



PROPOSTA PARA ELABORAÇÃO DE UM FLUXO DE PROCESSOS PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS VIÁRIOS URBANOS.

Israel Gustavo Freitas Figueredo

Marcelo Franco Porto

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Engenharia da UFMG

RESUMO

Os projetos viários urbanos (PVU) têm por finalidade desenvolver intervenções viárias urbanas em novas vias ou vias existentes com o objetivo de trazer melhorias, permitindo os diversos tipos de deslocamento e aumentando a segurança viária para as diferentes atividades que acontecem nas cidades diariamente. O presente artigo visa a elaboração de um fluxo de processos para o desenvolvimento de PVU. O método adotado na pesquisa foi o Design Science Research, dividido em cinco etapas: identificação do problema, entendimento do problema, desenvolvimento, avaliação e agregação do valor/conclusão. Após ao desenvolvimento do fluxo de processos foi elaborado um projeto piloto através de um estudo de caso, o cenário foi simulado no SUMO (Simulation of Urban Mobility), após os resultados da simulação, foi elaborado um projeto contemplando as etapas do fluxo de processos proposta para validação e modelagem 3D para visualização do projeto.

ABSTRACT

This paper discusses Design Urban Roadways and develop interventions on new and existing roads with the aim of bringing solutions, allowing for different types of travel and increasing road safety for the different activities. The present article aims to elaborate a process development flow for the Design Urban Roadways, the aggregation method adopted for the research was the Design Science Research, divided into five stages: problem identification, problem understanding, development, conclusion and evaluation of added value. After the development of the process flow, a pilot project was created through a case study, the scenario was simulated in SUMO (Simulation of Urban Mobility), after the simulation results, a project was prepared contemplating the steps of the proposed process flow for validation and 3D modeling for design visualization.

1. INTRODUÇÃO

As cidades são fundamentais para atividades sociais e econômicas dentro de uma determinada área, a centralização molda o espaço urbano e o estilo de vida dos seus habitantes, e são um importante local onde se realiza trabalho, estudo, residência, lazer, compras dentre outros. Por isso há uma necessidade de livre circulação e acessibilidade às necessidades de pessoas, bens e serviços (Strulak-Wójcikiewicz e Lemke, 2019).

As grandes cidades urbanas estão em constante crescimento de migração populacional e de acordo com a Organização das Nações Unidas – ONU, em 2018 cerca de 55% da população mundial se localizava em áreas urbanas e projeta-se que em 2030 cerca de 60% da população mundial residirá em cidades com pelo menos meio milhão de habitantes. É necessária uma nova perspectiva na urbanização e desenvolvimento para tornar as cidades seguras, sustentáveis (United Nations, 2018).

O crescimento das cidades contribuiu para o aumento do uso dos transportes - tanto no nível individual quanto na esfera coletiva, impactando diretamente no movimento de pessoas e cargas e no tempo no trânsito. O tráfego congestionado causa diversos problemas como perda de tempo gasto em congestionamentos, aumento de emissão de poluentes na atmosfera, causa estresse nos condutores, reduz a produtividade dentre outros problemas (Bertini, 2005).



Objetivando a melhoria das condições de mobilidade nas cidades, o Governo Federal (2012) sancionou a lei de diretrizes da política nacional de mobilidade urbana, por meio de planejamento e gestão democrática, dos modos de transporte para os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano. A lei estabeleceu a priorização dos modos não motorizados sobre os motorizados e do transporte coletivo sobre o individual motorizado, além de estipular padrões de emissão de poluentes, podendo condicionar acesso a espaços urbanos sobre controle (Brasil, 2012).

A pergunta de pesquisa que este artigo objetiva responder é como gerar um fluxo de processos para desenvolver, formatar e elaborar projetos viários urbanos em suas diferentes disciplinas, tornando o processo colaborativo. A hipótese assumida é que a elaboração do fluxo de processos na etapa de elaboração de projeto, colaborará na definição de responsabilidades e identificação das interfaces entre as disciplinas para o desenvolvimento dos projetos viários urbanos e tornará a metodologia compreensível a todos os agentes envolvidos no processo em suas mais diversas disciplinas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A seguir é apresentada a revisão da literatura, tendo como objetivo principal apresentar conceitos de processos e projetos viários urbanos, fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1. Processos

Processos são atividades que são inter-relacionadas, que transformam insumos em produtos. Os trabalhos com processos acontecem desde os primórdios. Em síntese, se bem aplicados, são um meio das organizações se tornarem mais competitivas e com uma maior produtividade, criando condições de serem operadas e baseadas em processos (Cruz, 2004).

Os processos de desenvolvimento de projetos de engenharia passaram por inúmeras inovações nos últimos anos, foram abandonadas as representações dos desenhos a lápis, substituídos pelos desenhos bidimensionais e tridimensionais gerados através de *softwares* que permitem desenvolver projetos com o auxílio de computadores. Esse processo evoluiu para o *Building Information Modeling* (BIM), conhecido como Modelagem da Informação da Construção (GTBIM, 2013).

Os projetos de engenharia enfrentam muitos problemas pelos processos de entregas atuais, isso resultou no anseio da indústria por métodos alternativos onde a colaboração substitua a entrega fragmentada dos projetos (Piroozfar *et al.*, 2019).

Há necessidade de que os processos sejam organizados e suas atividades sejam documentadas e controladas para evitar gastos desnecessários de recursos, retrabalhos, dentre outros. Um dos principais problemas quanto a entender processos é que muitas organizações são fundamentadas em funções e não em processos, assim cada empregado entenderia sua responsabilidade e papel além do resultado que se esperam dele (Cruz, 2004).



2.2. Projeto viário urbano

Projeto viário urbano é definido como um dos projetos necessários às intervenções urbanas na cidade e possuem complexidades diferentes, abrangendo desde a implementação de novas vias, correções geométricas de interseções, acessibilidade através das normas vigentes, e dos projetos de sinalização horizontal, vertical, indicativa, semafórica dentre outros (Belo Horizonte, 2011).

No Artigo 21 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), compete aos órgãos e entidades dos Municípios, no âmbito de sua circunscrição, (...) planejar, projetar, regulamentar e operar o trânsito de veículos, de pedestres e de animais, e promover o desenvolvimento da circulação e da segurança de ciclistas (Brasil, 1997).

O CTB, no artigo 88, no Capítulo VII, reitera que “Nenhuma via pavimentada poderá ser entregue após sua construção, ou reaberta ao trânsito após a realização de obras ou de manutenção, enquanto não estiver devidamente sinalizada, vertical e horizontalmente, de forma a garantir as condições adequadas de segurança na circulação (Brasil, 1997).

Propor intervenções viárias é uma maneira de buscar melhorias em um local onde o trânsito possa estar com baixa capacidade, velocidade de fluxo reduzida e tempo perdido. É necessário, que os parâmetros de tráfego sejam aplicados em diversos cenários para possibilitar análises advindas desses estudos a partir de simulações computacionais, que são representações matemáticas da realidade modeladas para possibilitar a análise de soluções e comportamento dos sistemas (Barceló, 2012).

Em seu Manual de Elaboração de Projetos viários, a BHTRANS estabelece uma série de procedimentos para elaboração dos projetos viários urbanos como: estudo técnico, diretrizes viárias, concepção, anteprojeto, levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral, projetos viários, processo de análise para aprovação de projetos executivos e seus complementares elaborados por terceiros, análise do processo, paralisação ou aprovação do projeto (Belo Horizonte, 2011a).

3. METODOLOGIA

O método de pesquisa em que esse trabalho se fundamenta é o *Design Science Research* (DSR) em função da sua contribuição teórico-prática. Esse método consiste em desenvolver inovações com o objetivo de solucionar problemas reais e gerar uma contribuição científica prescritiva. A abordagem é amplamente utilizada de forma a associar a prática e a teoria (Dresch *et al.*, 2015).

A *Design Science Research* tem como objetivo de pesquisa “desenvolver soluções cientificamente fundamentadas que sejam capazes de resolver problemas do mundo real. Dessa forma, estabelece um vínculo adequado entre teoria e prática, fortalecendo a relevância da pesquisa acadêmica” (Rocha *et al.*, 2012. p.1).

Diversos autores padronizaram etapas distintas da DSR para condução das suas pesquisas, o trabalho proposto busca além do conhecimento acerca do tema a proposição para os problemas levantados. O presente trabalho foi desenvolvido em cinco etapas conforme detalhado na Figura



1, e brevemente descrito na sequência.

3.1. Etapas do trabalho de acordo com o método proposto

A partir de pesquisas da literatura foi delineado o procedimento metodológico que norteou a pesquisa, que compreendem as etapas de identificação do problema, entendimento do problema, desenvolvimento, avaliação e agregação do valor/conclusão, que visam atender os objetivos específicos para a solução dos problemas identificados, alcançando o objetivo do trabalho.

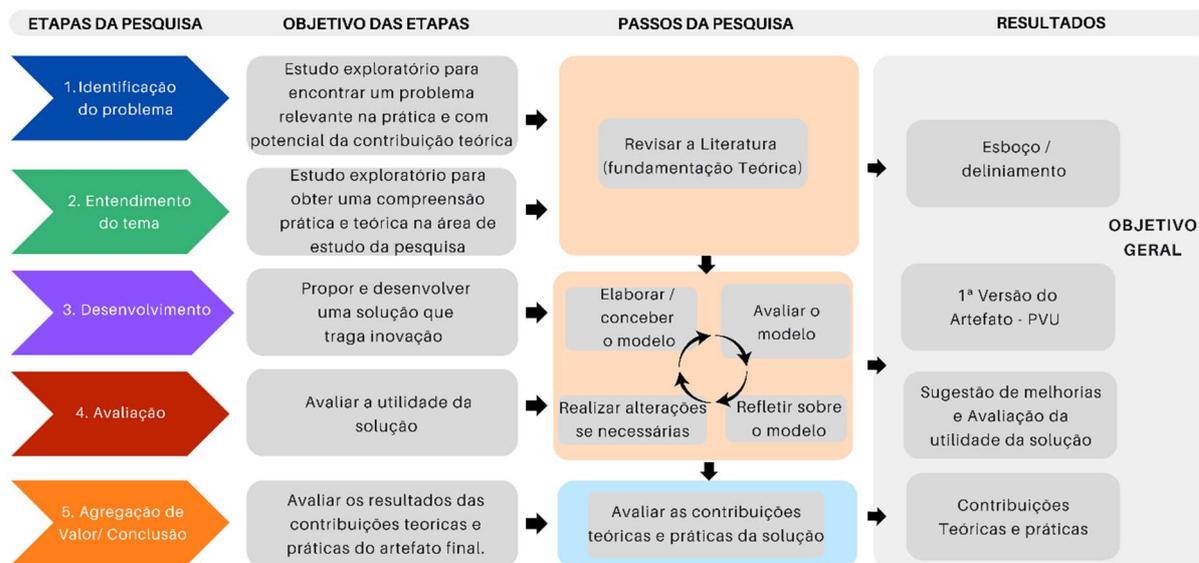


Figura 1: Etapas do processo da pesquisa baseado na DSR

3.2. Framework do trabalho

A figura 2 apresenta o framework do trabalho. A pesquisa foi realizada em cinco etapas como apresentado no fluxograma da figura 1, com o objetivo de identificar a sequência de processos no desenvolvimento de PVU, considerando o que é praticado atualmente e suas diversas disciplinas.

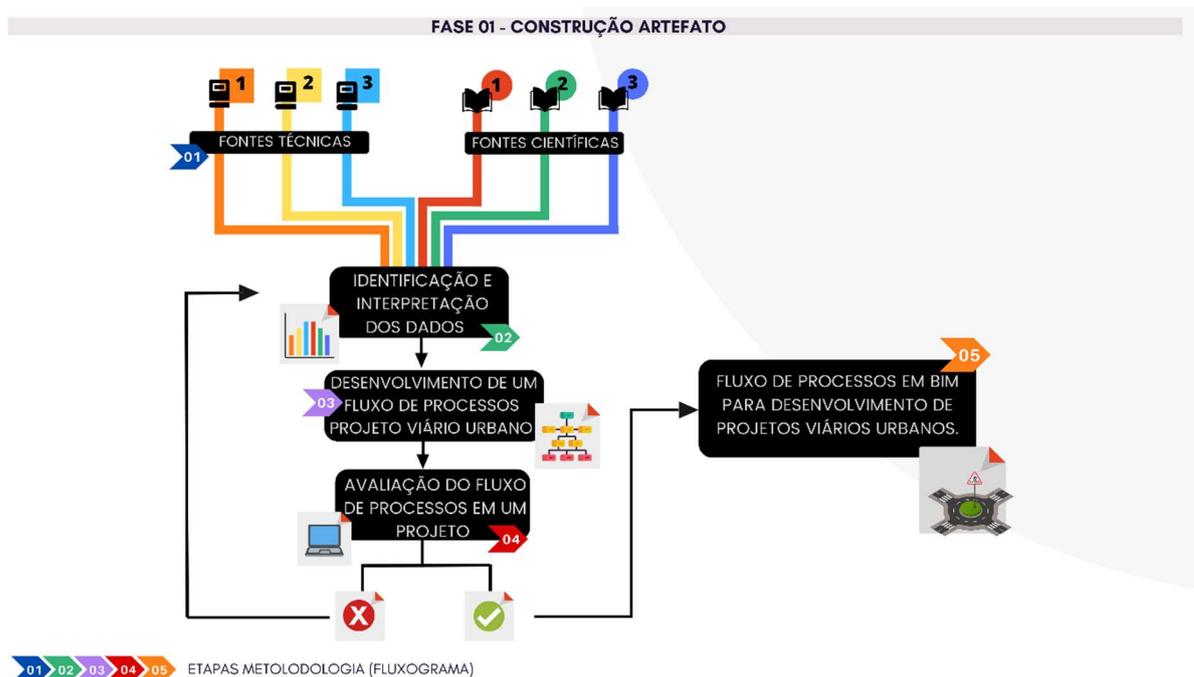


Figura 2: Framework do trabalho

4. DESENVOLVIMENTO

A seguir é apresentado o desenvolvimento do trabalho seguindo os passos apresentados na figura 1 o desenvolvimento foi delineado pelas cinco etapas do fluxograma e foi validado por um projeto piloto.

4.1. Identificação do problema

A etapa de identificação do problema compreendeu em identificar um problema real e relevante, obtendo a compreensão e conscientização do mesmo por meio de estudo de caso e análise de referencial teórico.

No contexto em que este trabalho está inserido, o tema surgiu a partir de observações práticas da necessidade de um fluxo de processos na etapa de elaboração dos desenvolvimentos dos projetos viários urbanos, para mapeamento das práticas atuais de elaboração dos projetos, as metodologias usadas, normas, manuais com o objetivo de identificar o problema real.

4.2. Entendimento do problema

A segunda etapa teve como objetivo obter uma compreensão teórica e prática de forma a compreender o problema apresentado na etapa de identificação, tendo como objetivo prováveis resultados para sua solução.

Para um melhor entendimento do problema apresentado foi desenvolvido uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), para servir como base teórica do tema estudado e identificação do seu estado da arte. Simultaneamente à RSL, foi desenvolvido um estudo exploratório, conforme figura 3, com a intenção de aprofundar os conhecimentos na área, através de cadernos



de encargos, manuais, normas técnicas, documentos, leis e decretos para análise de todas as informações necessárias para a construção do artefato.

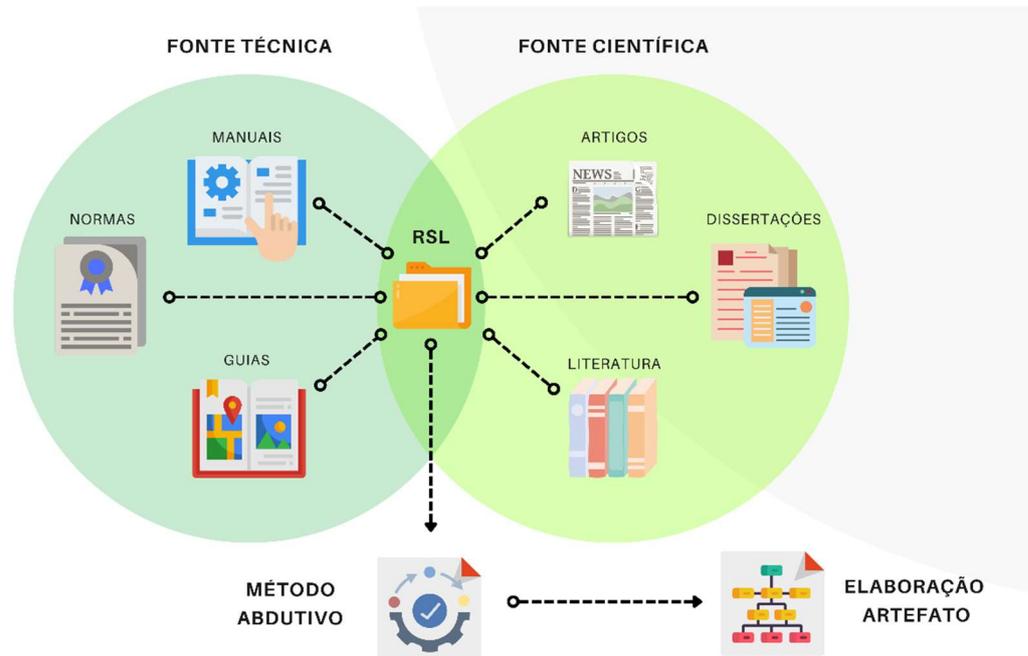


Figura 3: Fontes para elaboração do Artefato

O DSR requer criatividade, para isso foi escolhido o método abdutivo que, diferente de outros métodos como o indutivo e dedutivo, consiste na elaboração de possíveis soluções para o problema identificado, com o objetivo de encontrar uma solução que seja mais satisfatória, unindo a prática à teoria, usando conhecimentos prévios e a criatividade para introdução de novas ideias (Dresch *et al.*, 2015; Vaishnavi *et al.*, 2019; Pimentel *et al.*, 2020).

Após a análise de todas as informações, dados e documentos coletados foi possível desenvolver uma melhor investigação da situação no contexto atual de desenvolvimentos dos PVU, sendo possível avaliar e comparar os resultados alcançados através da RSL, sendo de fundamental importância a proposição do artefato que foi a criação de um fluxo de processos para elaboração dos projetos viários urbanos.

4.3. Desenvolvimento do artefato

Nessa etapa foi feito o desenvolvimento do artefato. Com os conhecimentos obtidos na etapa de entendimento do problema, através das fontes científicas e técnicas, foi possível mapear as etapas para elaboração do projeto viário urbano e o detalhamento de cada etapa.

Para o desenvolvimento do artefato foi realizado um estudo empírico, para tabulação e análise das informações para elaboração dos PVU como: literatura, manuais, documentações e observações. Foi possível o desenvolvimento de um estudo diagnóstico que serviu de fontes de evidência para o trabalho, conforme indicado na tabela 1, onde são apresentadas as documentações levantadas, literaturas e observações dos pesquisadores.



Tabela 1: Fontes de evidência para o trabalho

Tipos de Evidência	Diagnósticos	Principais Fontes
Documentação	Funcionamento do atual fluxo de processos, mapa de processos, dados de produção de projetos, profissionais que elaboram PVU, manuais técnicos, leis e decretos,	Documentos elaborados para elaboração de projetos viários com foco no urbano, leis que padronizam e estabelecem critérios para o desenvolvimento dos projetos.
Literatura	Artigos, dissertações, livros, monografias, teses na área de estudo.	Google acadêmico e Portal Capes
Observações	Visita técnica em empresas.	Com as observações foram mapeadas etapas de elaborações para um diagnóstico mais preciso.

4.3.1. Etapas de elaboração do PVU

De posse de todas as fontes de evidência para elaboração do primeiro artefato foram mapeadas as etapas de elaboração dos PVU, divididas em: demanda, estudo técnico de circulação/concepção, levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral, projeto geométrico, projeto de acessibilidade, projeto cicloviário, projetos de sinalização, projeto semaforizado, projetos complementares, levantamento de quantitativos e orçamentação.

Os projetos de acessibilidade outrora inseridos nos projetos geométricos (Belo Horizonte, 2011a) passam a ser uma etapa fundamental de elaboração dos projetos viários urbanos, devido às legislações como a lei nº 12.587 de 2012 que instituiu as diretrizes da política nacional de mobilidade urbana e as normas de acessibilidade NBR 9050/2020 e NBR 16537/2016. Os projetos de acessibilidade possuem complexidades diferentes e necessitam de soluções únicas sendo necessário estudos específicos para cada local onde o projeto será implantado.

O fluxo de processos desenvolvido conforme figura 4, tem dois caminhos. O primeiro seria a solicitação de elaboração dos PVU por órgãos competentes através da criação de novas vias ou requalificação local através da contratação regida pelas leis de licitações e contratos, o qual não é objeto desse trabalho. O segundo caminho que é o fluxo objeto desse trabalho foi desenvolvido para elaboração dos PVU por empresas privadas, para regularização de empreendimentos e licenciamentos, para requalificações das vias por instituições não governamentais como as organizações não governamentais (ONG), projetos advindos das



medidas mitigadoras dos relatórios de impacto de circulação/trânsito, dentre outros.

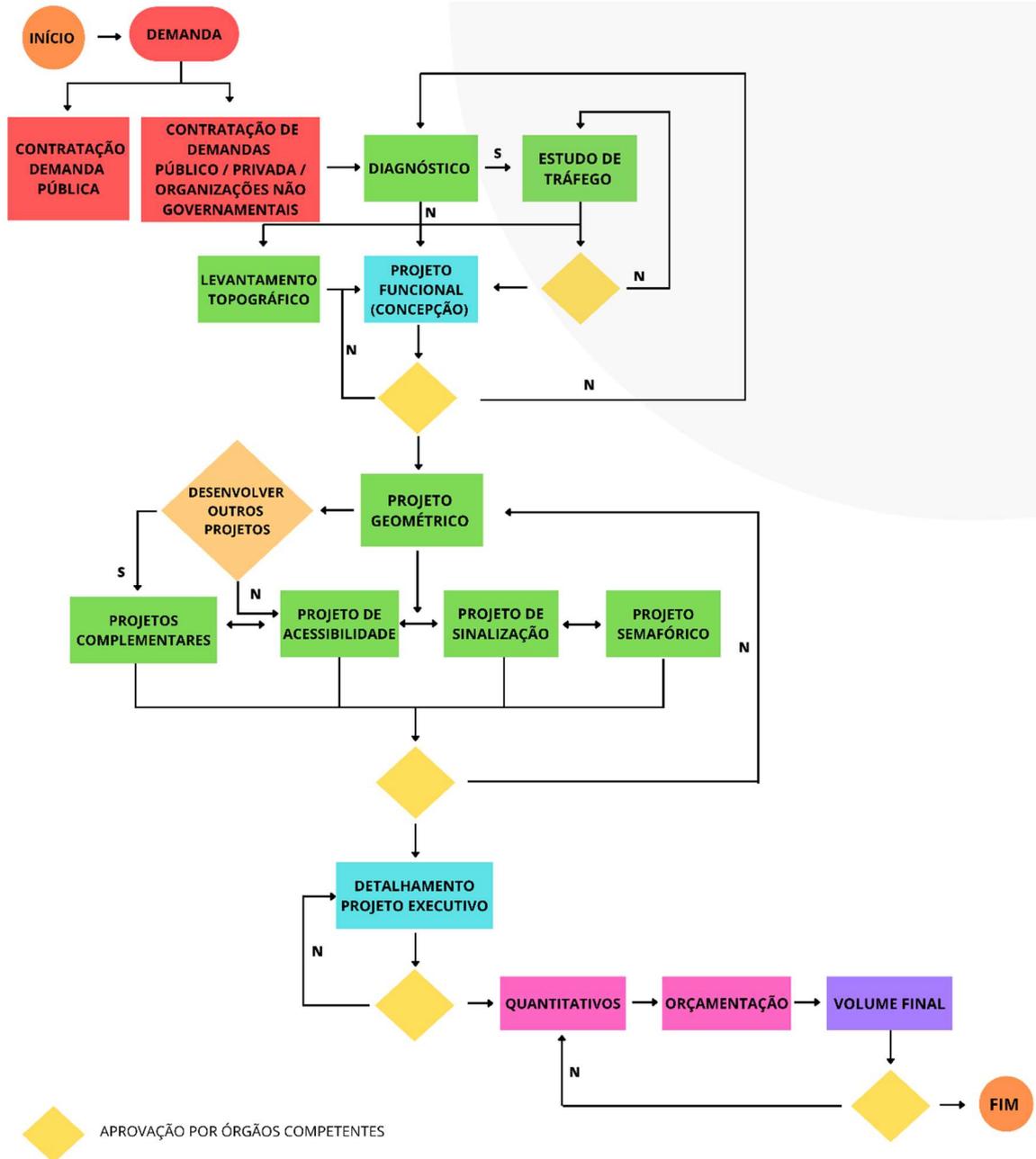


Figura 4: Artefato proposto

4.4. Avaliação do Artefato

Para avaliação do artefato foi desenvolvido um projeto viário urbano piloto passando por diversas etapas de sua elaboração, foi definida a área estudada e foram realizados estudo técnico



de circulação/concepção, levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral da área, projeto geométrico, acessibilidade, sinalização horizontal, vertical de regulamentação, vertical de advertência, sinalização indicativa, semaforica, cicloviária e levantamento de quantitativos e orçamento.

A área para desenvolvimento do projeto piloto foi a Av. Olegário Maciel entre as ruas Professor Antônio Aleixo e avenida Álvares Cabral, uma das principais vias da região centro-sul de Belo Horizonte/MG. Essa avenida liga importantes avenidas da capital mineira. As ruas definidas na área de estudo são vias arteriais de acordo com o mapa de hierarquização do sistema viário de Belo Horizonte (Belo Horizonte, 2011b).

Foi desenvolvido um estudo técnico da circulação no local e concepção, realizadas vistorias para melhor compreensão. Além disso, foi desenvolvida a simulação do local através do programa de simulação, o SUMO (*Simulation of Urban Mobility*). Para isso foi feita a preparação do ambiente de simulação, execução da simulação do cenário atual, foi pensada uma proposta de intervenção, execução da simulação da proposta de intervenção e depois avaliado os parâmetros de avaliação das simulações.

Para o local do projeto piloto foi realizado o levantamento planialtimétrico cadastral e realizado um projeto básico funcional. Após a análise do projeto básico funcional foi desenvolvido o projeto geométrico que realizou alterações nos pontos de embarque e desembarque conforme figura 5 e após essas alterações foram desenvolvidos os projetos de acessibilidade, sinalização e semaforico.

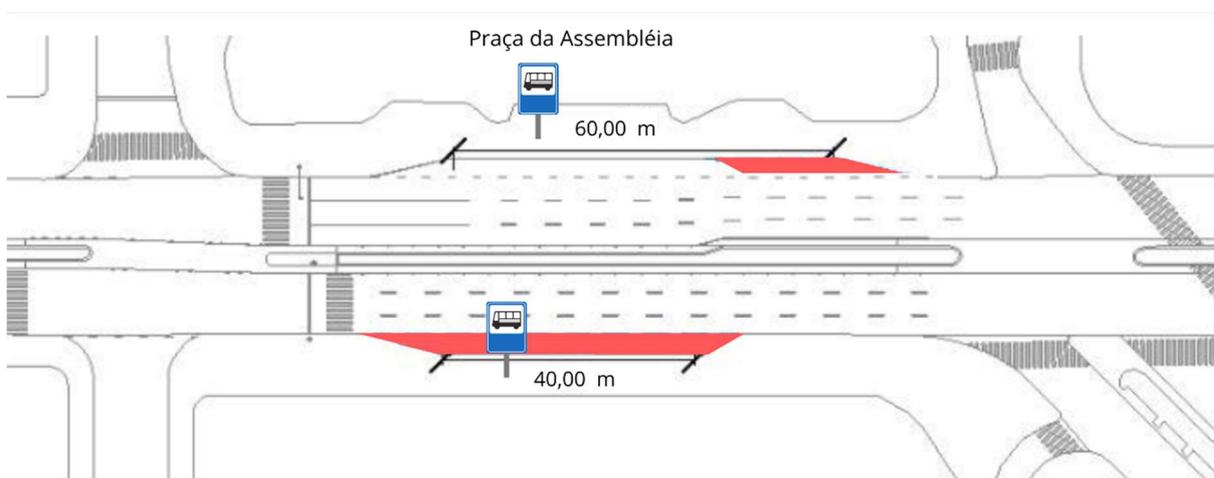


Figura 5: Alterações geométricas no projeto piloto.

Após a análise das etapas acima, foram desenvolvidos o projeto executivo com os detalhamentos para melhor entendimento, o levantamento dos quantitativos, planilha de orçamentos e montagem do volume final. Para melhor visualização do projeto foi feita uma modelagem em 3D no local Conforme figura 6.

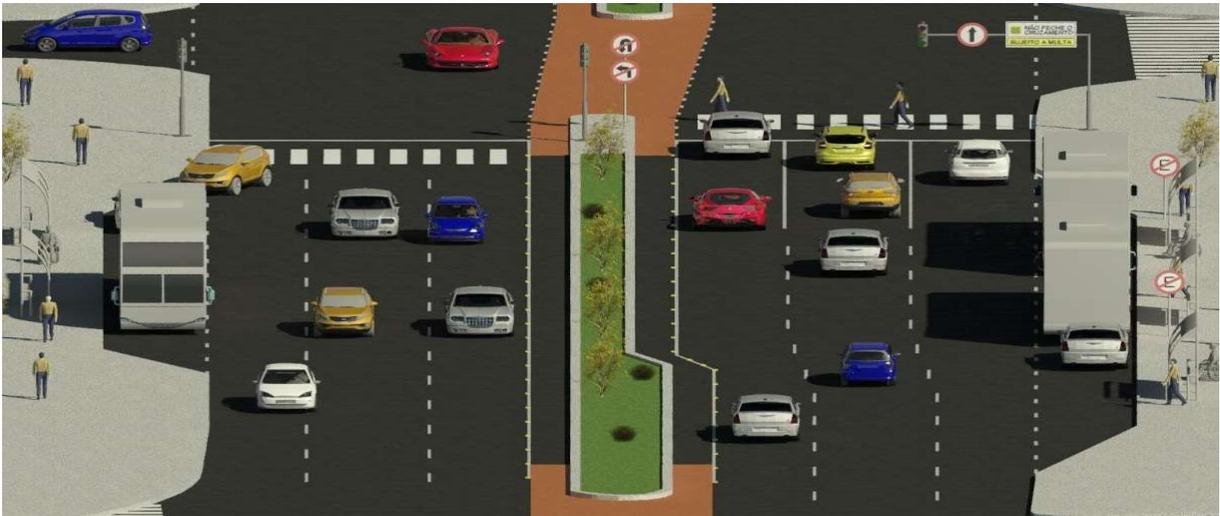


Figura 6: Renderização do projeto viário urbano.

4.5. Agregação de Valor/Conclusão

A elaboração de um fluxo de processos para o desenvolvimento dos projetos viários urbanos (artefato), contribuiu na integração das etapas do projeto, interação entre as disciplinas necessária, auxiliará empresas privadas que elaboram PVU, corroborará para redução de retrabalhos, melhoria na comunicação e compartilhamento de informações.

5. CONCLUSÃO

Esse trabalho teve como objetivo propor um fluxo de processos para o desenvolvimento de projetos viários urbanos com foco em empresas privadas, neste trabalho foi desenvolvido uma revisão sistemática da literatura abordando fontes científicas e técnicas para mapeamento das etapas de elaboração dos PVU. O método de pesquisa adotado foi a DSR e foi delineado em cinco etapas em um projeto piloto para validação, com o fluxo proposto foi possível desenvolver o projeto piloto em todas as etapas do PVU desde os estudos até a entrega do volume final.

5.1. Limitações

O presente trabalho possui algumas limitações, a começar pelo fato que foi delineado um fluxo de processos para elaboração dos projetos por empresas privadas. Dessa forma outras demandas como projetos oriundos de contratações e licitações públicas não foram contempladas nessa pesquisa.

A revisão sistemática da literatura também está focada em projetos viários urbanos com ênfase nas cidades e suas complexidades, e que seria interessante abordar aspectos rodoviários e também para implementação por exemplo do Modelo da Informação da Construção o BIM.

5.2. Recomendação para trabalhos futuros

Recomenda-se para produção de futuros trabalhos o aprofundamento do fluxo de processos, considerando as complexidades de cada etapa e as variáveis que podem surgir com o



desenvolvimento dos projetos. A validação desse fluxo proposto por especialistas na área visto o amplo conhecimento na elaboração e desenvolvimentos dos PVU.

Outra abordagem interessante seria a introdução da metodologia BIM e outros modelos de colaboração e integração de projetos para melhoria da interoperabilidade, redução de retrabalhos e erros, além de melhoria da comunicação entre os projetistas e futuros modeladores BIM. Visto que em poucos anos todo e qualquer projeto de engenharia deverá ser desenvolvido em BIM devido aos decretos federais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2016) *NBR 16537 – Acessibilidade – Sinalização tátil no piso – Diretrizes para elaboração de projetos e instalação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT (2020) *NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- Barcelo, J. (2012) *Fundamentals of traffic simulation*. 2010. ed. New York, NY: Springer, 2012.
- Belo Horizonte (2011a) Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. Diretoria de Desenvolvimento e Implantação. Coordenação de Projetos de Trânsito. Gerência de Projetos de Trânsito. *Manual de Elaboração de Projetos Viários para o Município de Belo Horizonte*. 1ª Edição, Belo Horizonte, 2011
- Belo Horizonte (2011b) Prefeitura de Belo Horizonte. *Mapa Hierarquização Viária do Município de Belo Horizonte*.
- Bertini, R. L. (2005) You are the traffic jam: an examination of congestion measures. In: *85th Annual Meeting Of The Transportation Research Board*. Washington, DC, Nov. 2005.
- Brasil (2007) Lei nº 9.503, de 20 de setembro de 1997. *Institui o Código de Trânsito Brasileiro*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 24 set. 1997. Retificado em 25 set. 1997
- Brasil (2012) Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. *Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana*. Brasília, DF.
- Cruz, T. (2004) *Workflow II: A Tecnologia que revolucionou processos* / Tadeu Cruz: E-papers Serviços Editoriais. Ltda., Rio de Janeiro, 2004. 212 p.
- Dresch, A.; D. P. Lacerda e J. A. V. Antunes Jr (2015) *Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- GTBIM (2013) *Guia AsBEA boas práticas em BIM. Fascículo I*. Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura. São Paulo, 2013. 20 p.
- Pimentel, M.; D. Filippo e T. M. Dos Santos (2020) *Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos*. [s.l.] Revista de Educação a Distância e Elearning, 03/2020. v. 3
- Piroozfar, P.; E. R. P. Farrb.; A. H. M. Zadehd.; S. T. Inacio.; S. Kilgallone e R. Jina (2019) *Facilitating Building Information Modelling (BIM) using Integrated Project Delivery (IPD): A UK perspective*. Journal of building engineering, v.26, n. 100907, p. 100907, 2019.
- Rocha, C.G.; C. T. Formoso.; P. Tzortzopoulos-Fazenda.; L. Koskela e A. Tezel (2012) Design Science research in lean construction: process and outcomes. In: *Annual Conference Of International Group Of Lean Construction*, 20., San Diego, 2012. Proceedings... San Diego: State University Of San Diego, 2012.
- Strulak-Wójcikiewicz, R. e L. Justina (2019) *Concept of a simulation model for assessing the sustainable development of urban transport*. Paper presented at the Transportation Research Procedia, v. 39 502-513. doi:10.1016/j.trpro.2019.06.052
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018) *The World's Cities in 2018 - Data Booklet (ST/ESA/ SER.A/417)*.
- Vaishnavi, V.; W. Kuechler e S. Petter (2019) *Design Science Research in Information Systems*. 2019. Design Science Research in Information Systems and Technology.

Israel Gustavo Freitas Figueredo (israelgustavo@gmail.com)

Marcelo Franco Porto (marcelo@etg.ufmg.br)

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 – Belo Horizonte, MG, Brasil