



O EMPREGO DA INTERNET DAS COISAS PARA O MONITORAMENTO DE PH E UMIDADE DE SOLOS

Mariana Mayumi Sasagawa Mendonça¹, Fernando de Oliveira Santos¹, Geraldo Marcelo Aparecido Alves Junior¹, Silene Fernandes Bicudo¹, Glaydson Luiz Bertozze Lima².

¹Univap Virtual, Universidade do Vale do Paraíba, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, mariana.sasagawa@hotmail.com, f.o.santos97@gmail.com, gmarceloalves@gmail.com, silene@univap.br.

²Daruma Telecomunicações e Informática S/A, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, g.bertozzi@daruma.com.br.

Resumo - Uma das tecnologias mais utilizadas na atualidade é a Internet das Coisas ou *Internet of Things* (IoT). Por sua eficiência, ela é largamente implementada em vários campos de atuação, desde o setor fabril até o agrícola. Com essa tecnologia é possível desenvolver um modelo simples e de baixo custo para realizar o controle da umidade e do potencial hidrogênio (pH) de um solo, tornando o processo de cultivo mais eficiente. Este trabalho tem como objetivo estudar e desenvolver um modelo que utilize a IoT para monitorar os dados coletados pelo sensor de umidade pH, utilizando o modem Daruma MIN-410. Apesar de alguns valores esperados não serem alcançados, os resultados da pesquisa foram relevantes e o objetivo principal foi atingido.

Palavras-chave: potencial de hidrogênio (pH), Internet das Coisas, Daruma MIN-410.

Área do Conhecimento: Engenharia de Computação.

Introdução

O pH (potencial de hidrogênio) é o índice que indica se o meio está ácido, neutro ou alcalino. Esse índice tem uma escala de 0 a 14, sendo 7 o valor que indica neutralidade, para valores menores do que isso, significa que o meio está ácido e para valores maiores, que está básico/alcalino.

Os componentes da acidez potencial são os íons H⁺ e Al³⁺ presentes nas fases sólida e líquida do solo. Na maioria dos laboratórios brasileiros de análise de solo, um dos extratores mais usados para avaliar os teores de H⁺ + Al no solo é o acetato de cálcio 1 mol L⁻¹ (pH = 7,0).

Esse método de determinação da acidez potencial tem, porém, algumas limitações, a saber: o ponto de viragem do indicador (fenolftaleína) é de difícil visualização (Pereira et al., 1998); a quantidade de acetato de cálcio gasta por amostra analisada é elevada, sendo bastante alto o preço desse sal de boa qualidade; a adoção desse método implica maior custo e tempo operacional, por envolver as etapas de extração e determinação titulométrica do H⁺ + Al (Escosteguy & Bissani, 1999).

A IoT utiliza como protocolo de transmissão de dados o *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) (YOKOTANI; SASAKI, 2016). Esse protocolo tem a característica de ser “leve”, ou seja, os dados que ele transporta são da escala de *kilobytes* (kB), isso possibilita sua implementação em dispositivos mais simples, como microcontroladores e em redes de largura da banda limitada e de alta latência.

O Java ME (J2ME) é a plataforma do Java que viabiliza a criação de aplicativos executados em dispositivos pequenos com memória, vídeo e capacidade de processamento limitados. Para esta pesquisa utilizou-se o modem MIN-410 da Daruma (2018), pois nele há um módulo microcontrolador EHS6 da fabricante Gemalto (2015) que possui o J2ME, permitindo embarcar aplicações Java.

Outro motivo para a escolha desse modem é que o mesmo possui duas bandejas de chip 3G/GPRS, o que permite este dispositivo estar em lugares remotos e tratar a redundância trocando de chip caso o primeiro falhe na transmissão de dados.

O objetivo desse trabalho é transmitir os dados capturados do sensor de umidade e pH da marca Jellas (2018) utilizando MQTT, com o modem MIN-410 e exibir esses dados na nuvem através do *broker* público HiveMQ (THE HIVEMQ TEAM, 2019) facilitando o monitoramento de solos em pequena escala e posteriormente implementando atuações a partir de tais dados e compreender como isso pode ser aplicado em florestas.

Metodologia

Nos testes foram utilizados quatro copos descartáveis de 200mL os três primeiros com 50g de terra e o quarto com 60mL de vinagre. No primeiro foram adicionados 20mL de água aproximadamente, ou seja, a terra ficou úmida. No segundo adicionou-se 50mL de vinagre, para simular a terra mais ácida. E no terceiro deixou-se somente a terra. A Figura 1 apresenta a montagem dos ambientes do experimento.

Figura 1- Copos descartáveis com ambientes de estudo.



Fonte: o autor (2019).

O sensor utilizado possui duas varetas, alumínio e cobre, e três modos de monitoramento: umidade, pH e luminosidade. Para este experimento, foram utilizados somente os dois primeiros modos de monitoramento.

Primeiramente, para se entender o funcionamento do sensor, colocou-se o mesmo com apenas a vareta de cobre em contato com o solo, dentro do primeiro copo com a chave seletora marcada para medir a umidade, o valor mostrado foi médio.

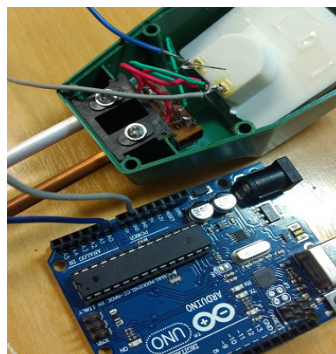
Para medir o pH, as varetas foram limpas e inseriu-se a vareta de alumínio no segundo copo, o valor exibido foi aproximadamente 7, que caracteriza uma terra alcalina, apesar da adição do vinagre. Como o valor do pH foi mais alto, ou seja, mais alcalino do que o esperado, limpou-se as varetas novamente e colocou-se o sensor, ainda somente com a vareta de alumínio diretamente no quarto copo, para observar seu comportamento. Neste caso atingiu o valor de 5, indicando que estava mais ácido.

E por fim, limpou-se as varetas mais duas vezes, uma para medir a umidade no terceiro copo e a outra para medir o pH no mesmo copo, neste caso as duas varetas foram inseridas dentro do solo nas duas situações.

Após esse entendimento, a plataforma de prototipagem Arduino que possui o microcontrolador ATmega328 (ARDUINO, 2019) foi ligada ao sensor para realizar as leituras analógicas e provar o conceito de que era possível realizar a medição dos dados desse sensor com um microcontrolador. O modelo Arduino UNO foi escolhido pois é uma das placas mais utilizadas no meio IoT.

Para fazer a ligação do sensor com a placa, ele foi aberto e foram soldados 2 fios, um cinza no ponto negativo e outro no positivo de cor azul. Depois esses fios foram ligados nos pinos GND e analógico A0 respectivamente no Arduino, conforme Figura 2.

Figura 2- Esquema de ligação do sensor com Arduino.



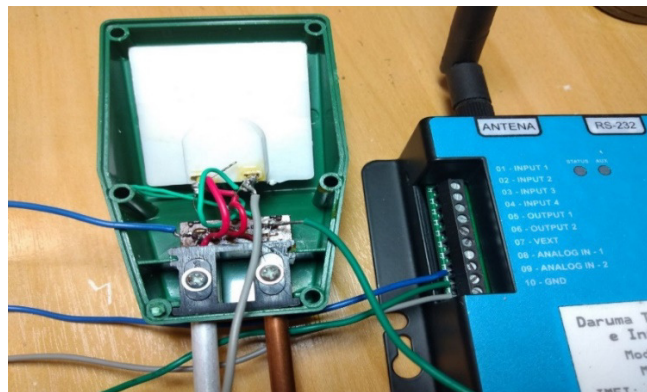
Fonte: o autor (2019).

Um programa simples em linguagem C foi codificado para realizar leituras analógicas a cada segundo e exibi-las no monitor serial do próprio Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do Arduino.

Conforme foram sendo variados os modos de leitura entre pH e umidade do sensor e as varetas do mesmo e entre os copos com os 3 ambientes principais de estudo, que eram os que possuíam terra, os valores foram exibidos no monitor e variavam adequadamente, ou seja, conforme o ponteiro no sensor subia em sua escala os valores lidos pelo Arduino subiam proporcionalmente.

Depois desse primeiro teste, o fio azul que estava no ponto positivo do sensor foi dessoldado e soldado na conexão com o fio que sai da vareta de alumínio que mede o pH e um novo fio de cor verde foi soldado no pino que conecta o fio que está dentro da vareta de cobre, que mede a umidade, enquanto o fio cinza que estava no ponto negativo permaneceu sem alteração. Então os fios do pH e umidade foram ligados ao modem MIN-410 nos pinos analógicos 08 e 09, respectivamente e no pino 10 que no modem é o GND foi ligado o fio que estava no pino negativo do sensor, conforme Figura 3.

Figura 3- Esquema ligação do sensor com modem MIN-410.



Fonte: o autor (2019).

Baseando-se no que foi codificado e observado no Arduino, estudou-se o funcionamento de uma aplicação em J2ME no MIN-410.

Notaram-se algumas diferenças de funcionamento com a linguagem Java SE, como por exemplo, a escassez de bibliotecas.

Após entender como acessar, realizar as leituras e interpretar os valores lidos pelas portas analógicas, uma aplicação foi codificada para coletar os dados do sensor em cada porta durante 10 segundos, ou seja, a leitura das portas foi feita de forma intercalada. Então foi feita uma média com esses dados e os resultados, foram primeiramente comparados com a escala do sensor e posteriormente tratados em intervalos, que representam seu nível de umidade e de acidez do solo ilustrados nas Tabelas 1 e 2 a seguir.

Tabela 1- Valores da leitura analógica para umidade.

Valor	Nível
Menor ou igual a 20	Baixa
Maior que 20 e menor ou igual a 40	Média
Maior que 40	Alta

Fonte: o autor.

Tabela 2- Valores da leitura analógica para pH.

Valor	pH
Maior ou igual a 5 e menor que 10	8
Maior que ou igual a 10 e menor ou igual a 20	7
Maior que 20 e menor ou igual a 35	6
Maior que 35 e menor ou igual a 50	5
Maior que 50 e menor ou igual a 60	4
Maior que 60 e menor ou igual a 65	3,5

Fonte: o autor.

As tabelas acima representam a esquerda os valores lidos pelo modem e a direita a escala de acordo com o que o sensor mostrou no visor com ponteiro analógico.

Com essas informações, a próxima etapa foi realizar a conexão com a nuvem, para isso pesquisou-se como era possível conectar o modem a internet através da conexão 3G, sobre o protocolo MQTT e posteriormente uma forma de integrar o mesmo com o J2ME.

Foi visto que após uma conexão bem-sucedida a um *broker* o protocolo MQTT trabalha com tópicos e subscrições, onde um cliente no caso o modem, publica seus dados em um tópico e os dispositivos que estiverem subscritos a este mesmo tópico conseguem realizar a leitura de tais dados.

Após alguns dias, encontrou-se a biblioteca Paho (GEMALTO, 2016), compilada especificamente para J2ME, então a mesma foi utilizada para estabelecer a conexão com o *broker* HiveMQ, passando seus parâmetros de conexão e publicar os dados no tópico "2019sensorUmidadePh" criado, para serem exibidos no painel do próprio HiveMQ.

Resultados

Na Figura 4, é possível visualizar a montagem final do modem MIN-410 conectado ao sensor no ambiente de estudo com terra e vinagre.

Figura 4- Montagem final do experimento.



Fonte: o autor (2019).

A Figura 5, mostra no painel do HiveMQ os valores lidos pelo sensor conforme a montagem da Figura 4.

Figura 5- Cliente *websocket* com dados publicados pelo MIN-410.

The screenshot displays the HiveMQ Websockets Client Showcase interface. At the top, it shows the HiveMQ logo and the text 'ENTERPRISE MQTT BROKER'. The interface is divided into several sections: 'Connection' (status: connected), 'Publish', and 'Messages'. The 'Messages' section shows a list of four messages with the following details:

Timestamp	Topic	QoS	Message Content
2019-09-02 20:19:22	2019sensorUmidadePh	2	{Sensor:'Umidade',Status:'Alta'}
2019-09-02 20:19:09	2019sensorUmidadePh	2	{Sensor:'PH',Status:'7'}
2019-09-02 20:18:56	2019sensorUmidadePh	2	{Sensor:'Umidade',Status:'Alta'}
2019-09-02 20:18:43	2019sensorUmidadePh	2	{Sensor:'PH',Status:'7'}

Fonte: HiveMQ (2019).

Como mostrado na Figura acima, foi possível utilizar as portas analógicas do modem MIN-410 que trabalham com a plataforma Java ME para realizar as leituras e o mesmo conseguiu se conectar ao *broker* na nuvem e enviar os dados tratados com sucesso.

O sensor detectou uma umidade alta por conter vinagre no copo junto com a terra, e um pH 7, esperava-se um valor de pH mais ácido nesse ambiente de estudo, entretanto os dados foram enviados para a nuvem com sucesso, que era o objetivo principal desse trabalho.

Além do objetivo alcançado foram implementadas algumas funcionalidades para garantir o funcionamento da aplicação como por exemplo um *WatchDog* para atuar caso a aplicação parasse de funcionar, executando a reinicialização do modem, conexão com um *broker* privado que necessite de autenticação de certificado, uma configuração de alarme para caso os valores ultrapassem o estipulado, uma mensagem de texto seria enviada a um contato responsável pelo modem e envio de dados em contingência caso não fosse possível publicar por queda na conexão com a internet até a bandeja de chip fosse trocada.

Discussão

Algumas dificuldades apareceram durante o desenvolvimento o que demandou mais tempo para a conclusão do trabalho, como por exemplo, a integração do protocolo MQTT com o Java ME, já que esta versão do Java não possui suporte as mesmas bibliotecas de sua versão Java SE, ou seja, foi mais complicado implementar compatibilidades para conexão com a internet e utilizar o MQTT até o momento de encontrar a biblioteca Paho, que facilitou a conexão.

Outra dificuldade foi estabelecer a relação da escala do sensor com o modem, pois os valores diferem um pouco do Arduino no quesito de resolução, enquanto o Arduino mostrava um valor para leitura da umidade o MIN-410 fez a leitura e exibiu um valor 10% maior.

Outro ponto foi que o modem necessitava de um tratamento com relação ao seu *WatchDog*, pois caso não fosse indicado que a aplicação estava rodando, ele era acionado e o modem reiniciava.

Nem todas as implementações extras foram utilizadas para atingir o objetivo do trabalho, como a autenticação de certificado para um *broker* privado, pois se utilizou o *broker* público do HiveMQ, mas podem ser usadas para um aprimoramento do projeto ou para outras aplicações.



Conclusão

Para entendimento geral do conceito de transmissão de dados utilizando MQTT na plataforma com J2ME que não é tão explorada e por isso não se encontra uma abrangente documentação sobre a mesma, o trabalho se mostrou importante. Foi possível entender como funciona a parte de IoT com o modem MIN-410 realizando as leituras de suas portas e enviado os dados para a nuvem.

O experimento atingiu seu objetivo se mostrando satisfatório, pois os dados do sensor foram exibidos no painel na nuvem, possibilitando a instalação do modem em lugares de difícil acesso e um monitoramento remoto.

Sugere-se, como trabalhos futuros, a melhoria do modelo utilizando um *broker* privado que fornece uma maior segurança dos dados transmitidos e sua adoção para estudos e aplicações em larga escala visando o monitoramento de florestas e no agronegócio.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e a Daruma Telecomunicações e Informática S/A pelo apoio financeiro oriunda da Lei de Informática.

Referências

- ARDUINO. **Arduino Uno SMD**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUnoSMD>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- DARUMA TECNOLOGIA. **Daruma Modem MIN-410**. [S. l.], 2018. Disponível em: <http://www.desenvolvedoresdaruma.com.br/min410/>. Acesso em: 14 ago. 2019.
- ESCOSTEGUY, P.A. & BISSANI, C.A. **Estimativa de H + Al pelo pH SMP em solos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. R. Bras. Ci. Solo, 23:175-179, 1999.
- GEMALTO. **Paho project 1.1.0 - July 2016 - MQTT 3.1.1**. [S. l.], 2016. Disponível em: <https://developer.gemalto.com/showcase/paho-project-110-july-2016-mqtt-311>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- JELLAS. **Jellas Soil pH Meter, 3-in-1 Moisture Sensor Meter/Sunlight/pH Soil Test Kits test function for Home and Garden, Indoor/Outdoor Use**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.jellas.com/blank>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- MUCHOW, John W. **Core J2ME technology and MIDP**. Prentice Hall PTR, 2001.
- PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S.; SOUZA, J.M.P.F.; PÉREZ, D.V. & Dos ANJOS, L.H.C. **Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos do Estado do Rio de Janeiro**. R. Bras. Ci. Solo, 22:159-162, 1998.
- THE HIVEMQ TEAM. **MQTT Essentials: Client, Broker and Connection Establishment**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.hivemq.com/blog/mqtt-essentials-part-3-client-broker-connection-establishment/>. Acesso em: 16 ago. 2019.
- YOKOTANI, Tetsuya; SASAKI, Yuya. Comparison with HTTP and MQTT on required network resources for IoT. In: **2016 international conference on control, electronics, renewable energy and communications (ICCEREC)**. IEEE, 2016. p. 1-6.