

# SysCityML: Uma técnica para modelagem de aplicações no contexto de Cidades Inteligentes

Rodrigo do Nascimento Siqueira<sup>1</sup>, Davi Viana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC)  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – São Luís – MA – Brasil  
Mestrado – Início: – 01/03/2021 Término: – 01/04/2023 Qualificação: 23/06/2022

rodrigo.nascimento@discente.ufma.br, davi.viana@ufma.br

**Abstract.** *Smart Cities are urban cities developed to improve the quality of life of their citizens, their economy and the social human being. Software modeling is one of the activities that lead to the implementation of a good system, the same goes for Smart Cities systems, however, a modeling must be considered as characteristics of the systems. The objective of this research is to develop a new technique for modeling systems for Smart Cities, SysCityML, an extension of SysML. It was decided to carry out a systematic mapping of the literature, to have a basis for the proposal, which will be. In the systematic mapping, gaps not addressed in other works were identified, helping and providing the basis for the SysCityML proposal.*

**Resumo.** *Cidades Inteligentes são cidades urbanas caracterizadas pela utilização generalizada de tecnologias para melhoramento da qualidade de vida de seus cidadãos, sua economia e o desenvolvimento humano e social. A modelagem de software é uma das atividades que levam à implementação de um bom sistema, o mesmo vale para sistemas de Cidades Inteligentes, porém, a modelagem deve considerar as características próprias destes sistemas. O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma nova técnica para modelagem de sistemas para Cidades Inteligentes, o SysCityML, uma extensão do SysML. Decidiu-se realizar um mapeamento sistemático da literatura, para ter-se uma base para a proposta, que será avaliada. No mapeamento sistemático, identificaram-se lacunas não abordadas em outros trabalhos, auxiliando e dando base para a proposta do SysCityML.*

## 1. Introdução

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), mais da metade da população mundial vive em cidades e as áreas urbanas devem continuar crescendo [UN 2018]. Este crescimento estimula o desenvolvimento de soluções no domínio das Cidades Inteligentes (do inglês, *Smart Cities*).

Um conceito diretamente ligado às Cidades Inteligentes é a *Internet of Things* (IoT), pois oferece maneiras de otimizar as operações da cidade e a eficiência dos serviços e fornece aos cidadãos conectividade de rede através de seus dispositivos físicos. De dispositivos primários com soluções de software simples a sistemas de software de grande escala e alto desempenho que produzem e analisam grandes quantidades de dados, a IoT alcançará todas as áreas de interesse [Jacobson et al. 2017].

Softwares se beneficiam com o uso de modelagem, pois auxilia os desenvolvedores a visualizar melhor o planejamento do sistema e permite que o desenvolvimento seja construído corretamente. Além de que, sistemas computacionais complexos, requerem um alto nível de qualidade, a busca por tais sistemas tem motivado o desenvolvimento de métodos de modelagem [Lima et al. 2021].

Normalmente a modelagem de software usa algum tipo de linguagem de modelagem, como, por exemplo, a UML (*Unified Modeling Language*) e o SysML (*Systems Modeling Language*). Modelagem de software é o processo de desenvolvimento de modelos abstratos de um sistema, apresentando uma visão ou perspectiva mais abrangente do que o sistema é e o que ele tem que fazer.

Por outro lado, a modelagem do comportamento de um software pode ajudar a entender melhor o comportamento do sistema e os fatores que influenciam o comportamento. Já a modelagem da interação pode ajudar a compreender a dinâmica de um sistema, sua organização estrutural e a interação entre objetos.

O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma nova técnica para modelagem de sistemas para Cidades Inteligentes, o SySCityML. Para tanto, inicialmente realizou-se um mapeamento sistemático da literatura, visando buscar soluções propostas por outros autores e prováveis lacunas.

Este artigo é organizado como segue: Seção 2 apresenta alguns conceitos relacionados ao tema abordado; Seção 3 define os objetivos a serem atingidos nesta pesquisa de mestrado; na Seção 4 descreve a metodologia que esta sendo aplicada nesta pesquisa; na Seção 5 apresenta o cronograma e os trabalhos futuros desta pesquisa.

## **2. Fundamentação Teórica**

Esta seção apresentará os conceitos fundamentais de Cidades Inteligentes e facetas IoT. Esses conceitos são fundamentais para o desenvolvimento da proposta desta dissertação.

### **2.1. IoT e Facetas de IoT**

A IoT é um paradigma de comunicação recente que vislumbra um futuro próximo, em que os objetos da vida cotidiana serão equipados com microcontroladores, transceptores para comunicação digital e pilhas de protocolos adequadas que os tornarão capazes de se comunicar entre si e com os usuários, tornando-se parte integrante da Internet [Atzori et al. 2010]. A visão de IoT pode se tornar o alicerce para realizar uma plataforma de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) de escala urbana unificada, liberando assim o potencial da visão de Cidade Inteligente [Hernández-Muñoz et al. 2011], podendo assim ser um conceito que habilita e que dá sustentação principal para Cidades Inteligentes.

Em [Motta et al. 2018], são apresentadas as Facetas IoT, que representam a visão diferentes facetas que caracterizam a multidisciplinaridade da IoT. Neste trabalho os autores apresentam os desafios que envolvem a engenharia de software e a IoT. Foi realizada uma análise das definições de IoT identificadas através de uma revisão da literatura, de um relatório de uma empresa estatal e de preocupações de profissionais, definindo assim as facetas necessárias para a materialização da IoT. Como resultado, foram obtidas o Domínio do Problema e sete facetas diferentes: Conectividade, Coisas, Comportamento, Smartness, Data, Interatividade e Ambiente.

Em [Motta 2021], é apresentado instrumento chamado de IoT Roadmap, para apoiar o desenvolvimento da IoT. Nele é coletado evidências para cada uma das sete Facetas, visando abordar alguns dos desafios existentes da IoT e sua multidisciplinaridade, além de fornecer itens de recomendação específicos para cada faceta.

## **2.2. Modelagens para IoT**

Os sistemas IoT necessitam de uma modelagem para serem desenvolvidos com qualidade, a tomada de decisão deve buscar uma opção que apresente o melhor desempenho, a melhor avaliação, ou o melhor acordo entre as expectativas do decisor, considerando a relação entre os elementos.

A SysML é uma linguagem de modelagem de arquitetura de propósito geral para aplicações de Engenharia de Sistemas. Possibilita a especificação, análise, projeto, verificação e validação de uma ampla gama de sistemas e sistemas de sistemas. Esses sistemas podem incluir hardware, software, informações, processos, pessoal e instalações [OMG 2019].

## **3. Objetivos**

O objetivo do trabalho é desenvolver uma técnica de modelagem para modelar as necessidades de aplicação e elementos específicos relacionados às Cidades Inteligentes. Com o nome de SySCityML, considera o resultado do Roadmap IoT das Facetas IoT de Comportamento e de Interatividade. O foco é o comportamento e a interação, pois a identificação precoce e precisa de estas contribui para a redução do risco de cronograma de custos e sustentabilidade dos produtos.

### **3.1. Objetivos específicos**

- Criar um corpo de conhecimento sobre modelagens específicas para aplicações no contexto de Cidades Inteligentes;
- Definir uma técnica para modelar o comportamento e a interação de aplicações no contexto de Cidades Inteligentes;
- Avaliar experimentalmente a técnica de modelagem específica para o contexto de Cidades Inteligentes;

## **4. SySCityML**

Visando desenvolver uma técnica baseado nas duas Facetas IoT, para modelagem de Cidades Inteligentes, a seguir apresenta-se a metodologia seguida para criação do SySCityML e os resultados parciais deste trabalho.

### **4.1. Metodologia**

A proposta de metodologia para este trabalho de mestrado tem como base quatro passos: realização de um mapeamento sistemático da literatura, proposta do SySCityML, avaliação experimental e evolução da proposta.

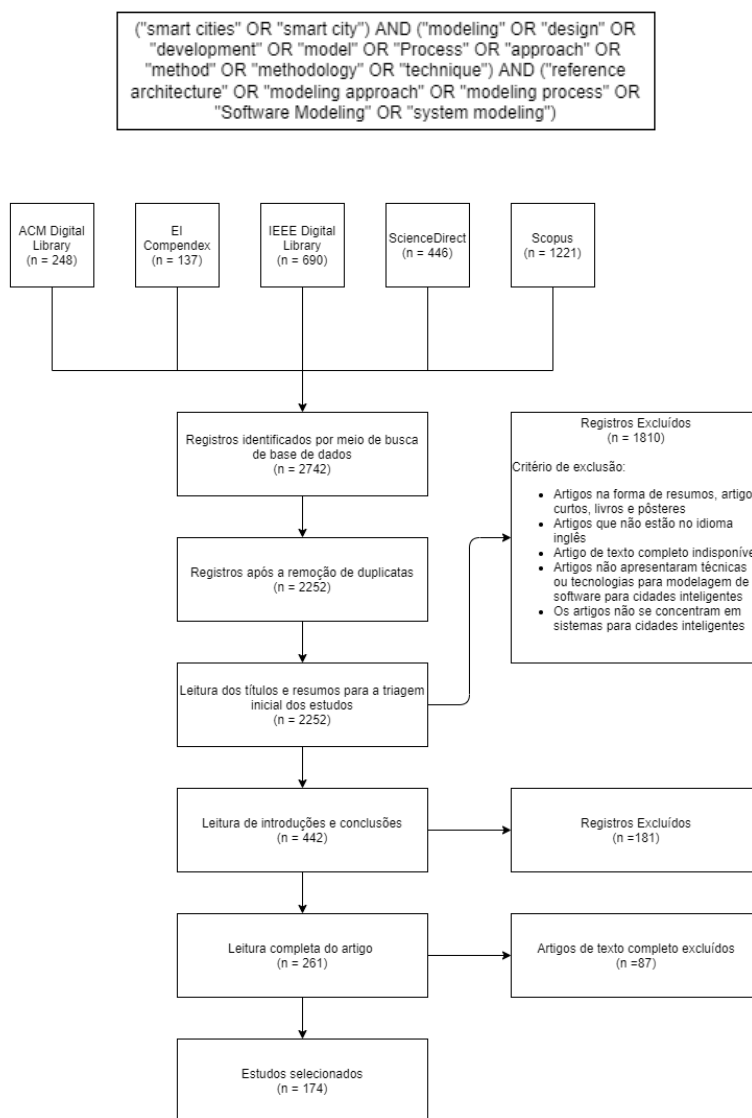
A primeira etapa, tem-se a realização de um mapeamento sistemático da literatura. A segunda etapa, é definida a proposta do trabalho de mestrado, com base no que foi descoberto no mapeamento sistemático. Na terceira etapa, será realizada uma avaliação experimental, onde a ideia desenvolvida será utilizada no desenvolvimento experimental de uma aplicação para Cidades Inteligentes. Na última etapa, com base no resultado da terceira etapa, modificações e melhorias da proposta podem ser necessárias.

## 4.2. Mapeamento Sistemático

Na literatura, há muitos trabalhos envolvendo modelagem de aplicações para Cidades Inteligentes e IoT, então para se fazer uma melhor análise e avaliação do que está sendo feito, um mapeamento sistemático da literatura foi feito.

Foi construída uma string, Tabela 1 para fazer a busca nas bibliotecas selecionadas. Na Figura 1, é apresentado os resultados da pesquisa e seleção, por um Diagrama de Prisma, sendo um fluxograma que descreve o fluxo de informações nas diferentes fases.

**Tabela 1. String de busca**



**Figura 1. Execução do Mapeamento Sistemático**

Dos trabalhos analisados, 10 trabalhos utilizaram o *Systems Modeling Language* (SysML) para modelagem combinado com alguma outra ferramenta ou fazendo-se uma extensão. Também notou-se nos trabalhos envolvendo a SysML, certa dificuldade em como modelar o objetivo, cenário, quais características, comportamentos e interações dos objetos.

### 4.3. Proposta inicial do SySCityML

A proposta para este trabalho de mestrado parte como base a ideia de que se pode modelar o comportamento e a interação de um sistema de uma Cidade Inteligente, conforme características (facetas) de um sistema IoT. A proposta então é fazer uma modelagem de sistemas de Cidades Inteligentes, que terá como base as características das duas Facetas IoT.

A proposta, inspirado em [Souza 2021], que utiliza estereótipos nos diagramas de Definição de Bloco e de Sequência, contará com os diagramas de caso de uso (Figura 2) e de Sequência, para interatividade, e de definição de bloco, de máquina de estado (Figura 3) e de atividade, para comportamento.

Os estereótipos adicionados nos diagramas são baseados nos itens fornecidos pelo Roadmap IoT, esses itens são recomendações específicas para cada faceta. Estes itens foram convertidos em características para cada faceta e estas características foram utilizadas para adaptar os diagramas.

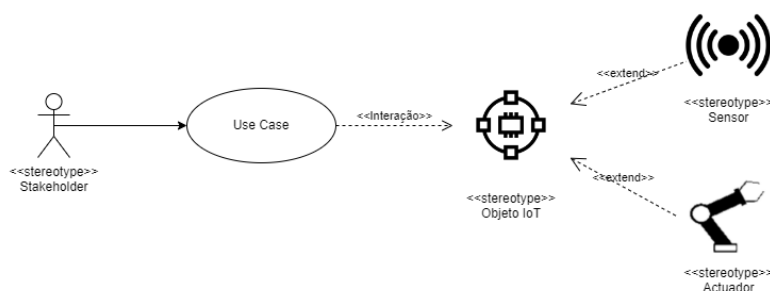


Figura 2. Diagrama de Caso de Uso

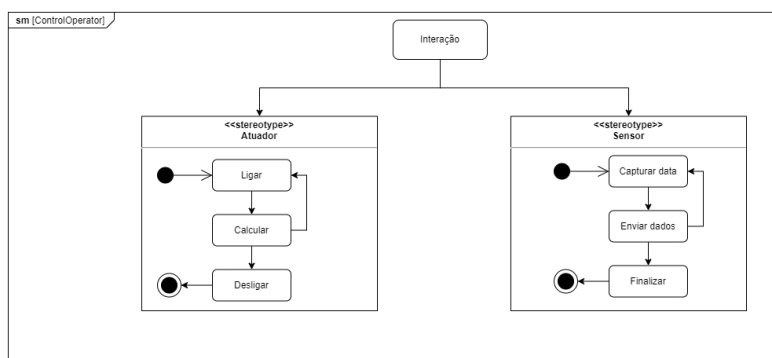


Figura 3. Diagrama de máquina de Estado

Espera-se que com a técnica, os sistemas para Cidades Inteligentes possam ser modelados de maneira mais fácil e compreensível por analistas e desenvolvedores de software.

### 5. Próximas atividades

Os próximos passos serão a finalização, validação, análise e teste dos diagramas aqui propostos. Para validação e teste, a abordagem proposta neste artigo será empregada em

uma aplicação de Cidades Inteligentes, que ainda será definida, cujos participantes não possuem o mesmo nível de experiência e conhecimento. Com o teste, espera-se receber um feedback, com sugestões dos desenvolvedores para possíveis melhorias. Também será feita uma comparação com outras soluções da literatura.

## Referências

- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15):2787–2805.
- Hernández-Muñoz, J., Vercher, J., Muñoz, L., Galache, J., Presser, M., Gómez, L., and Giæver, J. (2011). Smart cities at the forefront of the future internet. In *The Future Internet*, pages 447–462. Springer Berlin Heidelberg.
- Jacobson, I., Spence, I., and Ng, P.-W. (2017). Is there a single method for the internet of things? *Commun. ACM*, 60(11):46–53.
- Lima, J. W. S. d., Pontual Falcão, T., and Andrade, E. (2021). Desenvolvimento e avaliação de uma ferramenta interativa baseada em exemplos para o aprendizado de modelagem de sistemas usando redes de petri. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 29:1232–1261.
- Motta, R. (2021). *An Evidence-Based Roadmap to Support the Internet of Things Software Systems Engineering*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Motta, R. C., de Oliveira, K. M., and Travassos, G. H. (2018). On challenges in engineering iot software systems. In *Proceedings of the XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering, SBES '18*, page 42–51, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- OMG (2019). *Systems Modeling Language (OMG SysML) Version 1.6. [S.l.]: OMG, 2019*.
- Souza, L. S. (2021). A sysml profile for smart city applications. Master's thesis, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe.
- UN (2018). 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says un.