Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

[1]DISCUSSÕES ACERCA DO USO DA TECNOLOGIA CIM COMO SISTEMA DE APOIO AO PLANEJAMENTO URBANO.

Discussions about the use of CIM technology as a system to support urban planning

Josyanne Pinto Giesta
Instituto Federal do Rio Grande do Norte | Natal, RN | josyanne.giesta@ifrn.edu.br

Alfredo Costa Neto
Instituto Federal do Rio Grande do Norte | Natal, RN | alfredo.neto@ifrn.edu.br

Thalita Giesta Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte | Natal, RN | thalitagiesta@yahoo.com.br

RESUMO

A industrialização e o movimento rural – urbano no Brasil, intensificou o processo de urbanização a partir da segunda metade do século XX. Essa urbanização por sua vez acentuou a necessidade de infraestrutura suporte a população e suas atividades, levando a gestão pública a pensar na criação de agendas voltadas as cidades. Surgiu assim, a Carta brasileira para cidades inteligentes, que visualiza nas Tecnologias de Comunicação e Informação (TICs) a possibilidade de alcançar cidades mais sustentáveis e inclusivas. Para tanto, faz-se necessário conhecer os instrumentos urbanísticos e identificar as TICs mais adequadas. Nesse cenário, o presente artigo objetiva propor um protocolo estruturado que auxilie na utilização de TICs no planejamento urbano. A pesquisa tem caráter exploratório, sob a égide de pesquisa bibliográfica. Como resultado tem-se a proposta de um protocolo estruturado (PETIC-PU), composto por diretrizes e mapa do processo. Tal protocolo atende aos critérios de integração de dados, inteligência geográfica e visualização de informações, através da aplicação da tecnologia *City Information Modeling* (CIM), ou seja, com a integração entre o GIS e o BIM. Diante do exposto conclui-se que, o PETIC-PU pode facilitar a utilização do CIM como sistema de apoio ao planejamento urbano, contribuindo para cidades inteligentes.

Palavras-chave: Cidades inteligentes; Gestão pública; BIM; GIS; TICs.

ABSTRACT

The industrialization and the rural-urban movement in Brazil intensified the urbanization process from the second half of the 20th century. This urbanization, in turn, accentuated the need for infrastructure to support the population and its activities, leading the public management to think about creating agendas focused on cities. Thus, the Brazilian Charter for Smart Cities emerged, envisioning the possibility of achieving more sustainable and inclusive cities through the use of Information and Communication Technologies (TICs). To do so, it is necessary to understand the urban instruments and identify the most appropriate TICs. In this scenario, this article aims to propose a structured protocol that can assist in the use of TICs in urban planning. The research has an exploratory character, based on bibliographic research. As a result, we propose a structured protocol (PETIC-PU), composed of guidelines and a process map. This protocol meets the criteria of data integration, geographic intelligence, and information visualization, through the application of City Information Modeling (CIM) technology, which integrates GIS and BIM. In conclusion, PETIC-PU can facilitate the use of CIM as a support system for urban planning, contributing to smart cities.

Keywords: Smart cities; Public management; BIM; GIS; TICs.

[1]GIESTA, J. P.; COSTA NETO, A.; COSTA, T. G. Discussões acerca do uso da tecnologia CIM como sistema de apoio ao planejamento urbano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

1 INTRODUÇÃO

Estudos realizados pela Organização das Nações Unidas (ONU), apontaram que a população rural global em 2050 terá crescido aproximadamente 70% em relação a 1950, enquanto, a população urbana terá crescido mais de 700%, considerado o mesmo período (ONU, 2012). Tal fato destaca a necessidade de agendas que busquem tratar da qualidade de vida e sustentabilidade desses espaços urbanos.

O Brasil não apresenta perfil diferente, pode-se destacar que ele passou, nos últimos cinquenta anos, por um rápido e intenso processo de urbanização. O país transformou-se de um país rural e agrícola para um país urbano e metropolitano, com a maior parte da população concentrada nas grandes cidades (ROSA, 2014). Esse crescimento rápido e desordenado prejudicou as possibilidades de um desenvolvimento sustentável dessas estruturas urbanas, ocasionando exclusão, inchaço urbano e incapacidade de gerir os impactos causados pelas aglomerações populacionais (CABRAL; CÂNDIDA, 2019).

Aliado a isso tem-se que a redução nas barreiras espaciais à circulação de bens, pessoas, dinheiro e informação vivenciada no último terço do século XX, propiciou que a qualidade do espaço se tornasse um diferencial importante para a inserção das cidades nos espaços econômicos globais (HARVEY, 1996). Segundo o autor, o empresariamento urbano (também denominado de empreendedorismo urbano) pode ser definido como a formação de alianças e coligações voltadas para o desenvolvimento econômico das cidades, que tem por finalidade tentar atrair fontes externas de financiamento, novos investimentos diretos ou novas fontes geradoras de emprego.

Tais constatações suscitam a necessidade de atenção para com as cidades. Nesse sentido, surgem as cidades inteligentes. Brígitte et al. (2021) apontam que pesquisadores como Nam e Pardo (2011) e Angelidou (2014) reforçam que cidades inteligentes são aquelas que utilizam de forma consciente e planejada a tecnologia para aplacar os problemas urbanos.

Segundo Abdala et al. (2014), estudos indicam que o conceito de “cidades inteligentes” trata de novas tecnologias e suas aplicações no contexto urbano (LIT et al, 2010; KUIKKANIEMI et al., 2011) bem como, na aplicação da gestão pública tecno centrada (ODENDAAL, 2003; NAPHADE et al., 2011; LEE; BAIK; LEE, 2011) ou ainda, nos estudos sobre o ponto de vista geográfico e social (SHAPIRO, 2005; WINTERS, 2011). Uma cidade na qual as Tecnologias de Comunicação e Informação (TICs) se fundem com as infraestruturas tradicionais, coordenadas e integradas usando novas tecnologias digitais são consideradas inteligentes (BATTY et al., 2012 apud LAZZARETTI et al., 2019).

No Brasil, a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (CBCI) indica que se deseja cidades conectadas e inovadoras, ou seja, cidades que usam TICs e soluções inovadoras integradas, com uma visão ampla (BRASIL, 2023). Em seu objetivo estratégico 1, a CBCI discorre sobre a utilização de TICs para o diagnóstico e a gestão urbana, usando ferramentas de geoprocessamento (processamento de dados com localização geográfica) para entender melhor os fenômenos urbanos e para aperfeiçoar a capacidade de gestão dos governos locais, além da incorporação nessas ações de mecanismos inovadores da ciência de dados.

No entanto, apesar de toda a importância de bases cartográficas municipais, Guidi (2018) estudando 16 especificações técnicas para termo de referência na elaboração de bases cartográficas para municípios no estado de São Paulo, identifica que existe muita dificuldade por parte das prefeituras em descrever de forma detalhada, um documento técnico que permita gerenciar toda atividade contratada, de modo a obter um produto de qualidade. O autor salienta que muitas prefeituras podem fazer a aquisição de uma base cartográfica digital, que não atenda às necessidades do usuário por falta de exatidão, desprezo de nível de informação e ausência de resolução das ortofotocartas. Relevante apontar que os entregáveis dizem respeito a arquivo vetorial no formato “SHP” e que devem constar, no caso das edificações, do contorno das áreas construídas. Desse modo, é necessária toda a compatibilização com outros softwares que permitam a modelagem 3D dos elementos.

Diante desse cenário, tornar uma cidade inteligente está emergindo como uma estratégia para mitigar os problemas gerados pelo crescimento da população urbana e pela rápida urbanização, no entanto, pouca pesquisa acadêmica tem discutido com profundidade o fenômeno (CHOURABI et al., 2012 apud

LAZZARETTI et al., 2019). Sendo assim, visando contribuir nessa seara, o presente artigo objetiva propor um protocolo estruturado que auxilie na utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no planejamento urbano. Salienta-se que, as TICs selecionadas como recorte dessa pesquisa foram *City Information Modeling* (CIM), Sistema de Informação Geográfica (GIS) e *Building Information Modeling* (BIM), sobretudo objetivando possibilitar a volumetria das edificações (modelagem 3D).

2 METODOLOGIA

Este artigo se faz através de pesquisa de caráter exploratório, sob a égide de pesquisa bibliográfica no que tange ao estudo do uso das tecnologias que compõe o *City Information Modeling* (CIM), a saber, o GIS e o BIM como sistema de apoio ao planejamento urbano, relacionando este universo de estudo a trabalhos acadêmicos, produções científicas e à Carta Brasileira para Cidades Inteligentes no que concerne em aproximar as áreas de tecnologia GIS e BIM ao Planejamento Urbano. Para o desenvolvimento do presente artigo, realizou-se o estado da arte com ênfase em textos obtidos através de pesquisa em periódicos da Capes e documentos oriundos do governo brasileiro, como a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes.

Tendo como questionamento inicial “Como as TICs podem contribuir na gestão pública na esfera do planejamento urbano municipal?”, delineou-se as pesquisas bibliográficas que seriam necessárias, conforme as etapas da pesquisa. Para a caracterização da origem do problema e seu detalhamento, optou-se por pesquisar sobre processo de urbanização e seu potencial gerador de problemas nas cidades. Na sequência buscou-se compreender o surgimento do conceito “cidades inteligentes” e como as TICs se relacionam com a formação deste perfil de cidades.

Na etapa de busca pelas soluções para o problema, pesquisou-se inicialmente trabalhos que contribuíssem para o desenho do protocolo, com identificação dos critérios a serem atendidos. Nesse momento, definiu-se o trabalho Bartolomei et al. (2022) como fio condutor.

Ainda pensando na solução, buscou-se trabalhos que apontassem tecnologias passíveis de utilização na gestão urbana, identificando-se Melo et al. (2022), que trouxe como tecnologia a ser utilizada o *City Information Modeling* (CIM), que é composto pelas tecnologias Sistema de Informação Geográfica (GIS) e *Building Information Modeling* (BIM). Nesse momento fez-se necessário ampliar as pesquisas, no sentido de compreender as tecnologias CIM, GIS e BIM, através de pesquisa bibliográfica.

Para o desenho propriamente dito do protocolo, foi utilizado todos os conhecimentos adquiridos nas pesquisas bibliográficas, a criatividade dos autores, bem como a experiência de um dos autores como gestor municipal na função de secretário de meio ambiente e desenvolvimento urbano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Protocolo – identificação dos critérios

Segundo Bartolomei et al. (2022), as decisões para o uso do solo dependem do que é definido nos instrumentos de política urbana. Assim, os requisitos derivados obtidos em sua pesquisa foram: (1) automatizar a verificação dos parâmetros construtivos e de utilização de um imóvel com relação a sua localização; (2) indicar localizações mais adequadas para novos projetos públicos, como a construção de uma nova escola ou hospital considerando a organização atual do município e (3) definir uma estratégia de visualização das informações geradas que facilite o entendimento.

Tais parâmetros indicaram, segundo os autores, a importância de sistemas de apoio a decisão, integração de dados, inteligência geográfica e visualização de informações. Nesse sentido, identificou-se a necessidade de que o protocolo (que corresponde ao sistema de apoio a decisão) contemple os seguintes critérios: (1) permita a integração de dados; (2) possua inteligência geográfica e (3) forneça visualização das informações.

3.2 Protocolo – definição da tecnologia

Através de Melo et al. (2022), definiu-se como tecnologia a ser utilizada o *City Information Modeling* (CIM), que é composto pelas TICs Sistema de Informação Geográfica (GIS) e *Building Information Modeling* (BIM).

O conceito *City Information Modeling* (CIM) surgiu com Khemlani (2005) abordando o tema como uma extensão do conceito *Building Information Modelling* (BIM) para cidades, onde fosse possível utilizar como auxílio para elaborar uma réplica digital e precisa de uma cidade, e assim ser submetida a simulações de impactos de decisões e análises holísticas (MELO; GIESTA, 2020).

Partindo dessa ideia o CIM surge ainda, como um projeto para as necessidades de um modelo de informações da cidade como plataforma para suportar tomadas de decisão mais acertadas. A respeito do CIM, Santos (2018) discorre que a utilização de ambiente integrado admite a análise automatizada de dados e simulações virtuais que permitem acesso mais rápido a informações de maior qualidade.

Pereira (2018 apud SANTOS; ANDRADE, 2021) aponta que o entendimento mais comum, a partir dos anos 2000, é o de que o CIM surge do aprofundamento de estudos a respeito da modelagem e georreferenciamento da informação (BIM e GIS).

Como o CIM é feito por meio da integração dos modelos GIS e BIM, torna-se fundamental para compreender o CIM o conhecimento de ambos os métodos (PEREIRA, 2017).

Sistema de Informações Geográficas (GIS) pode ser definido como um sistema composto da junção de softwares, que abarcam equipamentos, dados e pessoas. Tendo como intenção armazenar, coletar, manipular, analisar, recuperar e visualizar dados referenciados no espaço a partir de um conjunto de coordenadas reconhecido (FITZ, 2008).

No Brasil o GIS vem sendo incentivado há bastante tempo, pode-se destacar a Portaria Ministerial nº 511 de 07 de dezembro de 2009, que direciona todas as bases necessárias para uma sólida instituição de um Cadastro, levando em conta os documentos necessários e fundamentais, incluindo padrões cartográficos (DUARTE, 2013). Segundo o autor, a Portaria traz aos gestores municipais e à sociedade, a oportunidade de inserir no município, um sistema único, que proporciona um conhecimento total da cidade, além de contribuir com uma ferramenta poderosa para o planejamento e a tomada de decisão.

Nesse cenário, no ano de 2010, o Ministério das Cidades, através do Programa Espaço e Sociedade, apoiou a implementação em prefeituras de Sistemas de Informações Geográficas, baseados nas tecnologias TerraView e TerraSIG, desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2010).

Importante destacar que mesmo diante desse quadro, o Brasil ainda apresenta disparidades entre as capacidades dos municípios, a maioria das prefeituras não possui uma base cartográfica do seu município, ou são muito deficientes, não são em meio digital, muitas delas constam apenas arquivos de papéis (AGUERO et al., 2013).

Building Information Modeling (BIM) se constitui em um robusto banco de dados, focado principalmente no ciclo de vida da construção e na relação entre seus componentes. Possui uma característica colaborativa que lhe coloca como um processo de grande potencial de integrar com outras tecnologias (CRESPO; RUSCHEL, 2007; SUCCAR, 2013 apud ALMEIDA; ANDRADE, 2015).

De acordo com Arcuri et al. (2020), o interesse na integração entre BIM e GIS vem crescendo pela potencialidade de progresso em vários campos, como na gestão de infraestruturas e políticas públicas. No entanto, essa integração ainda se apresenta complexa, principalmente devido a aspectos como sistemas de modelagem, ambiente de referência e a terminologia empregada nestas tecnologias (DING et al. 2020).

A integração de dados BIM e GIS tem o potencial de fornecer à gestão urbana informações precisas sobre o consumo de recursos naturais e infraestrutura urbana, uma vez que o modelo BIM pode armazenar informações para a composição de dados da cidade (ALMEIDA; ANDRADE, 2015 apud YOSINO; FERREIRA, 2020), enquanto, o GIS contribui com o mapeamento temático e análises espaciais para o gerenciamento urbano (AMORIM et al., 2015 apud YOSINO; FERREIRA, 2020).

3.3 Protocolo – definição dos softwares

Tendo como base o trabalho de Melo et al. (2022), os softwares propostos foram: (1) Qgis, que é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) e (2) CityEngine, que é um software de modelagem urbana da empresa Esri.

Com relação ao Qgis, ele é um software livre e de código aberto, utilizado para manipulação de mapas e georreferenciamento. Com ele é possível exportar dados compatíveis com o software CityEngine (utilizado para modelagem 3D).

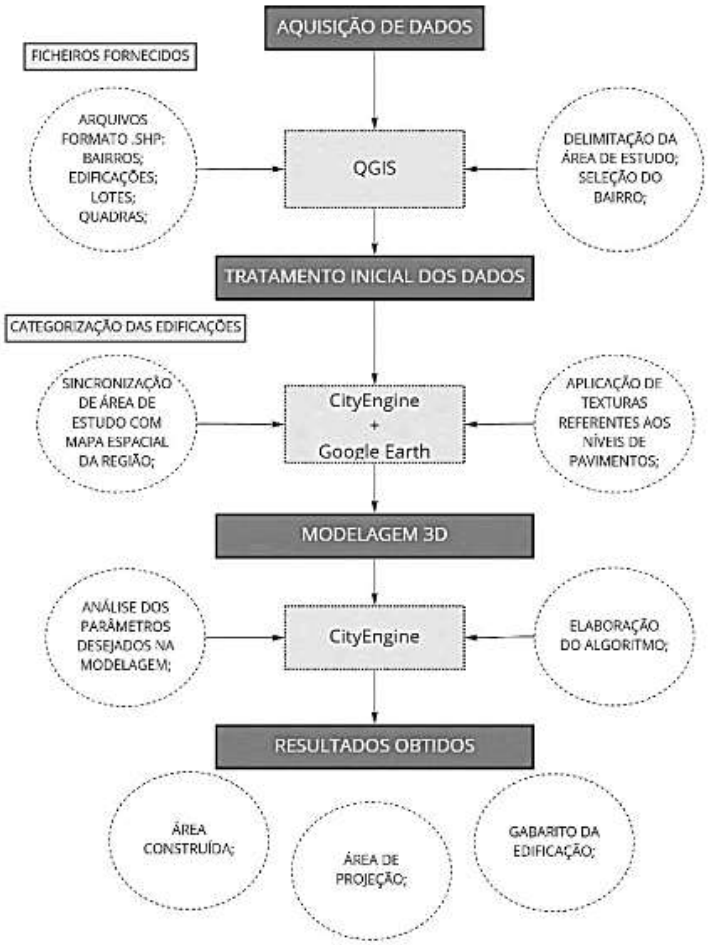
Importante destacar que o CityEngine permite a criação de ambientes urbanos imersivos e interativos, podendo importar arquivos de softwares GIS para recortar e importar imagens de satélite e terreno 3D, e dados de pegadas de ruas e edifícios do OpenStreetMap.

No trabalho foi utilizado ainda o aplicativo gratuito Google Earth, que permite a geração de mapas em três dimensões.

3.4 Protocolo – análise das diretrizes de integração

A Figura 1 apresenta as diretrizes de integração propostas por Melo et al. (2022), onde é possível identificar as 4 etapas macro: aquisição dos dados; tratamento inicial dos dados; modelagem 3D e resultados obtidos.

Figura 1: Diretrizes de integração GIS - BIM.



Fonte: Melo et al. (2022)

Detalhando-se as etapas propostas tem-se:

(1) Aquisição dos dados (utilização do software Qgis)

Ainda não existindo no município os shapefiles dos bairros, os mesmos deverão ser adquiridos externamente (contrato via licitação) ou obtidos através de uma busca em bibliotecas;

Delimitação da área de estudo (exemplos: bairro, região, comunidade, bacia hidrográfica etc.);

(2) Tratamento inicial dos dados (utilização do CityEngine e do Google Earth)

Sincronização da área de estudo e mapa espacial;

Definição de legenda de texturas considerando os parâmetros a serem atendidos (exemplo: número de pavimentos) e sua aplicação;

(3) Modelagem 3D (utilização do software CityEngine)

Elaboração de algoritmo considerando os parâmetros a serem aplicados (exemplo: gabarito);

(4) Resultados obtidos

A depender do algoritmo criado (exemplo: gabarito);

Na Figura 2 é possível observar, através do CityEngine Web Viewer, os resultados obtidos no trabalho.

Figura 2: Resultado obtido na integração GIS - BIM.



Fonte: Adaptado de Melo et al. (2022)

3.5 Protocolo – proposta de delineamento

Um protocolo se constitui em uma série de diretrizes que identificam padrões e regras que devem ser cumpridas por todos os stakeholders envolvidos no processo. No caso de um protocolo estruturado que auxilie na utilização de TICs no planejamento urbano, sua importância se dá sobretudo para que sejam definidas as responsabilidades dos envolvidos e para que a utilização dos dados ocorra de forma adequada.

Após a obtenção dos conhecimentos, através das pesquisas bibliográficas realizadas, foi possível definir o problema, ou seja, os requisitos propostos por Bartolomei et al. (2022). Na sequência identificou-se a carência de documentos orientadores que auxiliem na utilização de TICs no planejamento urbano, sendo localizado como principal trabalho científico Melo et al. (2022), motivo pelo qual ele se tornou o fio condutor no desenvolvimento do produto Protocolo Estrutural TIC-PU (PETIC-PU). A Figura 3 apresenta a relação das atividades base para o desenvolvimento do PETIC-PU.

Figura 3: Atividades base para PETIC-PU.



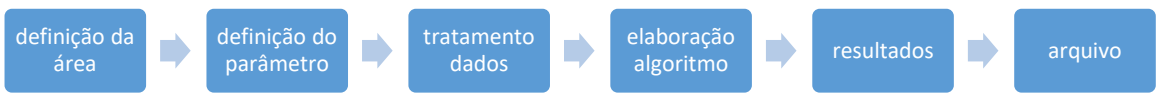
Fonte: Autores (2023)

O protocolo proposto aponta diretrizes que tratam sobre os stakeholders e suas competências, as bases necessárias e os softwares indicados. Com relação aos stakeholders envolvidos no processo, destaca-se a necessidade de profissionais que atendam aos seguintes perfis: (1) domínio em softwares como Qgis e CityEngine, bem como com habilidades para desenvolvimento de algoritmo; (2) com conhecimentos a respeito de parâmetros urbanísticos. Estes profissionais devem trabalhar de forma colaborativa, para tanto podem fazer uso de Ambiente comum de dados (CDE), onde possam compartilhar informações e dados. É indicado ainda, que sejam realizadas reuniões com registro das tomadas de decisão em suas respectivas atas.

As bases necessárias referem-se as legislações pertinentes, que no caso, geralmente são Estatuto da Cidade, Plano Diretor Municipal e Código de Obras Municipal. Sobre os softwares, o presente artigo indica o Qgis e o CityEngine, para que possa ser realizada a integração GIS-BIM.

Partindo-se do estudo proposto por Melo et al. (2022), o desenho do processo do protocolo PETIC-PU, em sua versão alfa pode ser apresentado em 6 etapas principais (Figura 4): definição da área de estudo; definição do parâmetro urbanístico a ser trabalhado, tratamento dos dados; elaboração de algoritmo suporte; apresentação de resultados e arquivamento do processo.

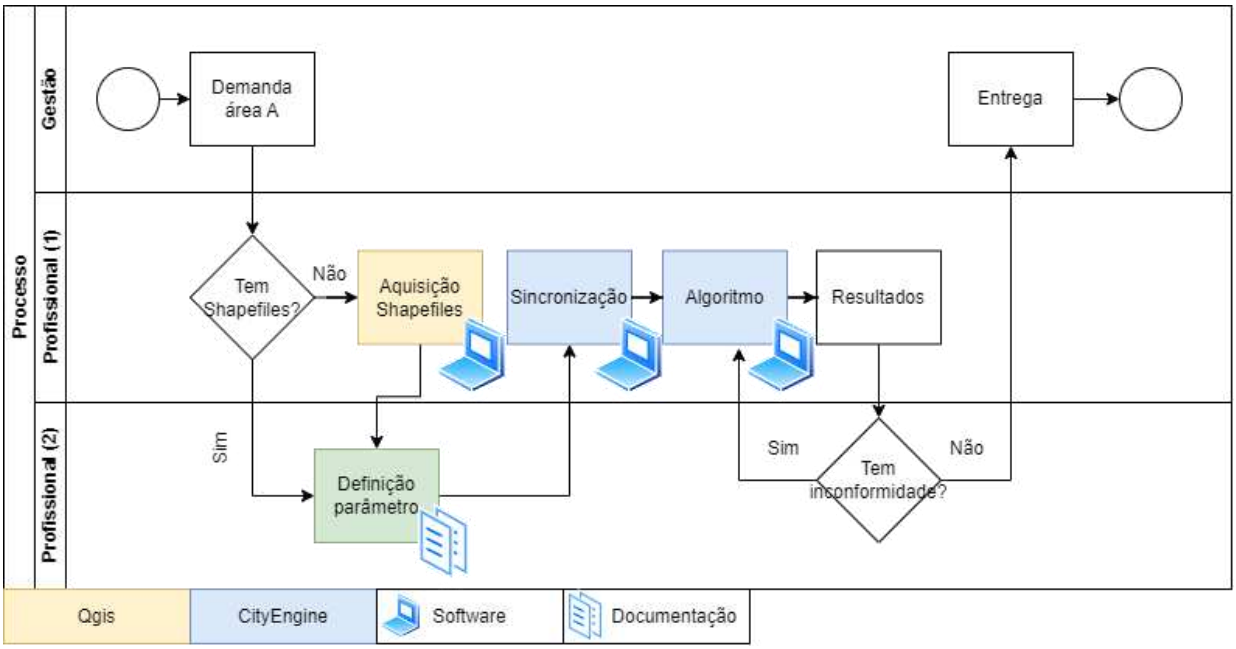
Figura 4: Etapas principais do processo de PETIC-PU.



Fonte: Autores (2023)

A Figura 5 apresenta o delineamento do mapa do processo do Protocolo Estrutural TIC-PU (PETIC-PU), em sua versão beta, que atende aos requisitos indicados por Bartolomei et al. (2022): (1) permita a integração de dados; (2) possua inteligência geográfica e (3) forneça visualização das informações.

Figura 5: Mapa do processo do PETIC-PU.



Fonte: Autores (2023)

O processo sugerido tem como objetivo estruturar as etapas de forma que essas possam ser descritas, apresentando os setores/profissionais envolvidos, seus entregáveis, as ferramentas/documentos utilizados e as interrelações que as cercam, de forma que possam ser listadas orientações claras para a utilização do *City Information Modeling* no planejamento urbano.

Como premissas, o processo toma como referência as diretrizes de integração GIS – BIM propostas por Melo et al. (2022) e os requisitos apontados por Bartolomei et al. (2022) para um sistema de apoio a decisão (integração de dados, inteligência geográfica e visualização de informações).

O processo é descrito através de um mapa de processo de trocas, em que os setores/profissionais envolvidos são representados no eixo vertical e o eixo horizontal apresenta o ciclo de vida das demandas, nesse caso, iniciando com uma demanda para determinada área do município e encerrando na entrega dos documentos gerados (modelo 3D com informações).

Para cada um dos setores/profissionais, são definidas as atividades envolvidas e as suas respectivas ferramentas/documentos. Com relação as ferramentas tecnológicas empregadas para a execução de cada atividade, o mapa utilizou a figura de desenho de um computador, aliado a legenda por cores (indicando o software específico).

Relevante destacar que o processo previu ainda duas etapas de tomada de decisão, que podem comprometer o andamento, gerando inclusive atrasos na entrega final. Na etapa final, que corresponde ao encerramento/atendimento à demanda, indica-se que seja providenciado o arquivamento de todos os produtos gerados, inclusive as atas das reuniões.

A importância do arquivamento se dá para que futuramente, quando consolidado o mapa do processo PETIC-PU, todos os produtos gerados com suas respectivas atas possam ser analisados, através do método de gestão de projetos Ciclo PDCA, com o objetivo de promover a melhoria contínua do processo, produtos e serviços.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa partiu da necessidade de contribuir para a transformação das cidades em ambientes mais sustentáveis e inclusivos. Deste modo, ela teve como principal objetivo “Propor um protocolo estruturado que auxilie na utilização de TICs no planejamento urbano”. O protocolo desenvolvido pode ser separado em diretrizes e mapa do processo. Com relação as diretrizes, elas tratam sobre os stakeholders e suas competências, as bases necessárias e os softwares indicados (Qgis e CityEngine). A principal contribuição

do protocolo é a descrição do mapa do processo, que indica os setores/profissionais no eixo vertical e o ciclo de vida das demandas no eixo horizontal.

A pesquisa realizada apresenta como contribuições: (a) possibilidade de compreensão de como o GIS pode interagir com o BIM para integração de dados, inteligência geográfica e visualização de informações que facilitam o planejamento urbano; (b) mapeamento das atividades envolvidas no processo; e (c) definição de diretrizes que tratam sobre os stakeholders e suas competências, as bases necessárias e os softwares indicados. Por fim, esta pesquisa auxilia na utilização de TICs no planejamento urbano.

Pode-se apontar como limitação da pesquisa, o protocolo ter sido desenvolvido considerando dois softwares pré-determinados, a saber Qgis e CityEngine. Nesse contexto, recomenda-se para trabalhos futuros investigar a adaptação do protocolo em relação a outros softwares. Tendo o artigo o objetivo de desenvolver o protocolo, indica-se ainda como possibilidade de trabalhos futuros, a realização de uma experimentação prática do protocolo em um órgão público que atue na gestão e planejamento urbano, para avaliar sua efetividade.

Diante do exposto pode-se concluir que, o protocolo proposto facilita a utilização do CIM (GIS e BIM), ao permitir uma melhor visualização de informações (com a integração de dados e inteligência geográfica). O modelo gerado se caracteriza como um sistema de apoio a decisão no planejamento urbano, favorecendo assim a gestão pública. Nesse sentido, é possível se alcançar através da utilização das TICs uma maior aproximação ao perfil de cidades inteligentes. No entanto, é necessário apontar que, mesmo diante desses resultados, o processo é lento, sobretudo pela necessidade de investimentos em softwares e qualificação.

5 AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (PROPI) e a Diretoria de Pesquisa e Inovação do Campus Natal-Central (DIPEQ) pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

ABDALA, L. N.; Schreiner, T.; COSTA, E. M. da; SANTOS, N. dos. Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis? Uma revisão sistemática de literatura. **International Journal Knowledge Engineering and Management**, Florianópolis, SC, v. 3, n. 5, mar/jun 2014. ISSN 2316-6517. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/ijkem/article/view/81671. Acesso em: 26 mar. 2023.

AGUERO, N. F.; TOLEDO, A. M. A.; FONTENELLI, J. V.; VILELA, M. de O.; CORREA, R. M. T. Capacitação em geoprocessamento de funcionários municipais da região sudoeste do estado de Goiás para apoio à gestão do espaço urbano/regional. In: SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013.

ALMEIDA, F.; ANDRADE, M. A integração entre BIM e GIS como ferramenta de gestão urbana. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

ARCURI, N.; RUGGIERO, M. de; SALVO, F.; ZINNO, R. Automated Valuation Methods through the Cost Approach in a BIM and GIS Integration Framework for Smart City Appraisals. **Sustainability**, v. 12, n. 18, p. 7546, set. 2020. https://doi.org/10.3390/su12187546. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7546. Acesso em: 2 abr. 2023.

BARTOLOMEI, B. da R.; PAULA, M. M. V. de; SOUZA, V. C. de. Identificação das demandas de dados para auxiliar o planejamento urbano municipal a partir de um estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 18., 2022, Curitiba. **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2022.

BRASIL. **Carta Brasileira Cidades Inteligentes**. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-urbano/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRÍGITTE, G. T. N.; COSTA, R.; BACILI, L.A. Cidades Hackeáveis a partir de Gêmeos Digitais: uma proposta para o Smart Campus Facens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2021. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/603. Acesso em: 2 abr. 2023.

CABRAL, L. N.; CÂNDIDO, G. A. Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, PR, v. 11, 2019. ISSN: 2175-3369. Disponível em: https://www.scielo.br/j/urbe/a/b6W57J68KwHWXbbHRGvG8gG/?lang=pt. Acesso em: 26 mar. 2023. https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.002.AO08.

DING, X.; YANG, J.; LIU, L.; HUANG, W.; WU, P. Integrating IFC and CityGML Model at Schema Level by Using Linguistic and Text Mining Techniques. **IEEE Access**, v. 8, 2020. Disponível em https://ieeexplore.ieee.org/document/9042339. Acesso em: 2 abr. 2023. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2982044.

DUARTE, F. P. **Análise do Uso do TerraView 4.2.0 no Cadastro Territorial Multifinalitário:** um estudo de caso da área central do Campus da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa – MG. 2013. Monografia (Curso de Geografia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 1ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GUIDI, W. P. **Especificações técnicas para termo de referência na elaboração de bases cartográficas municipais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

HARVEY, David. Do gerenciamento ao empresariamento: a transformação da administração urbana no capitalismo tardio. São Paulo, **Espaço e Debates**, nº 39, 1996, p. 48-64.

INPE. Ministério das Cidades divulga edital para capacitação baseada no TerraView e TerraSIG. **INPE**, 2010. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2139. Acesso em: 09 de jun. de 2023.

LAZZARETTI, K.; SEHNEM, S.; BENCKE, F. F.; MACHADO, H. P. V. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, PR, v. 11, 2019. ISSN: 2175-3369. Disponível em: https://www.scielo.br/j/urbe/a/3LscvBK8vN86Q3fyFvzx7Fw/?lang=pt. Acesso em: 26 mar. 2023. https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.e20190118

MELO, F. I. V. de; GIESTA, J. P.; QUEIROZ, L. A. P. da C. de. City Information Modeling como ferramenta na gestão urbana: aplicação da integração GIS-BIM. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, 2022. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25930/22756. Acesso em: 2 abr. 2023. DOI http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25930

MELO, F.; GIESTA, J. City Information Modeling: uma análise na biblioteca digital brasileira de teses e dissertações. In: ENCONTRO ACADÊMICO DE BIM DE MINAS GERAIS, 4., 2020, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBIM, 2020. Disponível em: https://www.cbim-mg.com/_files/ugd/964711_aa22901e6973441196217177 64edd9f9.pdf. Acesso em: 2 abr. 2023.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World urbanization prospects**: the 2011 revision. 2012. Disponível em: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>. Acesso em: 26 mar. 2023.

PEREIRA, A. P. **Os desafios para a implementação do city information modeling como instrumento na gestão urbana**: o caso de Curitiba, Paraná. 2017. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2017.

ROSA, M. O. **O processo de urbanização e qualidade de vida**: observações sobre o espaço urbano de Brasília. 2014. Monografia (Curso de Pós–Graduação em Direito Urbanístico e Regulação Ambiental) - Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD), Brasília, 2014.

SANTOS, Paulo Ivson Netto**. Information Visualization for Managing Large-Scale Engineering Projects**. 2018. Tese (Doutorado em Informática) - Puc-Rio, Rio de Janeiro, 2018.

SANTOS, J. C. dos; ANDRADE, M. L. V. X. De. CIM como integração de dados minucipais: uma possibilidade para o planejamento urbano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2021. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/620. Acesso em: 2 abr. 2023.

YOSINO, Carolina Midori Oquendo; FERREIRA, Sergio Leal. Integração BIM e GIS para a Formação de Modelos CIM: Aplicação em Subsistemas Urbanos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.