFC, .rvt, dentre outros) e softwares (ArchiCAD, Revit Architecture, Bentley Architecture) que possibilitassem utilizar o princípio do módulo central (Figura 1), gerando interoperabilidade. Foi observado, *in loco* (entrevista técnica) e nas imagens, se havia base OMNICLASS para todo o ciclo de vida das construções, ou organizadores, como UNIFORMAT, servindo para hierarquizar a informação, e o Nível de Desenvolvimento (LoD) BIM (seção 1).

Para análise do cadastro 3D, foi analisado, a partir das imagens e visita técnica, se a cartografia continha informações relacionadas à volumetria, altura dos objetos (postes, tanques) em relação ao solo, objetos abaixo da superfície (linhas tracejadas evidenciando tubulações subterrâneas, informações adicionais 3D na planta cadastral 2D dos imóveis) e, por fim, superposição de domínios legal/geométricos em planos temáticos “construtivos” distintos.

Em relação à CIM, foi inferido se as concessionárias possuíam o cadastro 3D, uso da modelagem BIM, e BIM e SIG interligados.

No tocante à Smart Cities, foram observados, durante a visita técnica, se as concessionárias possuíam algum tipo de automação, como gerenciamento de água, cortes de distribuição automáticos, sensores, monitoramento em tempo real das estruturas/passivos, dentre outros.

Quanto à integração dos dados, foi confeccionado um quadro comparativo das concessionárias (Casan e Celesc), em relação a “cadastro 2D”, cadastro “3D”, “BIM”, “CIM”, “Smart Cities” e “INDE” (Figura 11). A partir deste comparativo, foi possível avaliar com maior propriedade a possibilidade de integração entre as bases de dados das concessionárias, e consequentemente a possibilidade de modelagem 3D.

Quanto à transparência de dados e integração à Infraestrutura Nacional de dados Espaciais – INDE, além da Figura 11, foi analisado se os dados das concessionárias possuíam título, metadados, acesso *online*, extensão geográfica, dentre outros, como recomenda a CEMG-CONCAR (2009).

3. RESULTADOS

3.1. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan)

Os dados da concessionária Casan encontram-se no banco de dados BADOP, que é alimentado por todas as agências de Santa Catarina. Ele é preenchido periodicamente, mas nem todos os dados são gerados/atualizados automaticamente. No tocante ao esgotamento, são confeccionados os dados e suas atualizações a partir do *software* AutoCAD Civil, concomitante ao CasanCAD (Figura 3). Nele, têm-se cada tipo de cadastro (água, esgotamento, comercial e topografia), além das ferramentas como tipos de tubulação, dentre outros.



Figura 3 – CasanCAD, responsável pela elaboração das redes de água e esgoto, com biblioteca de formas (tubulações, registros, conexões, PVC etc.).

Fonte: Celesc (2018).

O programa é antigo e não obedece tão bem aos *softwares* atuais, por conta do avanço entre as linguagens computacionais/padrões específicos(as) de dados que dificultam a conversão. O *software* permite parametrizar os objetos, mas com pouca informação (tubulação, poços de visita dimensionados, declividade, cotas de topo), sem aptidão à modelagem 3D. A Figura 4 mostra a questão paramétrica dos objetos dos projetos, elencando, também, informações abaixo da superfície:

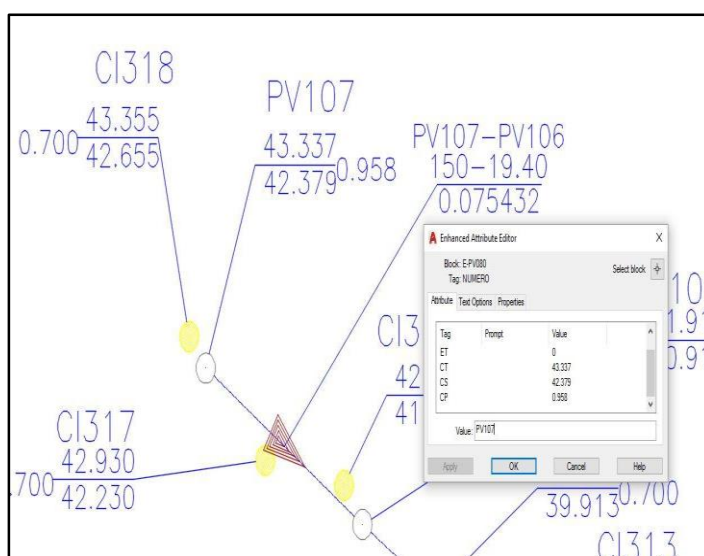


Figura 4 – Projeto da rede de esgoto desenvolvido em CAD, com tabela de atributos elencando as características dos objetos, à direita.

Fonte: Casan (2018).

Quando se quer calcular valores estruturais como volume, por exemplo, a Casan utiliza o *software* Eberick. Este *software* permite a elaboração de projetos estruturais em concreto armado moldado *in loco*, pré-moldado, e estruturas mistas, e possui recursos para agilizar etapas de modelagem. No caso da Casan, ela fica apenas no dimensionamento das peças e a compatibilização das mesmas ao projeto e detalhamento das armaduras, não indo para os recursos de modelagem do projeto 3D, como é possível ver na Figuras 5.

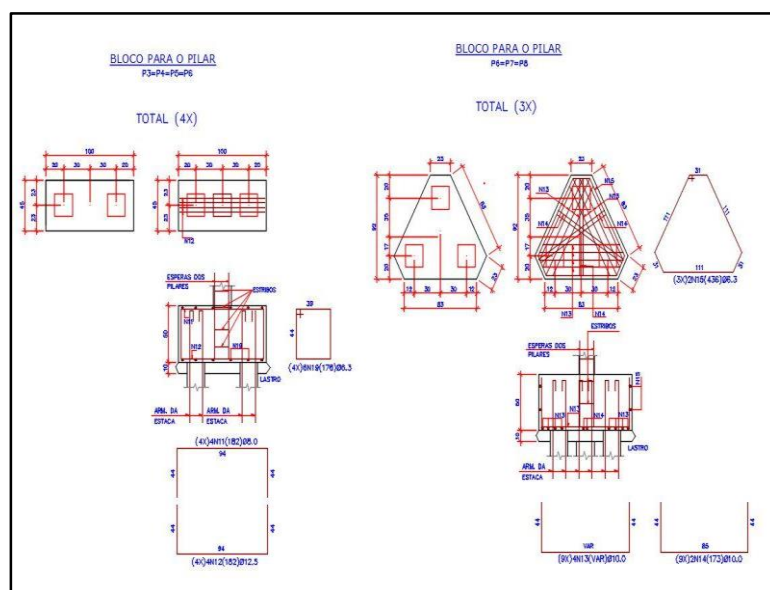


Figura 5 – Projeto estrutural utilizando o *software* Eberick. O *software* possui tridimensionalidade, exportação de arquivos IFC (BIM), mas não são utilizados, ficando apenas em questões como volumetria.

Fonte: Casan (2018).

Outros materiais que não constam na base de dados da Casan ou são partes de projetos novos, são obtidos na biblioteca PAM, do grupo Saint-Gobain, especializada em produtos para a indústria e construção civil, possuindo catálogo de vendas, e um *software* que ajuda nos cálculos de dimensionamento dos tipos de travamentos, perda de carga, etc. A partir dele, o setor financeiro faz as compras necessárias, informando a equipe de engenharia, que trabalha na manipulação e *input* dos novos dados ao projeto.

Em relação à rede de água (Figura 6), ela encontra-se georreferenciada ao antigo sistema oficial geodésico brasileiro – SAD69. Quando não se tem conhecimento da canalização, vai-se à planta digital, coleta-se a coordenada, e à campo, com GPS RTK, executa-se a geolocalização. A rede é dada por linhas que possuem poucos atributos, ficando as informações mais presentes às ocorrências dos entroncamentos.

O cadastro com as edificações ajuda na localização da tubulação. Quando há tubulações antigas (patrimônio), descartadas, e sem localização, as mesmas são amarradas a pontos de controle conhecido, como esquinas, meio fios, etc., como pode ser visto na Figura 6.

3.2. Centrais Elétricas de Santa Catarina (Celesc)

Quanto à integração da base de dados, a Celesc possui um SIG, chamado Genesis. O sistema SIG é integrado ao sistema de gerenciamento da empresa, que gerencia desde o RH, comercial e finanças, para o cadastro de ativos. O preenchimento destes atributos, ou se dá em gabinete, ou à campo, na coleta de dados, através da plataforma Trimble (Figura 8), que possui uma biblioteca de símbolos/descriptores, e que precisa ser preenchida para efetuar a coleta. Após, os dados são carregados no SIG Genesis.

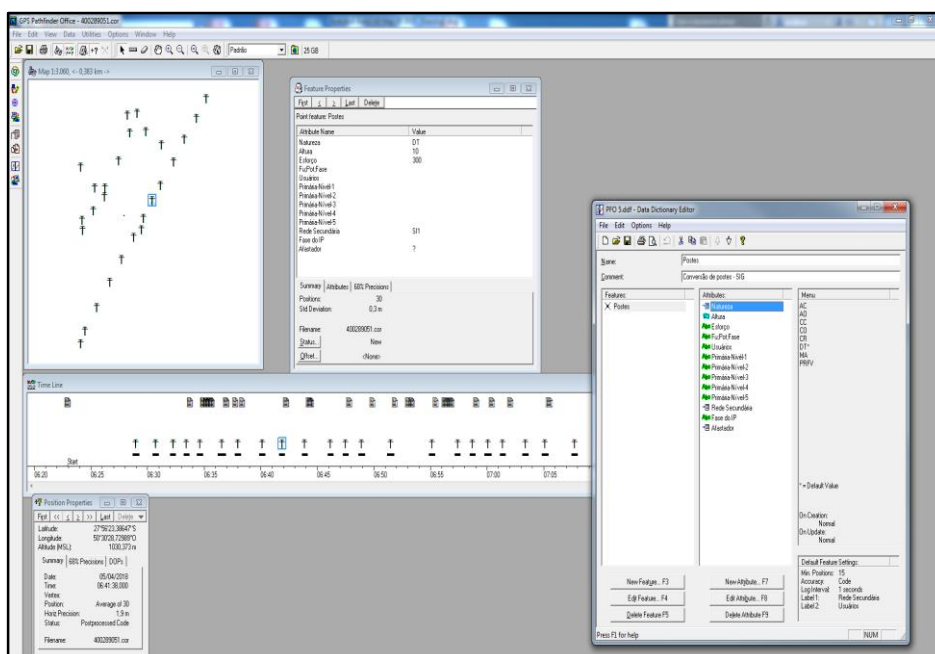


Figura 8 – Interface do programa GPS Pathfinder, que possui uma biblioteca (dicionário), ajudando na simbologia (esquerda) quanto à coleta dos dados em campo. No centro, e à direita, têm-se os atributos dos objetos que estão sendo coletados.

Fonte: Celesc (2018).

A partir da primeira etapa vencida, os atributos são espacializados no SIG e passíveis de serem integrados e repassados aos demais setores da concessionária, no tocante aos atributos da unidade consumidora, como localização, nível de tensão e fases de conexão.

O SIG é integrado a um sistema próprio da concessionária, referente às unidades consumidoras que estão desligadas no momento, motivo, quanto tempo permaneceu desligada, etc.

Há outros setores na concessionária que usam a base de dados do SIG para demais tarefas, tais como planejamento, manutenção, dentre outros. Quanto à manipulação da estrutura do banco de dados e afins, é feito pela Tecnologia da Informação (TI), por equipe própria ou contratada. Não obstante, as trocas de informações acontecem por serviço Web, e algumas integrações são tabulares, onde uma equipe envia a outra, sendo preenchida e retornando ao remetente.

A Celesc não usa informação 3D, sendo gestora apenas de dados que compõem o cadastro 2D (Figura 9). Quanto às extensões de arquivos, as mais comuns são o .dwg, .dxf e .shp. A concessionária consegue ler todos os tipos de formatos espaciais, seja internamente, seja em relação ao geoCOMP – destinado às prestadoras de serviço –, através da plataforma *Feature Manipulation Engine (FME)* (Mecanismo de Manipulação de Recursos).

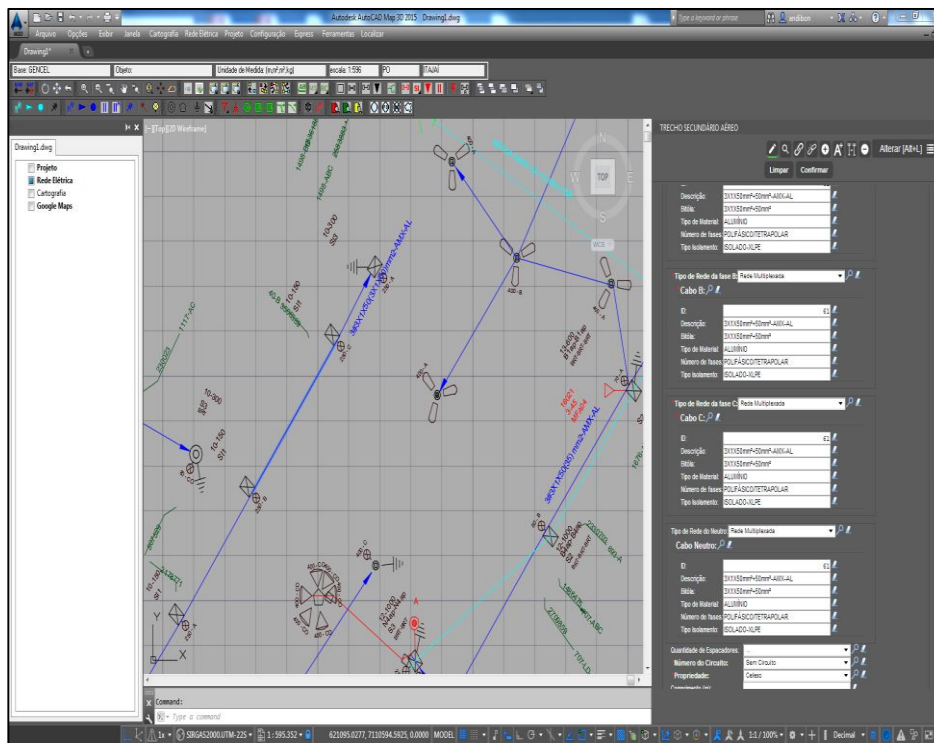


Figura 9 – SIG Genesis Desktop mostrando o cadastro da rede elétrica (azul) da Celesc, elencando os postes e linhas (centro da imagem), e a tabela de atributos, identificando o objeto, localização, proprietário, tipo de material, bitola, à direita a imagem.

Fonte: Celesc (2018).

O SIG Genesis possui uma interface Desktop (Figura 9) e uma Web (Figura 10), permitindo a sobreposição de dados da empresa com outras bases cartográficas. A base cartográfica, bem como o SIG, utilizam como referência o sistema geodésico SIRGAS2000. Em relação à imagens de satélite, etc., há um pequeno deslocamento, devido a base imprecisa dos mapas-base, não afetando a qualidade espacial da base cartográfica.

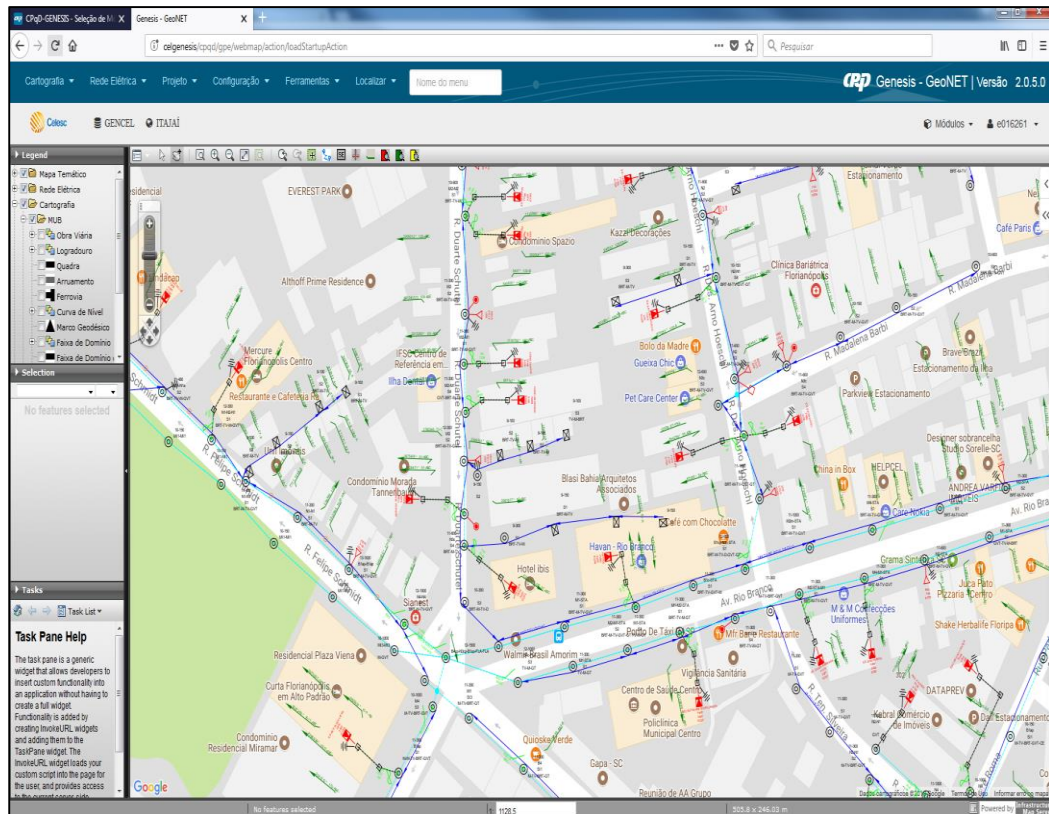


Figura 10 – Genesis Web mostrando a rede elétrica (linha azul) sobreposta à base de mapas comumente usados na Web, com camadas de curvas de nível, quadra, marcos geodésicos, à esquerda da imagem.

Fonte: Celesc (2018).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como é possível observar, a ferramenta BIM tem seu conceito baseado na parametrização e modelagem 3D dos objetos. O cadastro 3D possui sua estrutura calcada no acima e abaixo da superfície e volumetria. O CIM trabalha no objetivo de organizar a complexidade das relações urbanas, para suportar a infraestrutura da cidade e alcançar a sustentabilidade. Já a metodologia de Smart Cities usa tecnologias para aumentar a eficiência operacional, partilhar informação com o público e aprimorar a qualidade dos serviços. Quanto à INDE, trabalha no conjunto de tecnologias, políticas, padrões e acordos para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, acesso e compartilhamento do uso dos dados geoespaciais.

Sendo assim, as concessionárias utilizam diversas estratégias/tomadas de decisão para alcançar seus objetivos em relação a estas temáticas. À vista disso, é possível inferir algumas análises acerca dos resultados.

4.1. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan)

Quanto ao Banco de Dados Operacional da Casan (BADOP), no caso das redes cadastradas, pelo fato de não haver um sistema SIG operante, não há informações em tempo real. Assim, o banco de dados é alimentado manualmente.

Quanto ao *software* CasanCAD (Fig. 3), o mesmo contém apenas alguns parâmetros referente às tubulações e dados afins, não sendo possível criar modelagem 3D. Para gerar um modelo 3D BIM, seria necessário criar uma tabela de atributos completa para cada objeto do programa e projeto. A parametrização, por meio da ferramenta em que a concessionária trabalha – AutoCAD Civil –, é possível, mas requer tempo, dedicação e interesse técnico-político estratégico de médio e longo prazo. Seria necessário um sistema de bibliotecas virtuais, facilitando a operação.

A biblioteca PAM, utilizada pela concessionária, possui catálogos *online*, mas a maioria dos objetos solicitados pela equipe de topografia são encaminhados ao setor financeiro, não havendo necessidade de atualização destes dados em papel para o ambiente virtual do projeto.

Embora os arquivos .dwg da concessionária sejam utilizados em BIM, não há um *software* de modelagem interoperável, e arquivos interoperáveis (.IFC, .rvt, .rfa) que requisitem elementos-chave conectando aos objetos, requisitos de troca (*exchange requirements*), bases OMNICLASS para o ciclo de vida do projeto. Tão pouco demandam de análise dos gastos, organizadores de informação (UNIFORMAT) avaliando o Modelo de Capacidade do Modelo (CMM) e nível de desenvolvimento (LoD).

Por meio das Figuras 4, 6 e 7, verificou-se claramente que os cadastros ainda são bidimensional (2D), poucas informações denotando volumetria, apenas parâmetros básicos da rede como espessura, coordenadas geográficas e profundidade/aterramento das tubulações/*pipelines*. Informações de altura, nível do solo da rede de água e esgoto, são desenhadas à parte, em vistas superior, lateral e frontal (Figura 5).

Caso estas informações fossem anexadas às plantas 2D, ter-se-ia subsídios para criar uma modelagem BIM ND2 (ver seção 1), e melhorar-se-ia a demarcação dos *pipelines* patrimoniais abandonados, além de melhorar o conhecimento da rede em relação aos contribuintes (Figura 6).

Em relação à CIM, de acordo com seu conceito, nota-se que a concessionária não possui nada relativo ao conceito do procedimento, não possuindo um SIG, interligando-se ao BIM.

Quanto à Smart Cities, segundo os técnicos da concessionária, têm-se apenas algo relativo a sensores que identificam a pressão de distribuição de água aos consumidores, porém não encontram-se automatizados.

Quanto à integração dos dados à INDE, um dos pré-requisitos básicos configura-se na relação ao Sistema de Referência. A maioria das plantas-baixas da Casan são georreferenciadas no sistema SAD69. Já a INDE preconiza o Sistema Geodésico Brasileiro – SGB SIRGAS2000 –, atual e oficial sistema geodésico nacional.

Quando a camada de imagens de satélite [GeoEye] é sobreposta às malhas vetoriais, as mesmas ficam deslocadas em relação ao terreno. O mesmo deslocamento pode ser observado na Figura 7, onde a base cartográfica de outra concessionária é geometricamente incompatível à base da Casan, dando a entender que é preciso um processamento matemático para fazer a transformação entre sistemas (rotação, translação e escala) para toda a base de dados ajustar-se aos padrões da INDE.

Por conseguinte, a Casan intenciona criar um SIG Web, gerenciado pelo BADOP, para análise da informação em tempo real, permitindo a agregação de novas funcionalidades. Desta forma, isto seria o primeiro passo no planejamento institucional para alcançar a transparência dos dados, considerando um projeto de aprimoramento do sistema.

Em relação aos arquivos de dados já inseridos no sistema, estes não se encontram organizados e sistematizados em um padrão, precisando aprimorar seus metadados em relação à código de caracteres, nome padrão dos metadados, resolução espacial, formato de distribuição e acesso online (seção 1.3). Basicamente os metadados (parâmetros) baseiam-se no contexto definido no “Manual CAD” (2017). Não obstante, a Casan precisa organizar e reestruturar toda a sua base de dados, de modo a permitir que o sistema possa ser útil no contexto dos serviços *Geonetwork* e *Geoserver* da INDE (seção 1.3).

4.2. Centrais Elétricas de Santa Catarina (Celesc)

A rede cadastral da Celesc apresentada nas Figuras 09 e 10, no momento, segundo a concessionária, não precisa de uma arquitetura 3D, ficando apenas amarrada ao esforço mecânico dos postes.

Têm-se, nessa visão de gestão, uma barreira sobre o potencial que o dado geoespacial irá fornecer e que se configura numa prática longe de um sistema cadastral 3D. Portanto, o único dado tridimensional atrelado à altura dos postes é algo ínfimo no contexto do que pode ser aprimorado e gerido no contexto empreendedor inovativo à concessionária.

Em relação à modelagem 3D BIM, a área de cadastro não tem contato com a temática, portanto desconhecem o potencial e o ferramental aplicado ao cenário da rotina de trabalho da empresa.

Houve, segundo os técnicos da Celesc, em relação à construção de subestações, estudos relacionados a 3D, mas nada a nível de grande porte, interoperável, em detrimento ao ciclo de vida do projeto (IFC, OMNICLASS e UNIFORMAT). A equipe técnica que gerencia os dados utiliza apenas os *softwares* para o cadastro na dimensão 2D, portanto a sistemática é aplicar os recursos do AutoCAD Map 3D, AutoCAD Civil, e ambiente SIG, para confecção de mapas.

A concessionária carece de um cadastro imobiliário, havendo, às vezes, problemas no tocante à imóveis irregulares. Segundo a concessionária, é tarefa do município possuir tal cadastro, disponibilizando, desta maneira, às concessionárias, para que otimizem/fiscalizem os serviços.

Quanto aos custos e ciclos de vida dos projetos, a concessionária não possui nenhuma sistematização/histórico das ações documentado. O que há é um orçamento prévio, fiscalização da obra, não havendo interoperabilidade, com alguns atores tendo conhecimento do projeto apenas no “*as-built*” (obra finalizada).

Quanto à Smart Cities têm-se um avanço modesto, porém há automatização para questões de apagões, conseguindo-se reconfigurar e energizar, remotamente, as áreas afetadas. Os consumidores de grupo A, por exemplo, são todos telemedidos, em tempo real, embora a concessionária ainda não consiga gerir a nível de unidade consumidora (UC). Segundo o corpo técnico da Celesc, há projetos para cidades pilotos visando a implantação do conceito de Smart Cities.

Quanto à integração dos dados à INDE, os dados geoespaciais precisam passar por uma triagem, portanto recomenda-se analisar previamente se as tabelas de atributos e metadados encontram-se em conformidade à regra. A Celesc é uma concessionária que funciona subordinada à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que é responsável pelos ativos da concessionária, não podendo disponibilizar seus dados.

Todo ano a Celesc envia seus dados à ANEEL e executa uma avaliação sobre a qualidade e dimensão dos dados. Por outro lado, a própria ANEEL não possui servidor de dado em conformidade com a INDE. A ligação entre Celesc e ANEEL está elencada no módulo 10, que dita o Sistema de Informação Geográfica Regulatório, entidades geográficas (subestações, UCs, segmentos do sistema de tensão), campo, tipo, descrição (ANEEL, 2016, p. 22).

O PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) e Módulo 10 (Sistema de Informação Geográfica Regulatório), é o documento que estabelece o conjunto mínimo de informações da distribuidora, as quais compõem o Sistema de Informação Geográfica Regulatório (SIG-R), estabelecendo o padrão e a estrutura das informações, formato dos arquivos digitais, prazos e forma de envio à ANEEL, além dos requisitos mínimos a validação da Base de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD) e uso e publicação das informações relativas ao SIG-R (ANEEL, 2016)

A mesma regulamentação da ANEEL aceita que os dados estejam em formato .shp (shapefile) e .gml (GML Simple Features). Segundo o módulo 10 da ANEEL, as informações são públicas (segundo a lei de acesso à informação) e dão suporte a atividades de regulação e fiscalização. Porém, os pré-requisitos dos atributos e metadados são pouco detalhados. Além da questão da integração, a concessionária não tem posicionamento quanto à disponibilidade de entrega de dados .wms (*Web Map Service*), pois precisa de um propósito, uma demanda.

Por fim, a Figura 11 sumariza algumas características referentes as bases de dados das concessionárias elencados na seção 3, e nesta mesma seção, a saber:

Concessionária	2D	3D	BIM	CIM	Smart Cities	INDE
Casan	Plantas - baixas; Arquivos .dwg; Desenhos em vista frontal, lateral e superior;	Modesta volumetria embutida às plantas - baixas; Algumas informações abaixo da superfície;	Precisa parametrizar os objetos; A maioria, ainda em 2D; Nenhum formato IFC, Omniclass;	Nada consta; BIM e SIG (não possuem) não integram ou interagem entre si;	Nada consta;	Converter arquivos; Poucos metadados; Não possui SIG; Sistema Geodésico de Referência precisa ser atualizado em acordo com a Lei;
Celesc	100% 2D;	Não trabalham; Apenas altura de postes; Necessidade de confecção para o comprimento dos fios;	Poucos objetos parametrizados; Estudos de caso sendo elaborados;	Nada consta; BIM e SIG não integram ou interagem entre si;	Sinais de automação da rede; Projetos pilotos em andamento para cidades pequenas no Estado de Santa Catarina;	Converter arquivos; Organizar os metadados; Possui SIG; Sistema Geodésico de Referência atualizado; ANEEL normatiza o padrão/gestão dos dados e informações

Figura 11. Sumário das características dos objetos, parâmetros, bases cadastrais, etc., das concessionárias.

Fonte: Dos autores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

O BIM é uma ferramenta que precisa da integração de todos os agentes envolvidos na construção. Portanto, não é uma simples metodologia de modelagem 3D, demandando muito planejamento e gestão eficiente de dados, considerando o princípio da atualização constante. Desta forma, as concessionárias que intencionam otimizar suas AECs, bases de dados, ciclo de vida dos projetos, precisam investir.

As concessionárias Casan e Celesc estão atrasadas em relação ao Conceito BIM. De fato necessitam, *a priori*, de um cadastro 3D, melhorar seus dados e metadados, e certamente necessitam integrar as equipes, e assim começar a elaborar modelos simples, em seus reservatórios e subestações, por exemplo.

Uma das características negativas que os projetos das concessionárias apresentam, segundo o atual *modus operandi*, é a não durabilidade, ou seja, longevidade do sistema, haja vista a “ignorância” em bem administrar os dados geoespaciais e entender sobre o seu potencial de aplicação 2D ou 3D, para as suas demandas.

As concessionárias alegam que é melhor investir em sensores para medir a pressão da água, e melhorar a entrega da mesma, a investir em uma ferramenta que não responde as necessidades diárias, ou em medir e levantar a altura de 1.800.000 postes, além das construções das subestações, sendo estes os maiores desafios no momento. Não obstante, e de modo contraditório, precisam digitalizar a informação em papel.

Em relação ao cadastro, as concessionárias precisam evoluir profundamente para gerar produtos que respondam melhor à novas funcionalidades, SIGs, *softwares* modeladores, a sobreposição a outros cadastros de diferentes concessionárias – visando atender melhor e de modo inteligente/seguro a demanda dos clientes.

Em relação ao cadastro 3D, as concessionárias precisarão fazê-lo mais cedo ou mais tarde, para que ocorra o reconhecimento e domínio real do espaço ocupado pelas suas infraestruturas “acima” e/ou “abaixo” da superfície. A Celesc não possui quase nada de informação, pois não necessita, mas estuda pôr os parâmetros 3D no seu atual sistema cadastral 2D, especialmente no que se relaciona aos cabeamentos aéreos.

Já a Casan possui um modesto montante de informações sobre o “abaixo” da superfície e volumetria dos reservatórios. Concernente à Modelagem dos Dados da Cidade (CIM), talvez as concessionárias não consigam modelar toda a rede elétrica, de água e/ou esgoto, mas poderiam aplicá-la à subestações, reservatórios, ou seja, elementos que no tocante à Casan, já possuem uma volumetria, parâmetros “acima” e “abaixo” da superfície, que o cadastro 3D exige, e que no tocante à Celesc, subsidiaria uma melhor análise de impactos, uso da terra, interconexão à outras infraestruturas da cidade. A concessionária Celesc tem a intenção de trabalhar em campo com a rede *offline*, a partir de *Tablets*, atualizando constantemente e em tempo real seu SIG e projetos.

Quanto ao conceito de Smart Cities, talvez a concessionária Celesc alcance os objetivos mais rapidamente, por se tratar apenas do “acima” da superfície. Porém, a tendência é que os serviços tornem-se subterrâneos. Sendo assim, as duas concessionárias precisariam primeiramente se unir, e em um segundo momento desenvolver um planejamento integrado e adequado junto aos gestores da cidade, visando resolverem propositivamente ações conjuntas de integração e definição oficial (geométrica) da base de dados. Quanto à automação, a

Celesc, segundo consta, está mais adiantada do que a Casan, com projetos pilotos em cidades pequenas.

Em relação à políticas de transparência e INDE, a Celesc encontra-se inserida no contexto das novas tendências e conformidade legal, trabalhando com um SIG Web, embora intranet, e com a intenção de gerar arquivos .wms, caso haja demanda. Embora ocorra alguns trabalhos de parceria entre as duas concessionárias, as mesmas trabalham com temáticas diferentes e sem uma prática de interface ou auxílio constante em atualização da base gráfica territorial parcelaria ou de interesse comum.

A cartografia da Casan, por exemplo, precisa ser geometricamente de melhor qualidade se comparada à atual demanda da Celesc. De fato, no contexto da Casan, a altimetria tem um valor preponderante para a tomada de decisão e investimentos a serem aplicados, enquanto que a condição gerencial da Celesc (não sendo subterrânea) demanda menor qualidade geométrica da documentação cartográfica. Nesse sentido, estas se configuram como sendo características primárias e norteadores que definem as abordagens na gestão dos dados 2D ou 3D de cada concessionária.

Estas características em relação ao projeto e à cartografia, embora diferentes, não são impedimentos para a integração das bases de dados, considerando uma modelagem adequada.

A NBR 14.166/1998, que trata da Rede de Referência Cadastral Municipal, poderia amarrar as cartografias das concessionárias, apoiar e integrar enormemente as ações de planejamento e gestão de dados espaciais entre as concessionárias e de modo fundamental as ações do poder público municipal, uma vez que permite o investimento focado em um produto cartográfico oficial para o município – direcionado ao uso colaborativo, considerando as especificidades técnicas de cada concessionária/órgão administrativo.

A integração dos dados à INDE é possível, embora não obrigatório. Caso se queira, ou a ANEEL venha a exigir da Celesc, ela precisará analisar todo seu georreferenciamento, documentos cartográficos, dados espaciais e metadados, títulos dos documentos, bem como aperfeiçoar a modelagem e perfil de desempenho do seu sistema SIG Web. Por outro lado, a Casan, atualmente, tem como principal meta executar a transformação do Sistema Geodésico de Referência antigo para o atual oficial brasileiro, e melhorar os atributos e metadados das feições geográficas presentes no banco de dados.

É importante salientar que a INDE não trabalha com dados modelados em BIM, nem o padrão MGB, embora a INDE seja de alta empregabilidade quando trabalha-se com as deficiências de cadastros de concessionárias de energia, gás, água e esgotos, etc., além da facilidade de integrá-los em plantas de quadras, por exemplo. Não obstante, a comissão de cadastro da INDE pode ajudar em estratégias mais específicas para lidar com a carga de dados e a sua documentação em IDEs municipais, ou destinadas a fins de cadastro.

Por fim, as limitações encontram-se na não possibilidade de acesso real à base de dados das concessionárias, para aprofundar as análises referente às teorias e práticas do cadastro 3D, BIM, CIM, Smart Cities e INDE.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan) e às Centrais Elétricas de Santa Catarina (Celesc), pelas informações disponibilizadas.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST: Módulo 10 – Sistema de Informação Geográfica** Regulatório. Brasília, 2016.

AIEN, A. 3D cadastral data model: a foundation for developing a national land information infrastructure. In RAJABIFARD, A.; KALANTARI, M. A national infrastructure for managing land information: research snapshot. **Centre for Spatial Infrastructures**, Land Administration, Department of Infrastructure Engineering, University of Melbourne, 2012. pp. 100-108.

AMORIM, A. L. de. Cidades Inteligentes e City Information Modeling. In: **XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital** [=Blucher Design Proceedings, v.3 n.1]. São Paulo: Blucher, 2016.

BRASIL. **DECRETO Nº 6.666, DE 27 DE NOVEMBRO DE 2008**. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6666.htm>. Acesso em: 16 mai. 2018.

BRASIL. **DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm#art14>. Acesso em: 26 mai. 2018.

CARNEIRO, A. F. T.; ERBA, D. A.; AUGUSTO, E. A. A. Cadastro Multifinalitário 3D: Conceitos e Perspectivas de Implantação no Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 64, n.2, p. 257-271, 2012.

CATELANI, W. S.; SANTOS, E. T. Normas brasileiras sobre BIM. **Concreto e Construções**. Ed. 84, 2016.

COMISSÃO Nacional de Cartografia – CONCAR. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (perfil MGB)**. CEMG-CONCAR, 2009.

COMITÊ ESTRATÉGICO BIM. **Apresentação do planejamento estratégico: disseminação do BIM no Brasil**. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2018.

COMPANHIA Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. **Casan** (2018). Disponível em: <<https://www.casan.com.br/#0>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

_____. **Manual de Apresentação e Representação Gráfica de Desenho em C.A.D.** 3ª ed. - Florianópolis, 2017. 65p.

CELESC Distribuição S.A. **Celesc** (2018). Disponível em: <<http://www.celesc.com.br>>. Acesso em: 03 mai. 2018.

DUARTE, J.P. et al. City induction: a model for formulating, generating and evaluating urban designs. Digital Urban Modeling and Simulation. In: MÜLLER, S. A. et al. (Eds.): **DUMS**, CCIS 242. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012.

EASTMAN, C.M. et al. **BIM handbook**: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons, 2008. 485p.

EL-MEKAWY, M.; PAASCH, J.; PAULSSON, J. Integration of 3D Cadastre, 3D Property Formation and BIM in Sweden. In: Proceedings of the **4th International FIG 3D Cadastre Workshop**, 9-11 November 2014, Dubai, UAE, pp. 17-34.

GIL, J.; ALMEIDA, J.; DUARTE, J.P. The backbone of a City Information Model (CIM): implementing a spatial data model for urban design. City Modelling - **eCAADe29**, 2011.

INFRAESTRUTURA Nacional de Dados Espaciais – INDE. **INDE** (2018). Disponível em: <<http://www.inde.gov.br>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

ISIKDAG, U.; ZLATANOVA, S. Towards defining a framework for automatic generation of buildings in CityGML using building Information Models. In **3D Geo-Information Sciences**. pp. 79-96. Springer Berlin Heidelberg. 2009.

KIM, S. et al. Development of a 3D Underground Cadastral System with Indoor Mapping for As-Built BIM: The Case Study of Gangnam Subway Station in Korea. **Sensors** 2015, 15, pp. 30870–30893. Doi: 10.3390/s151229833

KOLBE T. H.; GRÖGER G.; PLÜMER, L. CityGML – Interoperable Access to 3D City Models. In: Proceedings of the **Int. Symposium on Geo-Information for Disaster Management**, Delf, 2005.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2013.

OLDFIELD, J. et al. Can Data from BIMs be Used as Input for a 3D Cadastre?. **5th International FIG 3D Cadastre Workshop** 18-20 October, Athens, Greece, 2016. pp. 199-214.

SANTA CATARINA. **Caderno de Apresentação de Projetos em BIM**. Secretaria de Estado do Planejamento, 2015.

STADLER, A.; KOLBE, T. H. Spatio-semantic coherence in the integration of 3D city

models. International archives of photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. Proceedings of the WG II/7 **5th international symposium spatial data quality**. Modelling qualities in space and time, 2007, pp. 8.

TRINDADE, L. D. et al. Building Information Models as the Basis of Business Strategy: A Case Study of an Integrated BIM-Based System for Construction Management. **Proc. of the 33rd CIB W78 Conference**, Oct. 31st – Nov. 2nd, 2016, Brisbane, Australia.

UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Handbook of research on building information modeling and construction informatics**: Concepts and technologies. IGI Global, 2009. ISBN 978-1-60566-929-8

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs. **Automation in Construction** 38, 2014, pp.109-127.

XU, X. et al. From building information modeling to city information modeling. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, Special Issue BIM Cloud-Based Technology in the AEC Sector: Present Status and Future Trends, Vol. 19, pg. 292-307. 2014. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2014/17>>. Acesso em: 15 mai. 2018.