

## Instalação e Configuração de uma plataforma de *software* para gerenciar aplicações de Internet das Coisas em Cidades Inteligentes

### Installation and Configuration of a *software* platform to manage Internet of Things applications in Smart Cities

Reinaldo Kaminski Neto<sup>1</sup>,  
Eduardo Prasniewski<sup>2</sup>,  
Edson Tavares de Camargo<sup>3</sup>

#### RESUMO

Uma Cidade Inteligente pode ser construída utilizando tecnologias de informação e comunicação, com destaque para o conceito de Internet das Coisas (IoT), que permite que dispositivos eletrônicos com sensores se conectem à Internet. Esses dispositivos, variados em tecnologia e comunicação, exigem uma plataforma de *software* para gerenciar dados e aplicações. *Sentilo* é uma plataforma de código aberto amplamente adotada em grandes cidades. Este estudo vem avaliando o uso da *Sentilo* em aplicações de IoT para Toledo, incluindo monitoramento de qualidade do ar, água, material particulado e rastreamento de veículos de coleta seletiva. A plataforma foi instalada e configurada. Um estudo de caso se concentrou no monitoramento da qualidade do ar, onde um dispositivo IoT usa sensores de baixo custo para coletar e armazenar dados, com visualização por meio da ferramenta Kibana. A plataforma facilita a transformação de dados brutos em informações úteis, promovendo a eficiência e a gestão ambiental nas cidades. Resultados preliminares mostram que a plataforma tem potencial para acomodar as aplicações que vêm sendo desenvolvidas para a cidade de Toledo.

**PALAVRAS-CHAVE:** cidades inteligentes; internet das coisas; plataforma de *software*; qualidade do ar.

#### ABSTRACT

A Smart City can be built using information and communication technologies, especially the Internet of Things (IoT), which allows electronic devices with sensors to connect to the Internet. These devices, varied in technology and communication, require a *software* platform to manage data and applications. *Sentilo* is an open source platform widely adopted in large smart cities. This study evaluated the use of *Sentilo* in IoT applications for Toledo, including monitoring air quality, water, particulate matter and tracking waste collection vehicles. One case study focused on air quality monitoring, using low-cost sensors to collect and store data, with visualization through Kibana. This platform facilitates the transformation of raw data into useful information, promoting efficiency and environmental management in smart cities. *Sentilo* stands out not only because it is free and open source, but also because of its successful application in metropolises, showing its potential to improve the quality of urban life and environmental sustainability.

**KEYWORDS:** smart cities; internet of things; *software* platform; air quality.

## INTRODUÇÃO

A construção do conceito de Cidades Inteligentes apoia-se fortemente em ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação com o objetivo de trazer

<sup>1</sup> Bolsista da IC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: [reinaldon@alunos.utfpr.edu.br](mailto:reinaldon@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 2596215590603975

<sup>2</sup> Bolsista da IC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: [prasniewski@alunos.utfpr.edu.br](mailto:prasniewski@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 4552593058872201

<sup>3</sup> Docente no Curso de Tecnologia de Sistemas para a Internet. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: [edson@utfpr.edu.br](mailto:edson@utfpr.edu.br). ID Lattes: 3434910548756014.

soluções para os problemas dos grandes centros urbanos (Morais, 2018). Um importante aliado nessa tarefa é o conceito de Internet das Coisas (IoT), onde objetos (ou coisas) ganham poder de processamento para monitorar o ambiente e transmitir os dados coletados para a Internet (Atzori, Iera, & Morabito, 2010).

Tais objetos na verdade são dispositivos eletrônicos heterogêneos, também chamados de dispositivos finais, com capacidade não apenas de monitorar, mas também de atuar sobre o ambiente. Diversas são as aplicações de IoT que podem revolucionar a forma como uma cidade lida com seus problemas mais agudos, como o monitoramento ambiental (Haowei Wang et. al., 2013). Um novo desafio surge então, o de gerenciar a grande quantidade de dados coletados e apresentá-los de forma adequada tanto aos gestores quanto à população em geral.

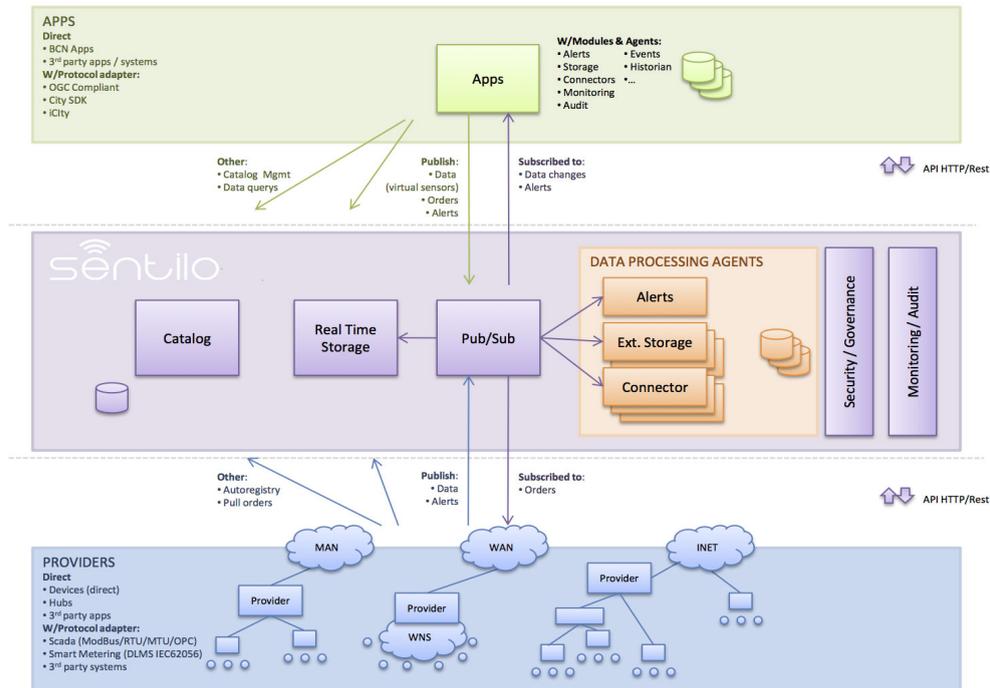
Há diversas plataformas de software disponíveis na literatura aptas a gerenciar, manipular e apresentar os dados gerados pelos dispositivos finais IoT em uma cidade Inteligente (Milan Zdravković et. al., 2016). Uma das plataformas de destaque é a *Sentilo*. A *Sentilo* é um projeto de código aberto que busca monitorar e controlar sensores nas cidades (em termos técnicos, uma plataforma *middleware*), através do protocolo de comunicação HTTP. Sua finalidade é o desenvolvimento de cidades inteligentes, onde o monitoramento de diversos dados colaboram com a melhor qualidade de vida da comunidade (*Sentilo Project*, 2021).

Este trabalho tem por objetivo avaliar a plataforma *Sentilo* no contexto das aplicações para Internet das Coisas que estão sendo desenvolvidas no município de Toledo através de uma parceria entre o Município e a UTFPR (Camargo, 2021), a saber: monitoramento da qualidade do ar, água, material particulado e rastreamento dos veículos da coleta seletiva. A plataforma foi instalada e configurada através do uso de containers em um servidor do campus de acordo com o trabalho de Paiva (Paiva, 2022). Além disso, a ferramenta Kibana foi instalada e configurada para visualizar os dados monitorados. Como estudo de caso, a plataforma está sendo utilizada para apoiar o monitoramento de material particulado. Uma estação de baixo custo envia periodicamente o material particulado nas dimensões de 10 e 2.5 micrometros, a umidade e temperatura através de um rede de comunicação LoRaWAN.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A arquitetura da *Sentilo* pode ser dividida em três camadas, conforme vemos na Figura 1. A comunicação entre as camadas é realizada através do protocolo HTTP: a plataforma *web*, o servidor da plataforma e os provedores, sendo elas as camadas superior, intermediária e superior, respectivamente. Para criar sensores, componentes e provedores utiliza-se o catálogo, presente na camada intermediária. A comunicação é feita com o servidor, que utiliza o banco de dados MongoDB (persistência das entidades) e Redis (um banco em dados de memória primária, atua também como serviço de *Pub/Sub*, no qual alguns módulos trabalham). Dentre os módulos (também chamados de *agents*) alguns fazem parte do sistema principal da *Sentilo*, tais como: *agent-location-updater* para rastrear componentes móveis, *agent-alert* para alertas e dentre outros.

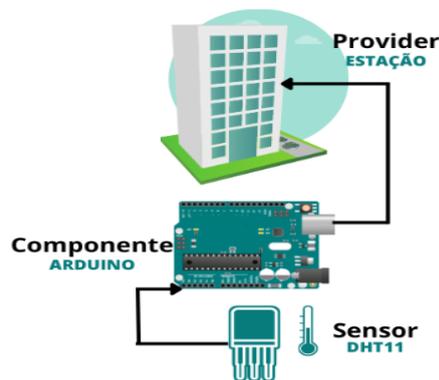
Figura 1 - Arquitetura Sentilo



Fonte: Sentilo

Uma vez instalada, a plataforma *Sentilo* opera da seguinte forma: primeiro é necessário fazer o cadastro das entidades (provedores, componentes e sensores). Após isso, a plataforma disponibiliza uma URL, na qual é possível enviar os dados adquiridos pelos sensores. Por exemplo, o sensor de temperatura DHT11 está ligado ao arduino (componente), o mesmo arduino faz parte de alguma estação de coleta de dados (provedor/providers), como é visto na Figura 2.

Figura 2 – Lógica de operação



Fonte: autoria própria

## INSTALAÇÃO DA PLATAFORMA

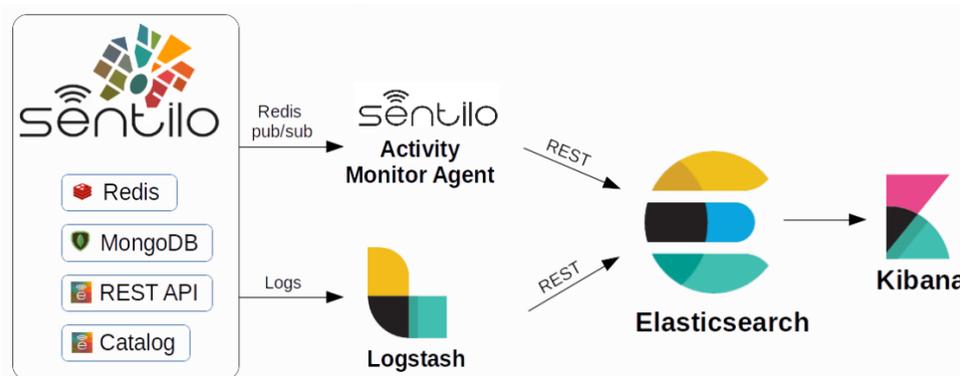
O repositório<sup>1</sup> oficial da *Sentilo* possui as imagens oficiais, em docker, produzidas pela desenvolvedora da plataforma. Cada imagem roda um elemento específico (catálogo, servidor e demais agents). O orquestramento das imagens passa a ser alocado na pasta *sentilo-core*, pelo motivo de um projeto *docker compose* rodar separadamente os serviços relacionados a *Sentilo* e conter apenas imagens relacionadas a plataforma.

Nesta instalação foram utilizados recursos da *ELK Stack*. Trata-se de três ferramentas: ElasticSearch (banco de dados e mecanismo de busca), LogStash (ferramenta de extrair, transformar e carregar, comumente chamada de ETL) e Kibana (a qual funciona em cima do ElasticSearch, servindo como um gerenciador visual, para permitir a produção de gráficos, administração de usuários dentre inúmeras outras funcionalidades). Assim como os containers da *sentilo-core*, a ELK também possui uma pasta especial.

A *Sentilo* possui um módulo (*sentilo-agent-activity-monitor*) que conecta a plataforma ao ElasticSearch, porém ela não trata os dados e nem possibilita uma flexibilidade na configuração. Optou-se utilizar-se do LogStash, como é visto na figura 3 (a própria documentação da *Sentilo* informa que é possível utilizar-se dele como uma opção) como uma alternativa. É uma ferramenta versátil e simples de usar, além de possuir uma enorme compatibilidade com o ElasticSearch, uma vez que foi desenvolvida para trabalhar em conjunto com esse banco de dados. Pode-se dizer que *sentilo-core* e *ELK* são plataformas à parte, sendo conectadas pelo fluxo de dados que sai da *Sentilo* para o *LogStash*.

Dentro do arquivo de configuração do LogStash (chamado de *pipeline*) é necessário declarar a fonte de entrada de dados, que no caso foi o *Pub/Sub* do Redis citado no início dessa seção, e a fonte de saída, uma URL para algum *node* do *cluster* do ElasticSearch. Entre a entrada e saída pode haver um filtro, este foi utilizado para tratar os dados e de acordo com os padrões estabelecidos de dados e nomenclatura, é possível extrair os dados e modificar os tipos (um dos principais motivos de trocar o módulo original pelo LogStash, pois os dados numéricos estavam sendo enviados como texto).

Figura 3 – Fluxo de dados



Fonte: Sentilo

<sup>1</sup><https://github.com/sentilo/docker>

## COMUNICAÇÃO TTN PARA SENTILO

Com os serviços da *sentilo-core* e ELK funcionando e comunicando-se corretamente, o próximo passo é transferir os dados coletados pelos sensores em tempo real para a *Sentilo* e conseqüentemente para o ElasticSearch. Como a plataforma funciona apenas com o protocolo HTTP e os sensores operam na rede LoRAWAN (logo usa-se o protocolo MQTT) é necessário um serviço que opere entre ambos para fazer a ponte de comunicação. Atualmente o projeto possui uma estação de material particulado (André Pastório et. al., 2022) em Vitória-ES em operação, com alguns sensores relacionados a material particulado. Os dados dos sensores são capturados e enviados para um gateway da *The Things Network* (TTN).

Como a *Sentilo* não possui integração com a TTN, foi implementado um *script* que recebe os dados da TTN e envia para a plataforma. Um dos problemas a serem destrinchados no momento é a utilização deste script para várias estações, pois ele “ouve” somente uma fonte MQTT. Todo o projeto desenvolvido se encontra neste repositório<sup>2</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da instalação e configuração, em conjunto com os dados coletados na estação de monitoramento de Material Particulado (MP), que utiliza sensores de baixo custo, localizada em Vitória - ES, na empresa Aires Serviços Ambientais, foi possível adquirir medidas de MP em tempo real.

No Kibana foi configurado para projetar os dados de MP10, MP2.5, Temperatura e umidade do ar, tornando possível realizar consultas na janela de tempo definida pelo usuário, além de facilitar o entendimento das informações recebidas, como pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Dashboard MP



Fonte: autoria própria

<sup>2</sup><https://github.com/EduPras/sentilo-docker>

## CONCLUSÃO

Por meio do estudo de caso é possível destacar o potencial da ferramenta para apoiar a execução de aplicações para cidades inteligentes. Novos estudos serão realizados para melhorar a visualização da informação usando os *dashboards* presentes na Kibana e para avaliar o desempenho da plataforma perante as consultas realizadas. Os dashboards da Kibana ainda serão inseridos em sistemas Web que serão construídos para apresentar o sistema aos gestores e a população em geral.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária Chamada Pública 20/2018: Programa de Infraestrutura para Jovens Pesquisadores / Programa Primeiros Projetos pela bolsa de iniciação científica.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

Moraes, R. (2018). Cidades Inteligentes: Desafios e Oportunidades para a Gestão Urbana. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologia Ambiental**, 6(6), 1207-1216.

SENTELO PROJECT. (2021). What is Sentilo? Acesso em: 18 set 2023  
<https://www.sentilo.io/wordpress/sentilo-about-product/what-is/>.

Edson T. de Camargo, Fábio A. Spanhol, Álvaro R. C. Souza.(2021) Deployment of a LoRaWAN network and evaluation of tracking devices in the context of smart cities. **Journal of Internet Service and Applications**.

Milan Zdravković, Miroslav Trajanović, João Sarraipa, Ricardo Jardim-Gonçalves, Mario Lezoche (2016). Survey of Internet-of-Things platforms. **6th International Conference on Information Society and Technology**, 216-220.

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. **Computer Networks**, 54(15), 2787-2805.

Haowei Wang , Tianhai Zhang , Yuan Quan & Rencai Dong (2013) Research on the framework of the Environmental Internet of Things, **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, 20:3, 199-204.

André Pastório, Fábio Alexandre Spanhol, Leila Droprinchinski Martins, Edson Tavares de Camargo. (2022). A Machine Learning-Based Approach to Calibrate Low-Cost Particulate Matter Sensors. In: 2022 **XII Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC)**. p. 1.