



COORDENADORIA DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

ALEX COVOLAN VIEIRA COELHO
GABRIEL GIOVANINI DE SOUZA

SISTEMA DE IOT PARA URGÊNCIAS NO TRÂNSITO

Sorocaba/SP

2017

Alex Covolan Vieira Coelho
Gabriel Giovanini de Souza

SISTEMA DE IOT PARA URGÊNCIAS NO TRÂNSITO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Sorocaba como exigência parcial para a obtenção do diploma de graduação em Engenharia da Computação.

Orientador: Me. Andréia Damasio de Leles

Sorocaba/SP
2017

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Gráfico de crescimento do IoT entre os anos de 2011 a 2025	6
Figura 2 – Fluxograma da IoT	7
Figura 3 – Exemplo de aplicação da IoT	8
Figura 4 – Estrutura de um sistema de IoT	9
Figura 5 – Impacto populacional	10
Figura 6 – V2V simulação	11

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IoT	Internet das Coisas
RFID	Identificador de Rádio Frequência
V2V	<i>Vehicle to Vehicle</i>
V2I	<i>Vehicle to Infrastructure</i>
DOT	Departamento de Transportes do Estados Unidos
IP	<i>Internal Protocol</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
IDC	Digital Universe Study

SUMÁRIO

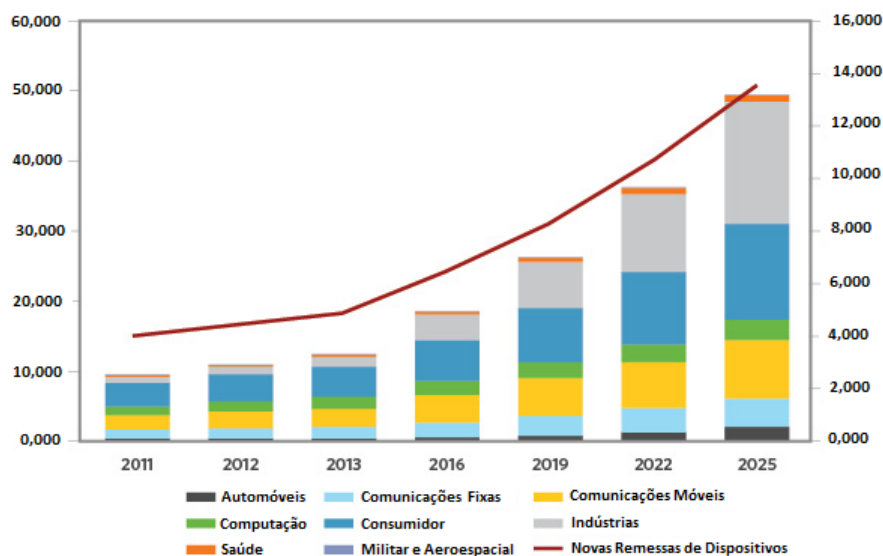
1	INTERNET DAS COISAS APLICAÇÕES EM MOBILIDADE URBANA E SAÚDE	6
1.1	IoT	7
1.2	Cidades Inteligentes	9
1.2.1	Mobilidade Urbana	10
1.2.2	Saúde	11
1.3	V2V	11
1.3.1	Regulamentação	12
1.4	V2I	12
1.4.1	Aplicação	12
1.5	Funcionamento de Dispositivos de IoT	13
1.5.1	Sensores	13
1.5.2	Transdutores	13
2	SISTEMAS DE BIG DATA	14
2.1	V2V	14
2.2	V2I	15
2.3	Análise dos dados	15
3	ESPECIFICAÇÕES E ARQUITETURA DO SISTEMA	16
3.1	Tecnologias	16
3.1.1	Clojure	16
3.1.2	Docker e Docker Swarm	16
3.1.3	Redis	16
3.1.4	Kafka	16
3.1.5	MongoDB	16
3.1.6	Datomic	17
4	ANÁLISE DE RESULTADOS	18
4.1	Testes de Sistema	18
4.2	Testes de Aceitação	18
4.3	Discussão de Resultados	18
5	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS	20

DIS

1 INTERNET DAS COISAS APLICAÇÕES EM MOBILIDADE URBANA E SAÚDE

Internet das coisas, conhecido também como IoT, sigla que em inglês significa *Internet Of Things*, originou-se através de Kevin Ashton que em 1999 realizou uma apresentação na empresa Procter & Gamble (P&G), quando falava em se etiquetar eletronicamente os produtos da empresa através do uso de Identificador de Rádio Frequência (RFID), assunto que era recente na época. Desde então este paradigma tem sido muito discutido, principalmente no contexto atual, em que é possível notar um crescimento exponencial de tecnologias desenvolvidas neste sentido, como é mostrado na figura 1 que apresenta o aumento no uso de IoT mundialmente, fazendo uma estimativa até o ano de 2025.(RANGEL, 2015)

Figura 1 – Gráfico de crescimento do IoT entre os anos de 2011 a 2025



Fonte: MORELLI, 2013 (Adaptado)

Tais dados se devem as consequências geradas pela emergência de tecnologias microeletrônicas, *wireless* (*Wi-fi*, *Bluetooth* e *ZigBee*), interfaces de comunicação móveis que se somaram as fixas já existentes e devido a formação de uma grande rede ubíqua capaz de conectar seres humanos com uma grande facilidade, possibilitando assim fornecer toda a base para a formação da IoT. (SANTAELLA et al., 2013)

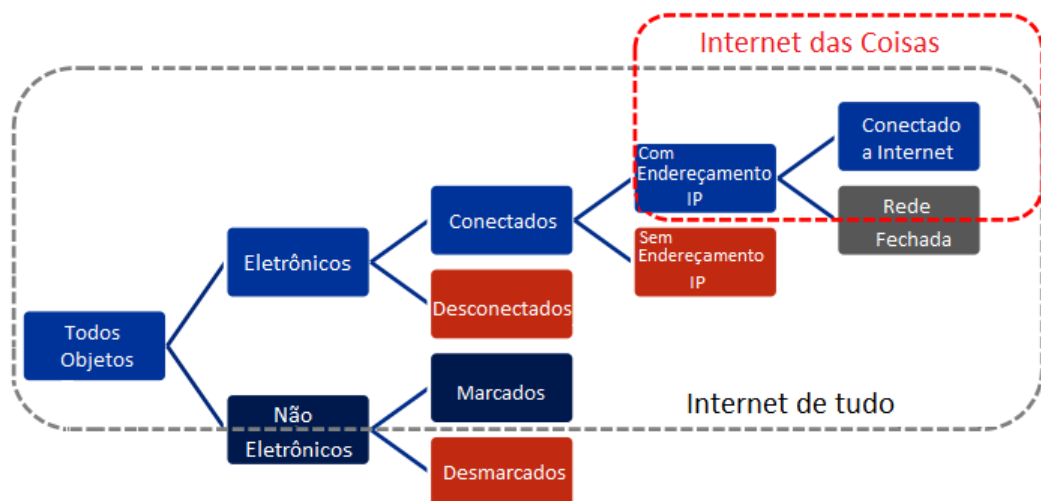
1.1 IOT

No conceito de IoT um terceiro elemento foi inserido nas redes pervasivas que se possui hoje em dia, os objetos, sendo assim dentro da rede é possível se ter a comunicação entre humano-humano, humano-objeto e objeto-objeto, desta forma é possível ter humanos se comunicando normalmente como já acontecia anteriormente, humanos definindo comportamentos para os objetos e recebendo dados dos mesmos e objetos trocando informações entre si disponibilizando dados a humanos, dados estes, úteis para tomada de decisões ou até mesmo para facilitar atividades do dia a dia.(SANTAELLA et al., 2013)

Quando os objetos podem sentir o ambiente e se comunicar, eles se tornam ferramentas poderosas para entender coisas complexas e responder a elas com eficiência. Embora tais objetos inteligentes possam interagir com humanos, é mais provável que interajam ainda mais entre si automaticamente, sem intervenção humana atualizando-se com as tarefas do dia.(PRESSER et al., 2011, p. 2)

Tais objetos podem ser considerados como tudo que está na rede e possui um endereçamento *Internet Protocol* (IP), podendo interagir com outras interfaces endereçáveis dentro da mesma rede ou em outras através da internet, como mostra na figura 2. (MORELLI, 2013)

Figura 2 – Fluxograma da IoT



Fonte: MORELLI, 2013 (Adaptado)

Esses objetos podem ser um automóvel, uma geladeira, uma câmera, um sensor de temperatura, entre muitas outras interfaces, o que importa é que elas estão interligadas pela internet tomando ações de forma automática sem a intervenção

humana. Pode-se citar o exemplo de um senhor que sofre de mal de Alzheimer e mora sozinho sendo que seus filhos não podem estar 24 horas por dia com ele, então os filhos decidem implantar sensores na casa do pai e pela vizinhança para que possam saber remotamente aonde ele está. Estes sensores estariam conectados a internet enviando dados para os filhos e emitindo alertas caso o pai saia de casa.(PRESSER et al., 2011)

Um outro exemplo de aplicação da IoT é apresentado na figura 3.

Figura 3 – Exemplo de aplicação da IoT

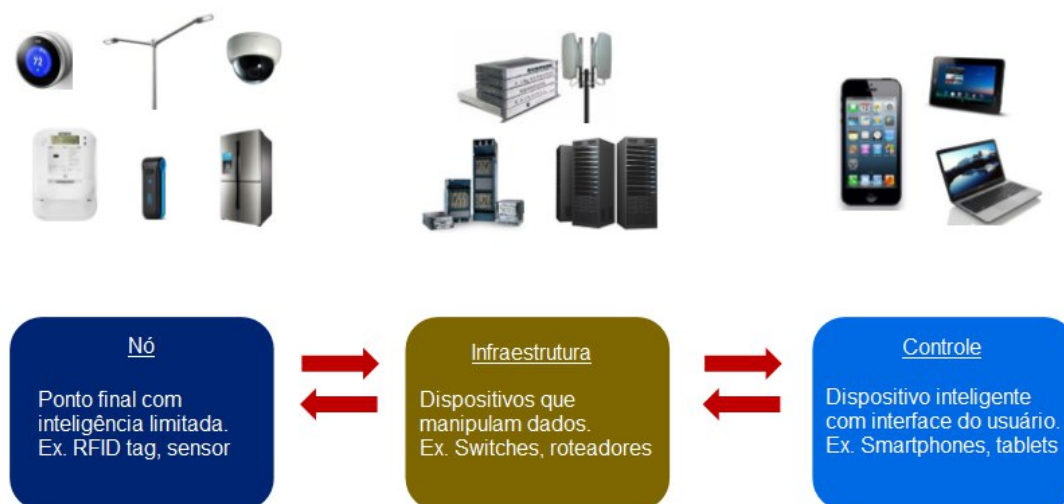


Fonte: PRESSER et al., 2011 (Adaptado)

Para que as aplicações de IoT tenha este tipo de comportamento é necessário que se tenha uma infraestrutura para dar suporte a esses objetos, ela pode ser estruturada de diferentes formas utilizando diversas tecnologias, mas de modo geral para o

funcionamento de um sistema de IoT é necessário que se tenha os objetos conectados na internet ou a uma rede local, que envie e receba dados da infraestrutura (banco de dados ou armazenamento na nuvem) e os aplicativos que tem a função de gerenciar o sistema acessam e enviam os dados se comunicando diretamente com a infraestrutura, como é mostrado na figura 4 (MORELLI, 2013)

Figura 4 – Estrutura de um sistema de IoT



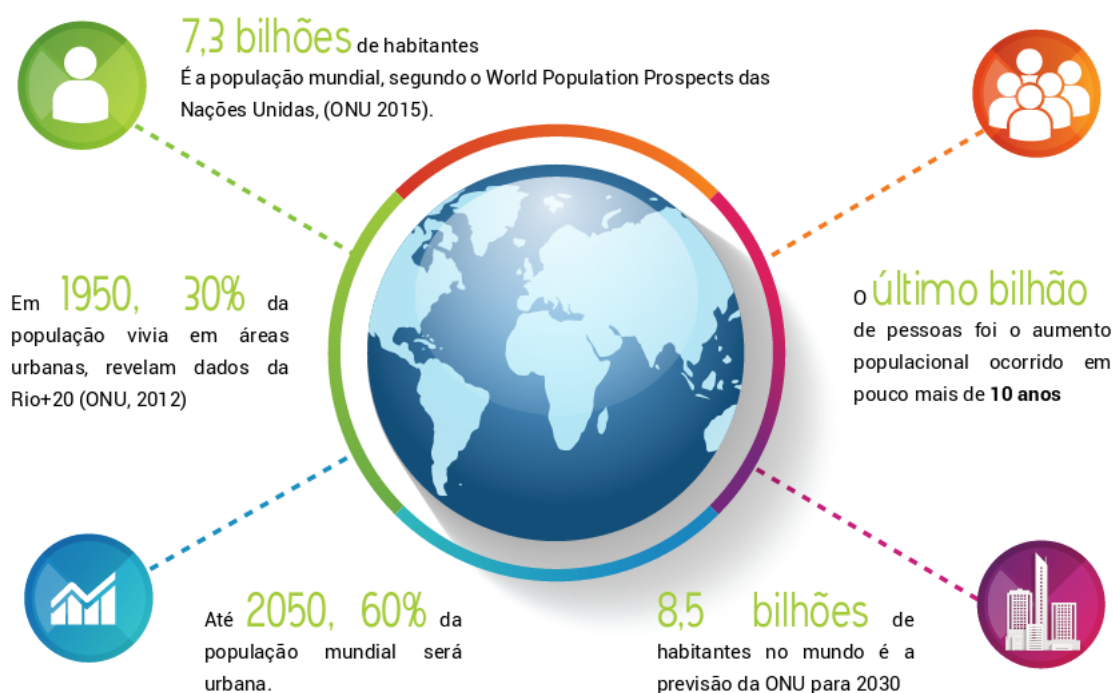
Fonte: MORELLI, 2013 (Adaptado)

1.2 CIDADES INTELIGENTES

Com o grande crescimento da população como é possível ver na figura 5, as cidades também vem crescendo, mas de forma desordenada e desigual, causando problemas como o esgotamento de recursos, aumento da desigualdade social, aumento das áreas de favela, sem contar o caos com relação a locomoção dentro das cidades. Diante deste cenário criou-se o conceito de Cidades Inteligentes (*Smart Cities*), que tem a finalidade de reinventar as cidades, ou seja reestruturá-las, a fim de que não haja desperdícios, tornando-a uma cidade sustentável e que a cidade seja organizada da melhor forma possível, trazendo uma melhor qualidade de vida aos cidadãos que nela vivem.(LEITE, 2012)

Para tal reestruturação das cidades, transformando-as em Cidades Inteligentes, espera-se contar com o auxílio da área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), ou seja, boa parte das mudanças nas cidades se deverá pelo uso da tecnologia, mais especificamente pelas tecnologias de IoT. Elas poderão ajudar na redução de

Figura 5 – Impacto populacional



Fonte: DEPINé, 2016

gases poluentes, redução na quantidade de lixo gerado pela população, redução do uso de recursos naturais, melhora da locomoção e segurança dentro das cidades, entre outras melhorias.(LEITE, 2012)

As maiores metrópoles do mundo têm adotado objetivos de tráfego e mobilidade para solucionar ou mitigar o problema de congestionamento com soluções de cidades inteligentes ativadas por Internet das Coisas (IoT), mas a mobilidade urbana não para em uma escolha contínua que consiste em se mover de A até B. (TRATZ-RYAN, 2017, p. 1).

1.2.1 Mobilidade Urbana

Dentro do conceito de Cidades Inteligentes, a mobilidade urbana se deve grande atenção, pois no século XXI ela tem se tornado um desafio a ser resolvido dentro das grandes cidades, pois o crescente número de veículos particulares causa um inchaço no trânsito, dificultando assim a locomoção, principalmente em grandes centros urbanos (GONÇALO,). Desta forma dentro de uma Cidade Inteligente a tecnologia pode ser aplicada para solucionar ou ao menos ser um paliativo aos problemas existentes, tecnologia esta que poderia atuar diretamente no trânsito, implantada através de *smartphones* ou nos próprios carros, a fim de evitar acidentes, melhorar o fluxo, indicar

rotas mais rápidas atuando diretamente na redução de gases poluentes e trazer maior facilidade aos motoristas. (GONÇALO,)

1.2.2 Saúde

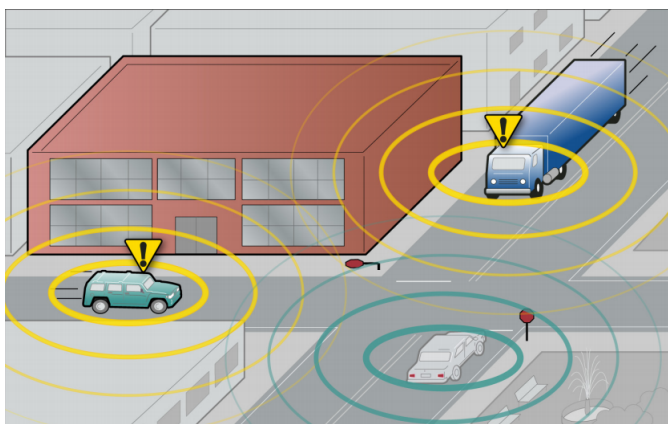
Outro setor que se deve bastante atenção é o da saúde, pois é a necessidade básica da população, e infelizmente ela é muito precária nos dias de hoje, por diversos motivos principalmente os governamentais, mas através da tecnologia é possível que se mude este contexto. Com o uso de IoT é possível se criar aplicações na área da saúde que venha auxiliar no tratamento de doenças, cuidados com os pacientes, monitoramento e diagnósticos, transferência dos dados e colaboração, cadeiras de rodas inteligentes, Unidades de emergência conectadas, veículos de resposta, e hospitais, dentre tantas outras utilidades. (PRADO, 2016)

Na área da saúde um grande desafio a se vencer é a de confiabilidade nos dados obtidos, pois um dado errado ou algo que se perca durante a transmissão pode representar a vida ou a morte de uma pessoa, visto que no futuro o uso de IoT na saúde será inevitável é necessário que se criem formas de manter esta tecnologia funcionando de forma segura e confiável. (PRADO, 2016)

1.3 V2V

Veículo para Veículo, ou V2V, habilita carros a se comunicarem entre eles em uma tentativa de avisar motoristas sobre potenciais acidentes ou colisões. A base da tecnologia é usar um onda de rádio de baixo alcance para permitir que os carros se comuniquem, podendo também que os carros enviem informações como localização, velocidade, direção, e também os estados dos freios, como mostra na figura ??.

Figura 6 – V2V simulação



Fonte: WISE, 2011

1.3.1 Regulamentação

Em dezembro de 2016 o Departamento de Transporte dos Estados Unidos (U.S. DOT) anunciou que está trabalhando na regulamentação do uso da tecnologia em veículos de uso diário. O DOT diz que a tecnologia de rádio terá um alcance em média de 300 metros, e oferece um alcance maior que a abrangência de um radar ou câmera, em adição de não ser obstruídos por obstáculos ou outros veículos. O mesmo departamento acredita que a tecnologia poderá ser utilizada para avisar veículos sobre perigos eminentes particularmente quando se está em uma conversão ou realizando a troca de faixa. Adicionalmente, o departamento diz que os carros com sistemas automáticos de direção (ou até mesmo carros completamente autônomos) se beneficiaram das informações fornecidas pelo sistemas V2V. (THOMAS, 2016)

1.4 V2I

Da mesma forma como acontece no caso do V2V, no paradigma de Veículo para Infraestrutura (V2I) os carros podem se comunicar, mas aqui a comunicação ocorre entre o carro e a infraestrutura, podendo receber instruções dela, assim como enviar instruções sobre as condições do veículo ou dados sobre o trânsito. A infraestrutura por sua vez, vem a ser as antenas que captam os dados do carro e os enviam para a nuvem, podendo usar estas informações transmitidas para se tomar decisões sobre o trânsito, analisar estatísticas, apontar trechos em que seja necessária a intervenção dos agentes de trânsito e trazer maior facilidade para o gerenciamento do mesmo. (HOWARD, 2014)

Além da administração por parte dos agentes organizacionais, é possível que estes enviem mensagens para os carros a fim de alertar sobre algo à frente ou passar alguma informação relevante ao motorista, desta forma é possível notar as grandes vantagens trazidas por esse tipo de conexão que pode evitar acidentes e melhorar as condições do trânsito. (HOWARD, 2014)

1.4.1 Aplicação

Como é apresentado em (NAPOL, 2016) hoje já é possível se ter exemplos da aplicação desta tecnologia, é o caso da empresa alemã Audi que está implantando nas próximas versões dos seus carros a tecnologia que ao parar em um semáforo inteligente, é exibido no painel do carro um temporizador indicando quanto tempo falta para abrir o semáforo, algo tido como não muito útil inicialmente, mas é só o começo do que há de vir, a ideia é avançar em busca de carros autônomos.

O funcionamento deste sistema se dá pela comunicação do carro com as centrais de tráfego, instaladas nos semáforos, estas por sua vez se comunicam com os servidores, os quais enviam a informação que o veículo necessita, ao receber

essas informações os veículos podem tomar ações, no caso de um carro autônomo (futuramente) ele poderia se preparar para uma parada no semáforo, trazendo maior economia de combustível.

Esta é uma tecnologia que tende a aumentar com o passar dos anos, pois no momento ainda é preciso que se reestruturem as cidades para que possa receber este tipo de tecnologia, como é o caso das centrais de tráfego, que atualmente não há este tipo de dispositivo instalado dentro das cidades, mas futuramente será algo necessário e que trará grandes benefícios a população podendo gerenciar o trânsito de forma inteligente evitando congestionamentos e gerenciando de forma mais eficiente o tempo dos semáforos.

1.5 FUNCIONAMENTO DE DISPOSITIVOS DE IOT

Quando se fala no uso de tecnologias IoT logo se pensa em sensores conectados na rede captando dados, sendo assim é preciso se detalhar o que são estes dispositivos e como funcionam.

1.5.1 Sensores

Sensor é o termo para designar um dispositivo sensível a algum tipo de energia do ambiente, podendo ela ser luminosa, térmica, cinética, relacionado a uma grandeza física como temperatura, pressão velocidade, corrente, aceleração, etc. Normalmente o sinal de saída de um sensor deve ser manipulado antes de sua utilização, geralmente através do uso de um amplificador, pois as tensões de saída após o dispositivo ser sensibilizado costumam ser baixas. (WENDLING, 2010)

1.5.2 Transdutores

É o termo designado para se referenciar o dispositivo que transforma um tipo de energia em outra, trabalham geralmente junto com os sensores transformando o impulso elétrico vindo dos sensores em valores digitais úteis dentro de um sistema de IoT. Um exemplo de transdutor é o alto-falante que converte o impulso elétrico em movimento mecânico necessário para reproduzir o som. (WENDLING, 2010)

2 SISTEMAS DE BIG DATA

Se como dito no capítulo anterior, objetos estão na rede capturando informações e gerando dados, desta forma algo deve ser feito com esses dados, eles precisam ser organizados seguindo algum critério, caso contrário passam a ser dados soltos que não fazem sentido algum. É neste contexto que surge o conceito de Big Data, que ganhou força nos anos 2000, e mostrou a população uma aplicação real e funcional na reeleição de Barack Obama em 2012, quando sua equipe de tecnologia se utilizou do Big Data para saber sobre os comentários a respeito do presidente e assim construir estatísticas para que servissem como indicadores de tomadas de decisões políticas pelo presidente.

Analisando o contexto atual, da nova era da tecnologia, se tem em média 100 bilhões de transações de cartão de crédito por dia acontecendo ao redor do mundo, cerca de 200 milhões de e-mails enviados a cada minuto. Em 2011 a Digital Universe Study (IDC) que a quantidade de dados gerado por mês em 2010 era de 1 exabyte, e ainda projetou que até 2020 esse número cresça 50 vezes mais. Sendo assim a cada dia se produz mais dados de todos os tipos possíveis, estruturados, não estruturados e em diferentes formatos. A tabela 1 mostra as medidas de dados conhecidas até hoje. (SINHA, 2014)

Tabela 1 – Grandeza de dados

Medida	Representação Numérica	Exemplo
Byte	1	Único caractere
Kilobyte	1000	Uma sentença
Megabyte	1000000	20 slides do PowerPoint
Gigabyte	1000000000	10 livros
Terabyte	1000000000000	300 horas de vídeo em boa qualidade
Petabyte	1000000000000000	350 mil fotos digitais
Exabyte	1000000000000000000	100 mil vezes a biblioteca do congresso
Zettabyte	1000000000000000000000	Difícil de dar um exemplo

Fonte: SINHA, 2014 (Adaptado)

2.1 V2V

Apresentar a tecnologia *Vehicle to Vehicle* (V2V), juntamente com seu uso dentro do projeto e mostrar os pontos positivos do uso.

2.2 V2I

Apresentar a integração do *Vehicle to Infrastructure* (V2I) com o V2V, mostrar o que seria a infraestrutura para com a qual o veículo vai se comunicar e as tecnologias usadas para essa integração.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Mostrar como é feita uma análise de grande volume de dados em tempo real vinda do V2V e V2I, tecnologias empregadas, diversos tipos de dados como entrada.

3 ESPECIFICAÇÕES E ARQUITETURA DO SISTEMA

Apresentar o diagrama de caso de uso do sistema, juntamente com a descrição do funcionamento do sistema como um todo, mostrando os requisitos dos usuários que serão afetados por esta tecnologia.

Apresentação do esquema de funcionamento do sistema, mostrando aonde estará empregada cada tecnologia utilizada no sistema. Juntamente será apresentado os tipos de dados trafegados pelas interfaces presentes, mostrando uma arquitetura distribuída e a integração das partes desta.

3.1 TECNOLOGIAS

Mostrar de forma específica cada tecnologia que será empregada

3.1.1 Clojure

Apresentar a linguagem de programação *Clojure* e como ela é empregada no trabalho.

3.1.2 Docker e Docker Swarm

Apresentar o uso de containers *Docker* para encapsular componentes do sistema e *Docker Swarm* para balancear cargas entre containers.

3.1.3 Redis

Mostrar o uso de um *cache* dentro do sistema, sua importância e melhora no desempenho do sistema.

3.1.4 Kafka

Apresentar seu uso para realizar funções em tempo real dentro do sistema, bem como seu funcionamento.

3.1.5 MongoDB

Apresentar as características do banco NoSQL seu uso e diferenças entre um banco SQL, bem como seus pontos positivos.

3.1.6 Datomic

Apresentar uma nova forma de armazenar dados, se utilizando de histórico, sempre mantendo o estado anterior dos dados.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 TESTES DE SISTEMA

Apresentar os testes utilizados para verificar o funcionamento do sistema, métodos utilizados e resultados esperados.

4.2 TESTES DE ACEITAÇÃO

Análise dos resultados obtidos e analisar o benefício do usuário utilizador do sistema, analisar se seria aprovado pelo mesmo e pelos agentes sociais.

4.3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Aqui se apresenta os resultados gerais, estatísticos, apresentando os principais pontos positivos e negativos do trabalho baseados nos dados analisados.

5 CONCLUSÃO

Concluir sobre o trabalho, apresentar pontos de dificuldades de sua aplicação, pontos a serem melhorados e trabalhos futuros

REFERÊNCIAS

- DEPINÉ Ágatha. **Smart Cities como cidades inteligentes geram cidades sustentáveis**. *VIA Revista*, v. 1, n. 1 Ano 1, p. 7, 2016.
- GONÇALO, J. E. *Modelo de gestão por processo de negócios para automação de centros integrados de mobilidade urbana*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo.
- HOWARD, B. V2v: What are vehicle-to-vehicle communications and how do they work? *Extreme Tech, February*, v. 6, 2014.
- LEITE, C. **Cidades inteligentes, Cidade Sustentáveis**. [S.l.]: Porto Alegre, Bookman, 2012.
- MORELLI, B. **Internet Connected Devices: Evolving from the “Internet of Things” to the “Internet of Everything”**. [S.l.]: SEMI Texas Fall Outlook, 2013.
- NAPOL, I. **Carros conectados da Audi mostrarão contagem regressiva em semáforos**. 2016. Acesso 25 Abr. 2017. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/audi/108452-carros-conectados-audi-mostrarao-contagem-regressiva-semaforos.htm?f&utm_source=facebook.com&utm_medium=referral&utm_campaign=imgvideoautp>.
- PRADO, E. **A Internet das Coisas Médicas**. 2016. Acesso 24 Abr. 2017. Disponível em: <<http://convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=site&inoid=43313&post%5Fdata=&sid=15>>.
- PRESSER, M. et al. **Inspiring the Internet of Things: The Internet of Things Comic Book**. Alexandra Institute, 2011.
- RANGEL, R. **Internet das Coisas, nova revolução da conectividade**. *Inovação em Pauta*, v. 1, n. 18, p. 4–7, dez 2015.
- SANTAELLA, L. et al. **Desvelando a internet das coisas**. *Revista GEMInIS*, v. 1, n. 2 Ano 4, p. 19–32, 2013.
- SINHA, S. *Making Big Data work for your business*. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2014.
- THOMAS, B. **U.S. DOT Advances Deployment Of Connected Vehicle Technology To Prevent Hundreds Of Thousands Of Crashes**. 2016. Acesso 24 Abr. 2017. Disponível em: <<https://www.transportation.gov/briefing-room/us-dot-advances-deployment-connected-vehicle-technology-prevent-hundreds-thousands>>.
- TRATZ-RYAN, B. **Tecnologias de IoT são peças-chave para soluções de cidades inteligentes**. 2017. Acesso 23 Abr. 2017. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/tecnologias-de-iot-sao-pecas-chave-para-solucoes-de-cidades-inteligentes>>.
- WENDLING, M. **Sensores**. *Universidade Estadual Paulista. São Paulo*, 2010.

WISE, D. **Vehicle-to-Vehicle Technologies Expected to Offer Safety Benefits, but a Variety of Deployment Challenges Exist.** United States Government Accountability Office, 2011.