

> Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

Ana Elisandra Campos da Silva¹
Douglas Costa Soria²
Laura Priebe Pilon³
Leandro da Silva Camargo⁴
Marcel da Silva Camargo⁵

RESUMO

O desperdício de alimentos atinge um terço de toda comida produzida no mundo, em parte, pela falta de consciência do consumidor final. Neste sentido, o presente artigo propõe estimular a conscientização ambiental ao ensinar as crianças o cultivo e desenvolvimento do próprio alimento. É proposta a criação de um software que permita observar as condições ambientais, como disponibilidade hídrica, temperatura e radiação solar, conectando algo natural como uma planta à Internet das Coisas através do uso de uma rede de sensores. Os valores obtidos pelos sensores podem ser visualizados em um aplicativo que simula as condições ambientais e da vegetação, tornando esse processo mais divertido e útil para fins educacionais. A contribuição esperada é de mudar a atitude das crianças em relação à comida, aumentando seus conhecimentos sobre produção e consumo, a fim de reduzir o desperdício a longo prazo. A pesquisa foi desenvolvida em colaboração com a Coordenadoria de Educação Ambiental de Bagé-RS.

Palavras-chave: *Rede de Sensores, Condições Ambientais, Monitoramento*

1 INTRODUÇÃO

Em maio de 2015, algumas escolas municipais de Bagé foram contempladas com o Projeto Horta Escolar, tendo como finalidade a de intervir na cultura alimentar e nutricional dos educandos na faixa etária de 7 a 14 anos, promovendo desta forma, a educação integral de crianças e jovens de escolas e comunidades do seu entorno. Provendo por meio das hortas escolares uma alimentação nutritiva, saudável e ambientalmente sustentável, além de apresentar essa temática de forma transversal na prática pedagógica destes educandários. Este projeto foi executado com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, em parceria com o Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e Nutrição.

Cada elo da cadeia alimentar, desde a produção até o consumidor final, mostra um desperdício significativo de alimentos comestíveis. Este problema é causado pela incerteza, atitude, comportamento humano, regras de mercado e políticas locais/globais [1]. Com o tempo, houve um afastamento do consumidor em relação ao produtor de alimentos, de certa forma, isso contribuiu para uma percepção dos consumidores sobre o que a comida realmente é: eles a veem como um produto industrial, e não como um recurso valioso fruto de um processo de produção e extração da natureza. Esta mudança de

¹ Instituto Federal do Sul-rio-grandense – Campus Bagé - Autor

² Instituto Federal do Sul-rio-grandense – Campus Bagé - Autor

³ Instituto Federal do Sul-rio-grandense – Campus Bagé - Autor

⁴ Instituto Federal do Sul-rio-grandense – Campus Bagé - Autor

⁵ Instituto Federal do Sul-rio-grandense – Campus Bagé - Autor



atitude em relação aos alimentos significa que os consumidores são mais propensos a desperdiçar alimentos do que as pessoas mais conscientes do valor do processo de produção de alimentos [2].

Neste viés, o desenvolvimento de um software aplicativo que tenha como proposta converter os valores ambientais coletados pelos nós sensores *in situ*, diretamente no solo e que apresente essas leituras de forma mais intuitiva, amigável e num modelo de jogo, pode potencializar o interesse das crianças pela interação com a natureza.

Com o suporte de um sistema de monitoramento dos parâmetros ambientais, como a temperatura, pressão e a umidade do ar e do solo, há possibilidade de incremento na produtividade e na qualidade dos alimentos gerados nas hortas escolares. Além disso, o sistema de monitoramento imediato pode ser aplicado à agricultura em uma escala mais ampla. Este estudo pretende construir uma rede de sensores que coletam os dados do ambiente, com suporte de uma camada de persistência dos valores coletados em uma estrutura de banco de dados e, ainda, o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis que permita o tratamento, a visualização e a análise dos valores presentes neste repositório.

2 CENÁRIO

A. Hortas Escolares

A escolha da aplicação deste trabalho em escolas municipais é reforçada pela iniciativa similar adotada pelos Países Baixos, onde todos os anos 6000 a 7000 crianças com idades entre os 9 e os 10 anos frequentam um programa numa horta escolar perto da sua escola [3]. O programa foi desenvolvido pelo Centro de Natureza e Educação Ambiental de Amsterdã como parte de uma iniciativa para tornar as aulas de Natureza e Meio Ambiente mais práticas.

Uma de educação ambiental foi desenvolvido em Amsterdã, onde no verão, no início do ano letivo, as crianças recebem aulas teóricas onde aprendem os fundamentos da jardinagem. No final do verão, eles começam a frequentar os jardins da escola por uma hora e meia a cada semana. Cada criança recebe um lote de terra com plantas pré-cultivadas para cuidar [4].

No encerramento do ano letivo, as crianças colhem as plantas de algumas hortas e conseguem cozinhar pratos com as frutas e verduras colhidas. As crianças têm um objetivo ao jardinar: garantir que suas plantas cresçam bem e deem frutos. Para realizar essa tarefa, eles precisam saber como cuidar adequadamente de suas plantas. Ao fornecer feedback à criança durante o processo de crescimento da planta, a criança tem mais informações sobre seu comportamento e sabe o que ele tem a mudar sobre suas ações para cuidar melhor dela [3].

B. Tecnologias

Um desafio importante para este trabalho está na intenção de garantir a persistência dos dados. Para tal, a definição do banco de dados que será adotada é fundamental. Pesquisas anteriores mostraram

> Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

que o banco de dados Not Only SQL (NoSQL) é capaz de processar uma entrada e saída maciça de dados não estruturados de forma eficiente, além da facilidade em adicionar servidores à medida que o número de sensores ou clientes aumenta [5]. Além disso, devido à natureza imperfeita do dispositivo de detecção e à fragilidade da rede, alguns dos dados coletados podem estar incompletos, criando dados de detecção de valores aberrantes [5]. Ou seja, um banco de dados convencional, estruturado, pode não suportar essa variabilidade dos parâmetros coletados pelos sensores.

Também é finalidade deste sistema, o de prover a irrigação em volumes e intervalos ajustados às condições do ambiente. Tornando o sistema mais eficiente e evitando o desperdício de água. Um projeto similar foi proposto e apresentou resultados com relação à umidade do solo após aplicar uma abordagem de Estratégia Direcionada por Prioridade, a qual reduziu o desperdício desnecessário da água e garantiu a umidade adequada do solo conforme a cultura [6].

Outro trabalho apresenta a instalação de uma rede de sensores para a detecção da umidade do solo e a captura dos valores destes nós sensores, dentre esses valores, o sistema detecta onde a umidade é menor que o limite definido. Visando a utilização otimizada da água pelo sistema, frente a abordagem manual, pois se um agricultor estiver irrigando toda uma área cultivada na fazenda duas vezes por dia, então definitivamente haverá um grande desperdício de água [7]. O que foi sugerido neste trabalho é que através do sistema de irrigação automatizada é possível controlar o uso desnecessário de recursos naturais.

Outro sistema interessante, possui uma rede sem fio distribuída de sensores de umidade e temperatura do solo, colocados na zona radicular das plantas. A unidade de gateway lida com as informações do sensor, aciona os atuadores e transmite dados para um aplicativo da web. Um algoritmo foi desenvolvido com valores limiares de sensores que foram programados em um gateway baseado em microcontrolador para controlar a quantidade de água [8].

Uma importante solução de software é a de entregar uma experiência de gamificação aos estudantes, pois uma planta física, assim como um *Tamagotchi* (brinquedo eletrônico que simula um bichinho de estimação), contém um conjunto de fatores básicos que determinam sua condição de crescimento. Esses fatores são: a quantidade de luz solar que recebe, a umidade do solo e a temperatura do ambiente [9].

A condição da planta pode ser transparente, medindo esses três fatores com sensores adequados. Os sensores estão conectados ao solo ao redor da planta e podem enviar os dados para um aplicativo móvel; o dispositivo enviará os dados para a nuvem e compara com os valores preferidos para o crescimento ideal da planta. Dependendo da quantidade de luz, água ou calor ou frio que a planta recebe, o avatar exibirá a emoção adequada reproduzindo a condição da planta [9].



3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A. Internet das Coisas

Hoje, a Internet tornou-se onipresente, atingiu quase todos os cantos do mundo e está afetando a vida humana de maneiras inimagináveis e a conectividade está ainda mais abrangente, pois existe uma grande variedade de aparelhos conectados à web, este fenômeno é chamado de "Internet das Coisas". Este termo foi definido por diferentes autores de várias maneiras diferentes, contudo, duas das definições mais populares serão apresentadas a seguir.

Uma definição de Internet das Coisas sugere como simplesmente uma interação entre os mundos físico e digital. O mundo digital interage com o mundo físico usando uma infinidade de sensores e atuadores [10]. Outra definição para a Internet de "Coisas" sugere como um paradigma no qual as capacidades de computação e de rede estão embutidas em qualquer tipo de objeto concebível [11].

Os recursos oferecidos pelos dispositivos e computação onipresentes geralmente são utilizados para consultar o estado do objeto e alterar seu estado, se possível. No senso comum, a Internet das Coisas refere-se a um novo tipo de abordagem computacional, onde quase todos os dispositivos e aparelhos estão conectados a uma rede.

O uso de sensores na Internet de Coisas aumentou significativamente devido ao baixo custo, tamanho reduzido, consumo eficiente de energia e facilidade de uso. Os sensores da Internet de Coisas normalmente coletam uma quantidade enorme de dados e os envia para um servidor remoto. Os dados coletados pelos sensores devem ser analisados e apresentados para diferentes fins.

Várias arquiteturas na Internet de Coisas foram aplicadas em muitas áreas diferentes e demonstraram o potencial da Internet de Coisas para melhorar a qualidade de vida de nossa sociedade [12]. Estas aplicações baseadas na Internet de Coisas requerem um ou mais sensores para coletar dados do meio ambiente.

B. Sensores baseados no microcontrolador Arduino

Entre as principais tecnologias voltadas para este contexto de sensores para o monitoramento ambiental, destaca-se a utilização do Arduino. O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open source*, que permite, por exemplo, sensoriar com baixo custo financeiro características do mundo físico, tais como temperatura, umidade, som e movimento [13].

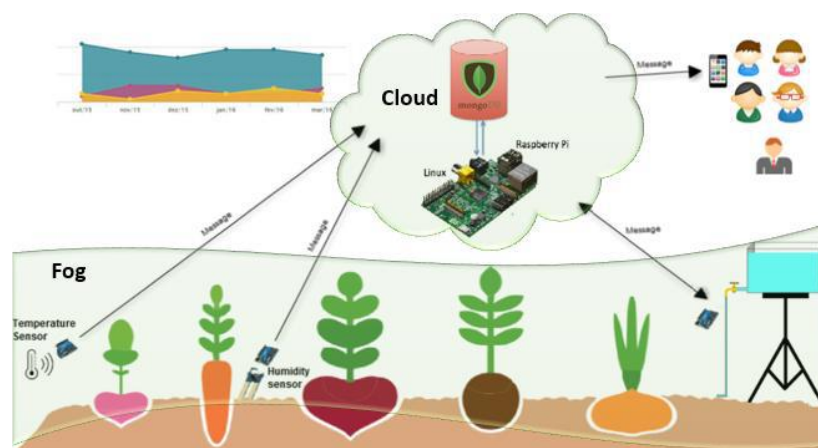
Deste modo, características como autonomia e proatividade, fazem com que a utilização de agentes inteligentes, se torne uma necessidade ou solução apropriada para o gerenciamento deste tipo de sistemas. Um agente inteligente é uma entidade autônoma que percebe seu ambiente através de sensores e age sobre o mesmo utilizando atuadores [14]. Diante desta perspectiva, o presente trabalho visa conceber um sistema multi-agente, apresentado na figura 1, baseado na plataforma Arduino para o monitoramento de alguns parâmetros ambientais nas hortas escolares do município de Bagé-RS.

> Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

Figura 1. Esquema do sistema de monitoramento e controle de hortas escolares.



C. Arquitetura Híbrida do Sistema

O sistema proposto possui dois níveis de interação, uma camada de névoa (*fog*), local, tendo o Arduino como um concentrador que recebe os dados de vários sensores. Nesta camada ocorre um pré-processamento e tratamento de inconsistências, evitando o tráfego de mensagens sem valor armazenado ou com discrepância.

A *Fog Computing* pode ser definido como uma arquitetura de rede, que usa um ou uma multidão de colaboração de usuários finais, tais como celulares, computadores, ou outros dispositivos de borda. São dispositivos mais próximos à interação com o usuário, para entregar uma quantidade substancial de recursos como armazenamento, processamento, comunicação e medidas de controle e gestão de rede [15].

Essa definição difere do conceito de Computação em Nuvem, onde o processamento e armazenamento de dados é feito principalmente em data centers remotos, onde as conexões e tráfego são encaminhados através de infraestruturas maiores, como as redes de *backbone* para a comunicação, e onde o controle é feito principalmente por gateways de rede [16].

A segunda camada do sistema proposto está na nuvem (*cloud computing*), demandando um volume menor de interações diretas com o usuário final, contudo, com fluxos frequentes de envio de requisições para inserções de documentos, através de mensagens. Neste nível o Raspberry assume o papel de servidor de banco de dados. Este dispositivo é um microcontrolador de placa unificada, do tamanho de um cartão de crédito, desenvolvido no Reino Unido pela Raspberry Pi Foundation com a intenção de promover o ensino da informática básica nas escolas. O Raspberry Pi em sua terceira versão, utilizada neste trabalho, possui um processador Broadcom BCM2837 ARM Cortex – A53 de 1.2GHz 64 bits Quad Core, que inclui uma GPU Videocore IV de 400 MHz, e 1 Gigabyte de memória RAM, WiFi

> Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

802.11 b/g/n de 2.4GHz e *Bluetooth* 4.1 (BCM 434380. Ele não inclui um disco rígido interno ou uma unidade de estado sólido, mas usa um cartão SD para inicializar e gravar dados.

A Computação em Nuvem permite várias facilidades, funciona como uma forma centralizada, contudo além do custo de comunicação dos dados também apresenta um custo de latência. Caso o data center não esteja próximo dos utilizadores, aplicações sensíveis a atrasos perdem desempenho no modelo de computação em nuvem. Neste sentido, a Fog estende e complementa a nuvem, funcionando na borda da rede e nos usuários finais.

D. Persistência dos dados

O banco de dados SQL tradicional tem várias limitações no processamento de grandes quantidades de dados não estruturados, e para superar este problema, as tecnologias de banco de dados NoSQL foram desenvolvidas. Neste sentido, o MongoDB pode ser uma boa alternativa, pois é um banco de dados NoSQL de código aberto.

O MongoDB armazena seus dados em documentos, estes por sua vez são estruturas de dados complexas emparelhadas com chaves. Eles podem conter pares de valores-chave, pares de chaves-matrizes ou documentos aninhados, ao contrário de bancos de dados relacionais que exigem dados estruturados e possuem tabelas fixas. Os documentos binários JSON (BSON) MongoDB permitem uma estrutura mais complexa ao suportar matrizes de valores em que cada disposição em si pode ser composta por múltiplos sub-documentos [17, 18].

Vários estudos avaliaram o desempenho do MongoDB. Um dos trabalhos comparou o desempenho de leitura e escrita dos bancos de dados NoSQL com o PostgreSQL para armazenar e consultar dados de sensores. Os resultados mostraram que o MongoDB é a melhor solução para armazenar dados de sensores de tamanho pequeno ou médio, Casandra é a melhor escolha para dados de sensores grandes, e o PostgreSQL possui melhor capacidade de consulta [19].

Outro trabalho avaliou a performance de inserção e pesquisa do MongoDB e MySQL em uma única máquina. O resultado mostrou que o MongoDB superou o MySQL em termos de inserção e pesquisa de dados [20]. Recentemente, foi desenvolvido um repositório baseado em MongoDB para lidar com grande volume de dados gerados a partir de sensores de identificação automática por rádio frequência e outros sensor ambientais [21].

Com base em literaturas anteriores, o MongoDB mostrou menos tempo de resposta nos testes em termos de leitura e gravação em comparação com outros bancos de dados NoSQL. Em síntese, o MongoDB é projetado para suportar as aplicações modernas que possuem grandes volumes de dados que mudam rapidamente, alguns dos quais não são estruturados. Também foi construído com suporte ao armazenamento distribuído.



E. Visualização dos dados

Uma vez que os dados tenham sido coletados e armazenados na plataforma de banco de dados, visualizá-los efetivamente é o próximo passo importante. Os dados podem ser exibidos em formatos diferentes, como XML (*Extensible Markup Language*) e JSON (*JavaScript Object Notation*), e podem ter que ser visualizados usando diferentes tipos de gráficos: pizza, linhas, colunas, etc.

Para o sistema proposto neste trabalho foi construído um *dashboard* (painel de visualização), baseado na linguagem HTML5, e utilizando a biblioteca gráfica para representação dos dados chamada de Chart.JS, por ser de código aberto e suportar mais de 20 tipos diferentes de gráficos [22]. Usando a instrução em HTML5 Canvas, o Chart.JS cria os gráficos no navegador da Web, o que significa páginas mais rápidas e menos carga do servidor Web.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho visa a sustentabilidade das hortas escolares implantadas na região de Bagé. O conceito de sustentabilidade é balizado por três dimensões importantes: a dimensão econômica (relacionada ao uso eficiente dos recursos), a dimensão ambiental (garantindo que os recursos naturais estejam disponíveis no futuro) e a dimensão social (saúde humana e bem-estar) [23]. Desta forma, foi pensada em uma arquitetura *open source*, de baixo custo, que exija o mínimo de manutenção e intervenções humanas in situ. O primeiro passo foi selecionar os nós sensores e demais dispositivos. Em seguida, o tratamento da comunicação entre os nós o gateway e o servidor remoto do banco de dados.

Desta forma foi definida uma arquitetura para o sistema dividida em dois níveis, um que corresponde a nuvem onde o Raspberry PI oferece maior poder computacional e dá suporte à persistência dos dados, realizando a tarefa de concentrador dos parâmetros coletados e servindo como um servidor do banco de dados. Este nível apresenta um custo de montagem de aproximadamente U\$80 (oitenta dólares americanos) e suporta uma carga de vários sensores comunicando simultaneamente sem degradação da performance, latência ou perda de pacotes. Noutro nível, chamado de fog, os sensores Arduino podem trocar informações entre si, bem como, pré-processar alguns dados. Neste nível o custo de montagem é de U\$20 (vinte dólares) dependendo do sensor instalado junto ao Arduino conforme demonstrado na Tabela 1.

> Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

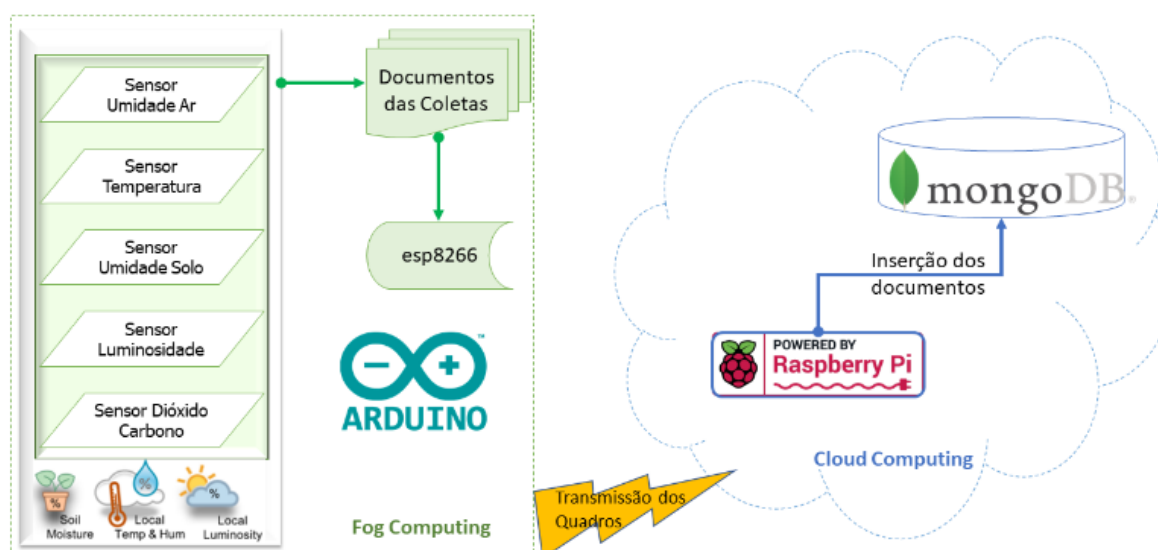
Tabela 1. Preço Dos Componentes De Hardware Utilizados

Estimativa de custo do modelo		
Hardware	Nível	Preço em U\$
Raspberry PI	Cloud	100.00
Arduino Uno R3	Fog	25.00
Sensor de Chuva YL83	Fog	2.00
Gerador Fluxo Água	Fog	20.00
ESP8266	Fog	10.00
Higrometro Soil	Fog	1.00
Sensor Temp. DTH 11	Fog	10.00

Fonte: Autoria Própria (2018)

O preço total do sistema de monitoramento do ambiente pode variar conforme o número de sensores e as características físicas do espaço onde serão instalados. A figura 2 apresenta um projeto com um conjunto de sensores instalados na placa Arduino para coleta de alguns parâmetros ambientais. Tais dados são transmitidos para o servidor de dados, na cloud, através de mensagens de inserção enviadas diretamente no banco de dados MongoDB.

Figura 2. Diagrama do sistema com pré-processamento dos valores ambientais in situ no nível fog computing, com o envio e a persistência dos dados no servidor remoto.



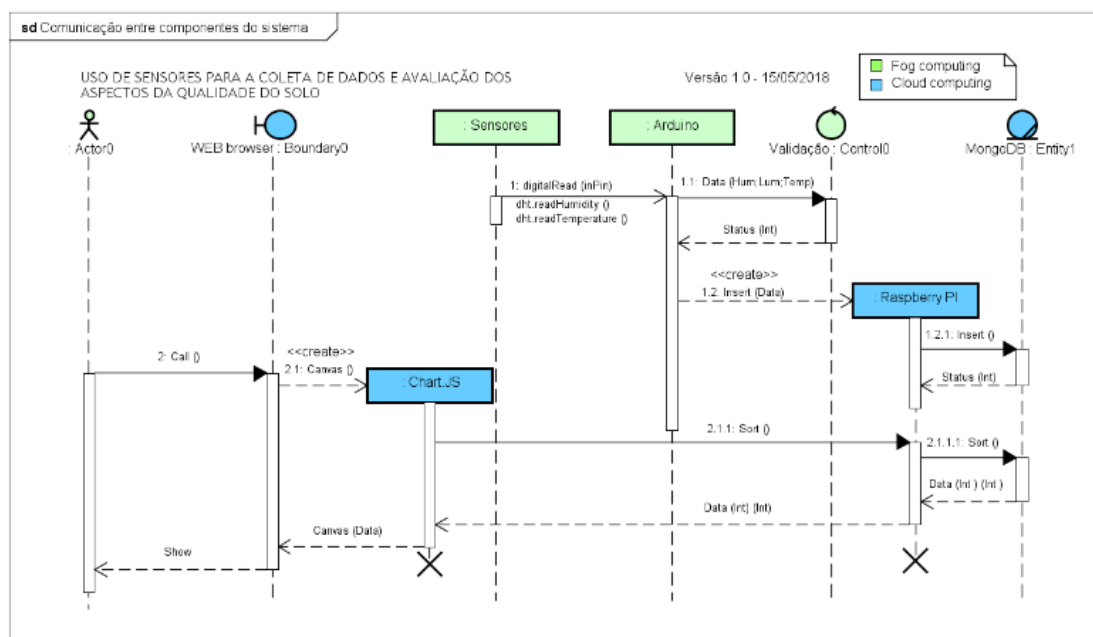
➤ Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

Como é esperado, os sensores serão expostos a uma grande quantidade de condições ambientais (temperatura, umidade e outros), ainda, um grande volume de inserções na base de dados, neste sentido, o banco de dados NoSQL pode lidar com os dados produzidos pelos sensores baseados na internet das coisas. A figura 3 mostra o diagrama de sequência onde fica evidente as interações e trocas de mensagens entre todos os objetos do sistema, tanto no nível do *fog computing* (elementos de cor verde), quanto na *cloud computing* (elementos em azul).

Figura 3. Diagrama de sequência com a troca de mensagens entre os objetos e componentes do sistema



No nível do *fog computing* é realizada uma validação dos parâmetros coletados nos sensores, conforme a definição de intervalo, os dados coletados de umidade, temperatura e luminosidade são transmitidos para o servidor de banco de dados (Raspberry) e o documento armazenado no banco MongoDB juntamente com a data e hora da inserção.

Para visualização dos dados pelos usuários finais do sistema a biblioteca gráfica deveria suportar representações em duas dimensões, incluindo gráficos de linhas, gráficos de barras e gráficos de pizza, ser extensível, fácil de usar e também leve. O intuito é de oferecer o acesso aos dados pela maior gama de dispositivos computacionais, exigindo apenas um navegador para realizar a visualização dos gráficos.

Desta forma, para este trabalho, foi selecionado o Chart.JS, pois esta biblioteca de código aberto usa o elemento de tela HTML5 para plotar gráficos. Oferece seis módulos (bar, pizza, linha, rosca, radar, área polar) que podem ser carregados individualmente para minimizar o tamanho da biblioteca dentro



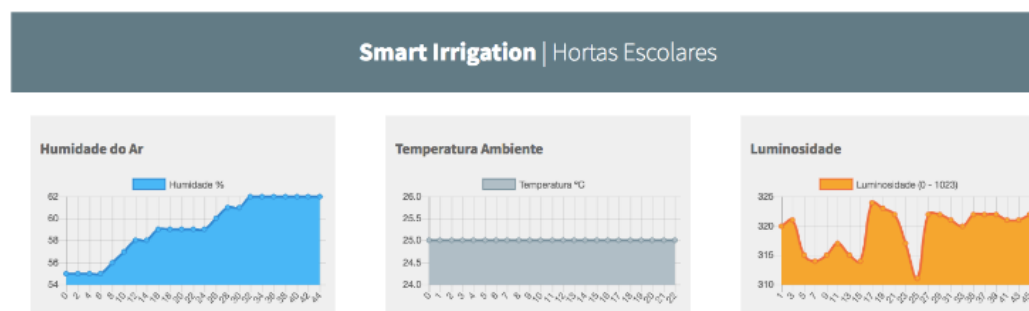
do projeto. Essencialmente, o código carregado é apenas o demandando para cada visualização. Além disso, oferece suporte em todos os navegadores modernos e tem suporte ao mais antigos, como o Microsoft Internet Explorer versão 7 e 8.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema proposto gera um volume considerável de dados em pequenos intervalos de tempo, contudo, a arquitetura do planejada consegue atender as requisições, nos testes realizados, não foram observadas perdas de pacotes, mensagens corrompidas e demora nos tempos de gravação e análise dos dados. A interface como o usuário ficou bastante intuitiva e permite a visualização dos valores com clareza.

O usuário pode acessar o endereço do servidor em qualquer dispositivo computacional que possua um navegador. Na Figura 4 é exibido o dashboard (painel de visualização) que está disponível para acompanhamento em tempo real dos parâmetros coletados.

Figura 4. Dashboard (painel de visualização) contendo os parâmetros coletados pelos sensores e exibidos em tempo real no navegador



Desta forma, para este trabalho, a virtude em adotar a biblioteca Chart.JS está no tamanho demandado, pois consome apenas 11kb. No dashboard apresentado na figura 4 os professores poderão demonstrar aos estudantes quais reações ocorrem no ambiente conforme sejam realizadas interações, tais como um sombreamento, a irrigação ou as alterações da temperatura no decorrer do dia.

Outra característica muito importante que é viabilizada com o uso da biblioteca Chart.JS é demonstrada na Figura 5, onde é representada a sua capacidade de ser responsiva, ou seja, os gráficos são redimensionados e visualizados de forma alinhada e proporcional ao tamanho da janela do navegador.

> Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

Figura 5. Apresentação dos gráficos na tela do smartphone para acompanhamento em tempo real das condições do ambiente



Contudo, as interações com o ambiente traduzidas em gráficos, mesmo que acompanhadas em tempo real, talvez não sejam tão motivacionais às crianças, mas conforme apresentado na Figura 6, a proposta realizada por [9] dá um caráter de gamificação e cria um personagem avatar para a planta, algo parecido com o que as crianças estão acostumadas a interagir.

Figura 6. Exemplo de gamificação onde o avatar exibe a atitude / humor da planta através de expressões faciais e balões de texto. Adaptado de [9]





Ao utilizar o efeito de brinquedo eletrônico que simula um bichinho de estimação é criado um aspecto contendo elementos de gamificação, desta forma a aplicação digital pode apresentar os dados que são reunidos de uma forma que a criança está acostumada (através de um personagem do jogo), e acha divertido e interessante. Esse processo incentiva a criança a se envolver mais com ela. Como uma planta física também tem necessidades que determinam quão bem ela vai crescer e como essas necessidades podem ser transferidas para o mundo digital, ela pode ser representada em um aplicativo digital como um avatar. Esta alternativa de jogo interativo pode potencializar a adoção deste trabalho pelos estudantes das séries iniciais e efetivamente contribuir com a formação integral das crianças, cumprindo também com seu papel pedagógico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema proposto apresenta algumas virtudes que potencializam sua aplicação como um instrumento de auxílio no uso otimizado da água e no monitoramento da disponibilidade de outros recursos naturais. A solução apresenta um hardware de baixo custo e totalmente *open source*, bem como do lado do software todos os recursos utilizados são de código livre.

Para a análise dos dados o layout do *dashboard* apresenta os dados mais significativos para o monitoramento ambiental de forma clara e responsiva, possibilitando uma leitura facilitada dos dados, mesmo em dispositivos móveis com telas reduzidas. A biblioteca que constrói o dashboard é componível, carregando apenas os módulos demandados e, conseqüentemente, exigindo baixo poder computacional no lado do cliente, além da portabilidade, pois é compatível com as versões mais antigas do navegador.

Com relação à capacidade pedagógica do sistema, através da revisão de literatura realizada e da análise dos trabalhos correlatos, observou-se uma proposta mais interessante que apenas a exibição de gráficos, qual seja, a construção de um aplicativo para dispositivos móveis que aplique as características de gamificação, algo que está muito mais próximo da realidade das crianças e que pode contribuir ainda mais com a formação ecológica e social dos partícipes do projeto. Neste sentido, pretende-se entregar além do monitoramento e da análise dos dados através de um portal, também a construção de um artefato de software que dê uma aparência de jogo para atrair ainda mais a atenção das crianças.

6 REFERÊNCIAS

- [1] FoodDrinkEurope. "Preventing food wastage in the food and drink sector". 2012.
- [2] Kearney, J. "Food consumption trends and drivers". Philos. Trans. R. Soc. B, 365, 2793–2807. 2010.
- [3] HERMSEN, S.; RENES, R. "Ontwerpen Voor Gedragsverandering". Publication Centre of Exptise Creative Industry Utrecht: Utrecht, Dutch. 2014.

> Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

- [4] VEEN, J.S.; WAAIJ, B.; MEIJER, R.J. "Sensor data storage performance: SQL or NoSQL, Physical or Virtual". In Proceedings of the IEEE 5th International Conference on Cloud Computing (CLOUD), Honolulu, HI, USA, 24–29. pp. 431–438. 2012.
- [5] ZHUANG, Y.; CHEN, L. "In-network Outlier Cleaning for Data Collection in Sensor Networks". In Proceedings of the CleanDB, Workshop VLDB, Seoul, Korea, 11 September 2006.
- [6] MAHATMA, P. K. V. "Soil testing Analysis". Rahuri: MPKU Rahuri. 2017.
- [7] SANTOSH D.; RAMESH C. P. "Optimum utilization of natural resources for home garden using wireless sensor networks". Journal of Information and Optimization Sciences, 38:6, 1077-1085. 2017.
- [8] BENNIS I.; FOUCHA, H.; ZYTOUNE, O.; ABOUTAJDINE, D. "Drip Irrigation System using Wireless Sensor Networks". Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems. ACSIS, Vol. 5. 2015.
- [9] VALPREDA, F.; ZONDA, I. Grüt: "A Gardening Sensor Kit for Children". Sensors 2016. 16, 231. 2016.
- [10] VERMESAN, O.; FRIESS, P.; GUILLEMIN, P.; GUSMEROLI, S.; SUNDMAEKER, H; et al. "Internet of things strategic research roadmap". in Internet of Things: Global Technological and Societal Trends, vol. 1. p. 9-52. 2011.
- [11] PENA-LOPEZ I. "Itu Internet Report 2005: The Internet of Things". 2005.
- [12] SETHI, P.; SARANGI, S.R. "Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications". J. Electr. Comput. Eng. 2017.
- [13] SUNG, W. T.; CHEN, J. H.; HSIAO, C. L.; LIN, J. S. "Multi-sensors Data Fusion Based on Arduino Board and XBee Module Technology". IEE International Symposium Computer. Consumer and Control (IS3C). 2014.
- [14] JENNINGS, N. R. "An Agent-Based approach for building Complex Software Systems". Communications of the ACM, 44, pp. 35-39. 2001.
- [15] BONOMI F.; MILITO R.; NATARAJAN P.; ZHU J. "Fog Computing: A Platform for Internet of Things and Analytics". In: Bessis N., Dobre C. (eds) Big Data and Internet of Things: A Roadmap for Smart Environments. Studies in Computational Intelligence, vol 546. Springer, Cham. 2014.

> Autonomous Green: uma proposta de ferramenta pedagógica às crianças como estímulo de interações com a natureza



2018 | Volume 1 | Nº 1

- [16] ZHU, J.; CHAN, D. S. ; PRABHU, M. S.; NATARAJAN, P. ; HU, H.; BONOMI, F. "Improving web sites performance using edge servers in fog computing architecture". In: Service Oriented System Engineering (SOSE), 2013 IEEE 7th International Symposium on. [S.l.: s.n.]. p. 320–323. 2013.
- [17] COPELAND, R. "MongoDB Applied Design Patterns". O'Reilly Media, Inc.: Sebastopol, CA, USA. 2013.
- [18] CHODOROW, K. "MongoDB: The Definitive Guide". O'Reilly Media, Inc.: Sebastopol, CA, USA. 2013.
- [19] VEEN, J. S.; WAAIJ, B.; MEIJER, R. J. "Sensor data storage performance: SQL or NoSQL, Physical or Virtual". In Proceedings of the IEEE 5th International Conference on Cloud Computing (CLOUD), Honolulu, HI, USA, 24–29. pp. 431–438. 2012.
- [20] NYATI, S.S.; PAWAR, S.; INGLE, R. "Performance evaluation of unstructured NoSQL data over distributed framework". In Proceedings of the 2013 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), Mysore, India, 22–25.pp. 1623–1627. 2013.
- [21] KANG, Y.S.; PARK, I.H.; RHEE, J.; LEE, Y.H. "MongoDB-based repository design for Internet de Coisas-generated RFID/sensor big data". IEEE Sens. 16, 485–497. 2015.
- [22] DOWNIE, N. "Chart.js". Disponível em: <http://www.chartjs.org/>.
- [23] EUROPEAN COMMISSION. "A Framework for Indicators for the Economic and Social Dimensions of Sustainable Agriculture and Rural Development". Agriculture Directorate-General. Disponível em: http://ec.europa.eu/agriculture/publi/reports/sustain/index_en.pdf. Acesso em: 10 de abril de 2018.