

## REDE DE SENSORES SEM FIO APLICADA A IRRIGAÇÃO AGRÍCOLA

**Charles F. de Sousa<sup>1</sup>, Darcio S. da Silva<sup>2</sup>, José M. de Menezes Jr<sup>3</sup>,  
Rafael Pereira Filgueiras<sup>4</sup>, Ramasio F. de Melo<sup>5</sup>, Rogerio P. de Sousa<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Dicente de Graduação em Licenciatura em Computação –IFTO - Campus Araguatins. e-mail: charlesfranzadesousa@gmail.com; <sup>2</sup>Dicente de Graduação em Licenciatura em Computação –IFTO - Campus Araguatins. e-mail: darcyoboy@gmail.com; <sup>3</sup>Professor de Computação –IFTO - Campus Araguatins. e-mail: menezes.iftto@hotmail.com; <sup>4</sup>Egresso de Licenciatura em Computação –IFTO – Campus Araguatins. e-mail rafaelphilgueiras21@gmail.com; <sup>5</sup>Professor de Computação -IFTO - Campus Araguatins. e-mail: ramasio.ml@gmail.com; <sup>6</sup>Professor de Computação -IFTO - Campus Araguatins. e-mail: rogeiro.pereira@iftto.edu.br

**Resumo:** As redes de sensores sem fio são aplicáveis a diversas áreas, e neste trabalho é proposta a implementação de uma rede de sensores sem fio aplicada a irrigação da alface como possível solução do desperdício de água e preservação ambiental. A RSSF foi utilizada na plataforma Arduino composta por módulos sensores de umidade de solo, umidade do ar e temperatura ambiente com comunicação sem fio, módulo de controle de água, módulo receptor e transmissor central sem fio. A alface (*Lactuca sativa*) foi escolhida por ser uma cultivar de rápido ciclo de desenvolvimento, de fácil plantio e um custo relativamente baixo.

**Palavras-chave:** Sensores, Arduino, Irrigação, Tecnologia, *Lactuca sativa*

### 1 INTRODUÇÃO

As tecnologias têm mostrado sua importância no desenvolvimento e progresso das atividades humanas (SILVEIRA; BAZZO, 2005). Com os avanços das redes de computadores, surgiram as redes sem fio que permitem a transmissão de dados e informações sem a necessidade do uso de cabos.

A comunicação sem fio tem estimulado o desenvolvimento e uso de sensores “inteligentes” em várias áreas (LOUREIRO et. al.,2003). Esses sensores por sua vez, são aparelhos capazes de realizar a percepção de fenômenos externos e a transformação dos mesmos em dados. Com o desenvolvimento das redes sem fio, e paralelamente dos sensores, surgiu um conceito importante e de grande relevância para a evolução tecnológica e as necessidades da sociedade: Redes de Sensores Sem Fio (RSSF).

As RSSF são redes compostas por vários nós, que trabalham de forma colaborativa para executar uma aplicação específica. Os nós desta rede são distribuídos de forma que todos possam se comunicar, direta ou indiretamente, e que os dados coletados pelos nós possam ser transmitidos até um ponto central com a intenção de tratar os dados coletados para uma determinada finalidade. (MIRANDA JÚNIOR, 2014).

A Organização das Nações Unidas (ONU) deixa claro que cerca de 70% de toda a água doce disponível no mundo é utilizada para realizar irrigação. O Brasil é um dos países que mais

utilizam a água para essa finalidade, pois esse índice chega a 72% (WALBERT, 2013). E para evitar irrigação desnecessária, excesso e falta de água, empresas desenvolvem sensores de umidade do solo que medem a quantidade de água no solo para ajudar os consumidores a aumentar o controle do uso da água na irrigação (SILVA, 2015).

O trabalho proposto tem como objetivo implementar uma RSSF aplicada a irrigação da alface *Lactuca sativa* como possível solução do desperdício de água e preservação ambiental em baixo custo. Na rede foram utilizados sensores de temperatura e umidade do ar “Dados de temperatura e umidade relativa do ar têm grande importância no clima de uma região” (TERRA, 2011, p. 208), esses elementos afetam diretamente no crescimento e desenvolvimento da planta. A alface foi escolhida por ser uma cultivar de rápido ciclo de desenvolvimento e de fácil plantio.

## **2 METODOLOGIA**

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Araguatins, com objetivo de implementar uma RSSF aplicada a irrigação da alface *Lactuca sativa* como possível solução do desperdício de água e preservação ambiental em baixo custo.

Para isso, foi utilizada a placa Arduino UNO, placa de radio frequência transmissor e receptor 433 MHz, DHT11, higrômetro, relê, válvula solenoide, computador, caixa d'água e uma estufa. A estufa no projeto se dá para controlar o ambiente da cultura e protege-la dos danos causados por fatores externos, sua montagem foi bastante simples, cortando uma vigota em 4 pedaços de dois metros fixando elas no chão, uma tela sombrite para proteção de intempéries e a metade de um tambor de 200 litros.

No desenvolvimento da RSSF foi escolhido o Arduino por ser uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware e software de livre desenvolvimento. Ele foi projetado com um micro controlador baseado no ATmega328 que possui 14 pinos de entrada / saída digitais, onde 6 podem ser utilizados como saídas PWM, 6 entradas analógicas, sua alimentação é feita através de uma conexão USB ou uma fonte de alimentação externa (COSTA; SOUZA, 2014).

A implementação de uma RSSF está baseada, essencialmente, na utilização de uma quantidade grande de nós - sensores com interligação sem fio, que cooperam entre si de modo a transportar os dados de uma forma eficiente e autônoma (SHELKE et al, 2013). As comunicações Wireless foram realizadas com placas de radio frequência Transmissor + Receptor 433MHz.

As placas de radio frequência foram usadas com antenas para aumentar a comunicação, a instalação de antenas é indicada para chegar ao alcance de 200 metros. O transmissor aceita tensões na faixa de 3,5Vcc a 12Vcc, logo o receptor é alimentado com tensão de 5Vcc e também opera na faixa de 433,92MHz (PAULA, 2015). A Figura 1 representa o módulo receptor e transmissor central sem fio que fica guardado dentro de uma caixa hermética para proteger os componentes internos do sol e de chuva, suas dimensões são: 10 cm de comprimento, 6,5 cm de largura e 4,5 cm de altura.

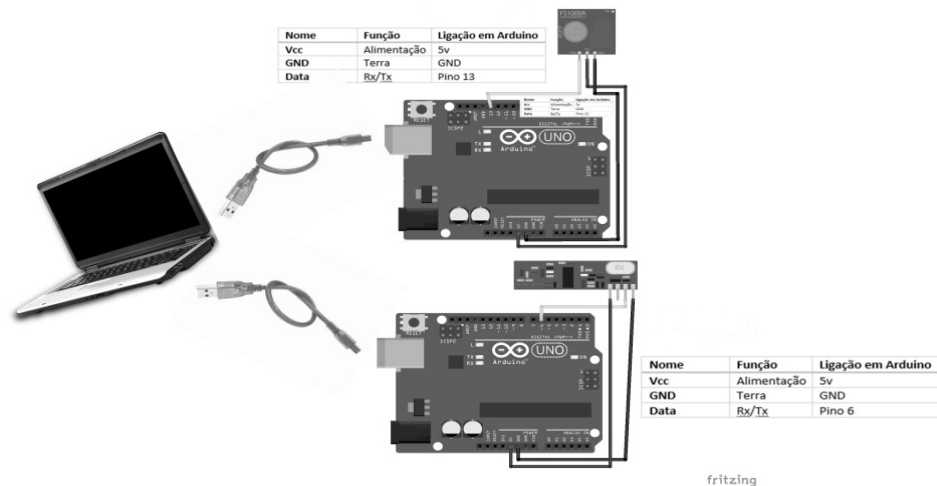


Figura 1 – Representação do módulo receptor e transmissor central sem fio composto por 2 Arduinos Uno, duas placas de rádio frequência, onde uma tem a função de transmissão e a outra de recepção, Fonte: Arquivo pessoal feita com o software fritzing e Paint, IFTO (2017)

O módulo sensor de umidade de solo sem fio também foi envolto por uma caixa hermética igual ao do módulo central, o mesmo é composto por uma bateria 9V que liga o Arduino, uma placa de transmissão e um sensor de umidade do solo. O sensor higrômetro possui uma haste que é introduzida no local onde se deseja medir a umidade do solo. No sensor higrômetro quanto maior a quantidade de água no solo, maior a condução da corrente e quanto menor a quantidade de água no solo menor a condução da corrente (CAVAGNINO; CAVARSAN, 2016).

O Módulo de umidade de solo com sensor de umidade do ar e temperatura ambiente com comunicação sem fio apresenta uma pequena diferença se comparado com o módulo sensor de umidade de solo, devido ele possuir um sensor de umidade do ar e temperatura ambiente DHT11. O DHT11 é um sensor pequeno de baixo consumo de energia, usado para medir temperatura entre 0 a 50 Celsius e umidade entre 20 a 90% (CEBALLOS et al., 2015).

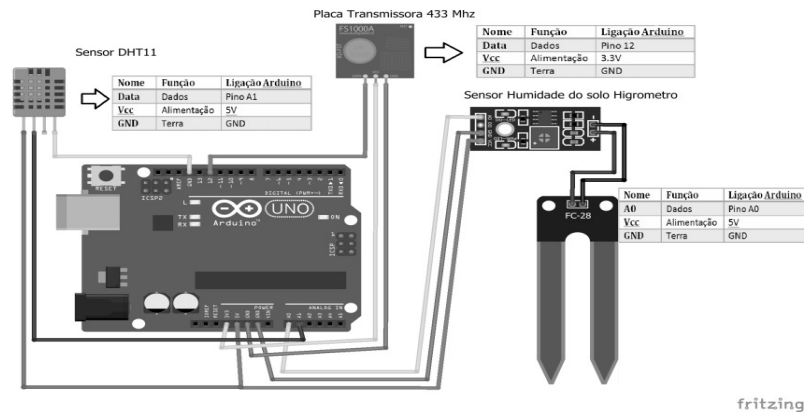


Figura 2 – Módulo de umidade de solo com sensor de umidade do ar e temperatura ambiente com comunicação sem fio, Fonte: Arquivo pessoal feito com o software fritzing, IFTO (2017).

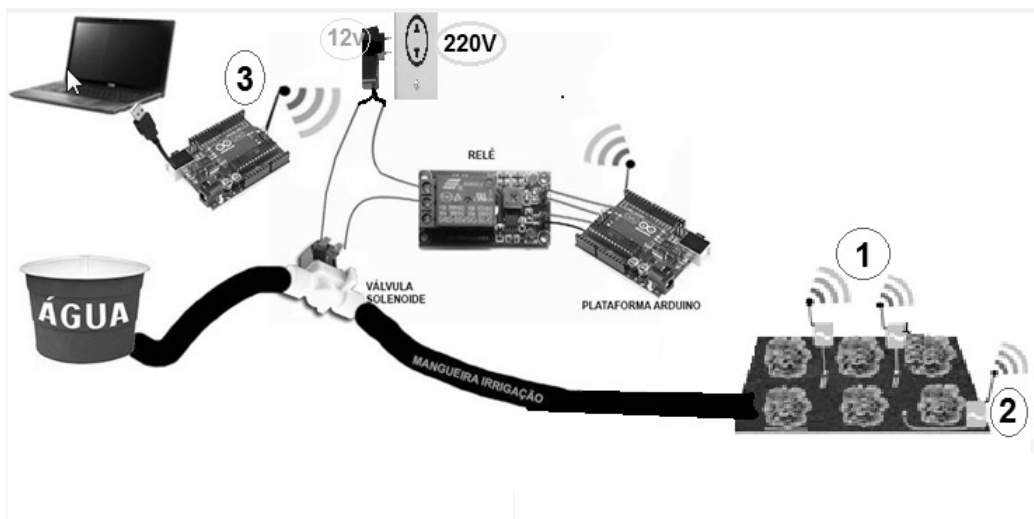


Figura 3 – Ilustração do esquema proposto Fonte: Arquivo pessoal com o software fritzing e Paint, IFTO (2017).

A caixa d'água serve para armazenar a água para irrigação da cultivar, porém o seu controle é feito pelo módulo de controle de água. O Computador tem um software responsável pela manipulação dos dados que avisa o momento certo da irrigação.

Módulo de Controle de Água (Relé e Válvula Solenoide). Este é responsável por acionar e controlar a vazão de água no sistema de irrigação. A água só passará pela válvula se houver necessidade da cultivar ser irrigada, e o que determina se é necessária a irrigação é o software inteligente que manipula os dados recebidos dos nós sensores. Se o programa que está instalado no computador definir que a cultivar precisa de irrigação, então será transmitida a informação da

central (Figura 1) para o módulo de controle de água ativar a válvula, com isso a cultivar receberá irrigação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os módulos configurados passam os parâmetros a central em ciclos de três minutos que foi programado via IDE para o micro controlador ATmega328 do Arduino. A topologia de rede utilizada para a aplicação foi a tipo estrela. A grande vantagem desta topologia é que na perda de um dos Módulos sensor de umidade de solo a rede se mantém e continuara funcionando junto com os outros Módulos sensores, no entanto, a rede só para de funcionar na falta da Central receptora.

A ilustração da Figura 3 demonstra a RSSF montada com um módulo central recepção/transmissão que é representado pelo número 3; este é o nó sorvedouro, o qual permanece conectado a um computador via portas USB, ele recebe as informações de todos os demais módulos e através de um Software de captura de dados transmitidos à porta USB se fazem necessárias à captura e organização desses dados, de modo a torná-los acessíveis a softwares inteligentes de gerenciamento da irrigação, ou seja, o software manipula os dados para avisar o momento certo da irrigação.

Os dois módulos sensores de umidade do solo e o módulo sensor de umidade de solo com umidade do ar e temperatura ambiente DHT11 são representados pelo número 1 e 2 (Figura 3). Os módulos sensores sem fio são instalados próximos às plantas e realizam a captação dos níveis de umidade do solo cultivado e níveis de umidade do ar e temperatura ambiente, e encaminham os valores coletados para a central receptora que está conectada a um computador onde estes dados passam para um software inteligente.

A Figura 4 é uma ilustração de como os dados do módulo sensor de umidade de solo com sensor de umidade do ar e temperatura ambiente estão chegando ao monitor serial do Arduino. Estes dados são representados da seguinte forma; o primeiro identifica o nó sensor (Sensor ID: 1), o segundo representa o dado do higrômetro (Umidade do solo) mede-se entre 0000 e 1023, sendo 0000 para extremamente seco e 1023 para extremamente molhado, o terceiro e o dado que representa o DHT11 que é a umidade do ar que pode variar de 000 a 100°C, o quarto dado corresponde à temperatura do ambiente onde podem varia de 00°C a 50°C.

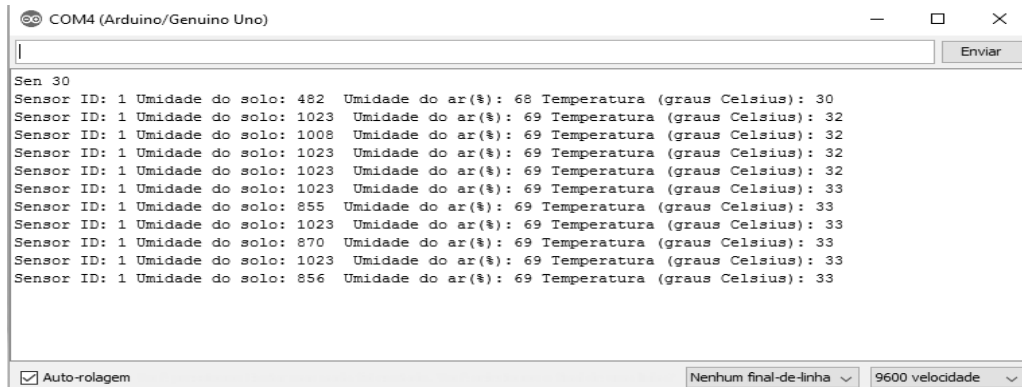


Figura 4 – Ilustração de como os dados do módulo sensor de umidade de solo com sensor de umidade do ar e temperatura ambiente estão chegando ao monitor serial do Arduino. Fonte: Arquivo pessoal, IFTO (2017).

De acordo com especificações das placas de rádio frequência, o alcance é de até 200m em campo aberto com antenas. No entanto foram realizados teste de distância utilizando antenas com uma alimentação de 5 Volts ligado ao Arduino e a distância máxima atingida foi 90m sem perda de dados.

O teste de integração da RSSF na cultura de alface iniciou-se no dia 20 de maio de 2017 e foi realizada na estufa (Figura 5) com o sistema completo e com toda a rede funcionando. O módulo central que é composto de um Arduino Uno é conectado ao computador via porta USB onde ele recebe os dados do módulo de umidade do solo e repassa para um software inteligente de um projeto paralelo. O teste de integração é o responsável por testar a rede RSSF por completa e verificar se ambas as partes funcionam juntas. E também analisar se os dados que estão sendo passados entre os nós sensor estão corretos.

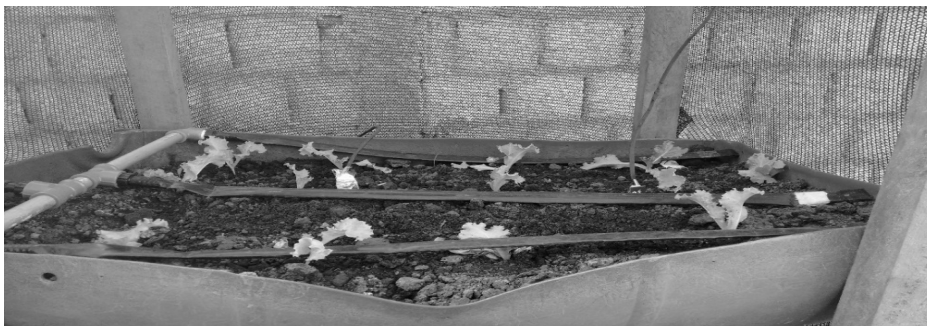


Figura 5 – Estufa completa, Fonte: Arquivo pessoal, IFTO (2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi desenvolvido um protótipo de rede de sensores sem fio aplicado à irrigação agrícola, baseada na integração de conhecimentos das áreas de atuação dos cursos do IFTO – Campus Araguatins, a saber, Bacharelado em Ciências Agrônômicas e Licenciatura em Computação.

Após a implantação deste protótipo no cultivo de alfaces em uma mini estufa, pôde-se comprovar que a tecnologia em foco neste trabalho é aplicável para fins agrícolas. E com o protótipo desenvolvido pode ser controlado a irrigação, evitando assim o desperdício de água feito com a utilização da rede RSSF, com redução do custo de produção e manutenção com ótimo desempenho de qualidade.

Os princípios de RSSF foram atingidos como: a capacidade de tolerância a falhas tais como visibilidade a outros módulos sensores de umidade do solo e central receptora; na falta de energia no módulo central receptora e transmissora iria comprometer os dados da rede, porém a falta de energia em um dos módulos de umidade do solo a rede continua funcionando normalmente; danos físicos podem ocorrer em qualquer equipamento e uma solução para evitar isso foi a utilização da caixa hermética para proteger os equipamentos; A escalabilidade é um fator importante em redes de sensores sem fio pois a rede poderia ser aplicada em um ambiente maior e com mais sensores; na topologia os módulos sensores de umidade do solo ele trabalhou a comunicação na frequência de 433Mhz com topologia estrela, a vantagem é sua facilidade de inserir outros módulo sensor de umidade do solo, como também na perda de um módulo a rede continuara funcionando corretamente, mas vale ressaltar que na perda da central a rede irá parar seu funcionamento.

## REFERÊNCIAS

CAVAGNINO, Emerson; CAVARSAN, Fábio Aparecido. **Irigador eco-eficiente para plantações**. Revista Ciência e Tecnologia, v. 19, n. 35, 2016. Disponível em: <<http://revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/539>>. Acesso em: 03 junho de 2017.

CEBALLOS, Martha Rocio et al. **Fuzzy system of irrigation applied to the growth of Habanero Pepper (Capsicum chinense Jacq.) under protected conditions in Yucatan, Mexico**. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015. Disponível em: <<https://www>.

researchgate.net/publication/277300877\_Fuzzy\_system\_of\_irrigation\_applied\_to\_the\_growth\_of\_Habanero\_pepper\_Capsicum\_chinense\_Jacq\_under\_protected\_conditions\_in\_Yucatan\_Mexico\_Ceballos >. Acessado em: 14 junho de 2017.

COSTA, James Raphael; SOUZA, Carlos Marques de (orientador). **Acionamento de Motores a Distância**. Revista Tecnológica da FATEC-PR, v.1, n.5, p. 221 - 234, jan./dez., 2014. Disponível em: <<http://fatecpr.com.br/upload/Revista%20Tecnologica%20da%20FATEC-%20PR%20V%201%20N%205-%20JAN-DEZ%202014.pdf>>. Acessado em: 16 julho de 2017.

LOUREIRO, Antonio AF et al. **Redes de sensores sem fio**. In: Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC). 2003. p. 179-226. Departamento de Ciência da Computação – UFMG. Disponível em: <[www.sensornet.dcc.ufmg.br/publica/pdf/179\\_Loureiro\\_Nogueira\\_Ruiz\\_Mini\\_Nakamura\\_Figueiredo.pdf](http://www.sensornet.dcc.ufmg.br/publica/pdf/179_Loureiro_Nogueira_Ruiz_Mini_Nakamura_Figueiredo.pdf)>. Acessado em: 31 julho 2017.

MIRANDA JÚNIOR, Gilson. **Desenvolvimento de uma rede de sensores sem fio para monitoramento industrial**. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/10718>>. Acessado em: 12 agosto 2017.

PAULA, Caio Jorge Haddad de. **Projeto e construção de um robô autônomo com visão computacional**. 2015. Disponível em: <[http://bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/669/1/PROJETO\\_E\\_CONSTRU%C3%87%C3%83O\\_DE\\_UM\\_ROB%C3%94\\_AUT%C3%94NOMO\\_COM\\_VIS%C3%83O\\_COMPUTACIONAL.PDF](http://bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/669/1/PROJETO_E_CONSTRU%C3%87%C3%83O_DE_UM_ROB%C3%94_AUT%C3%94NOMO_COM_VIS%C3%83O_COMPUTACIONAL.PDF)>. Acesso em: 17 agosto de 2017.

SILVA, Joana. Portal EMBRAPA – **Novos sensores evitam desperdício de água na agricultura e jardinagem**. Brasília, DF. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2546070/novos-sensores-evitam-desperdicio-de-agua-na-agricultura-e-jardinagem>>. Acessado em: 28 setembro 2017.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência e tecnologia: transformando a relação do ser humano com o mundo**. Anais do IX Simpósio Internacional Processo Civilizador: tecnologia e civilização, 2005. Disponível em: <<http://www.uel.br/grupo-estudo/processoscivilizadores/portugues/sites/anais/anais9/artigos/workshop/art19.pdf>>. Acessado em: 01 agosto 2017.

TERRA, Viviane S. S. et al. **Análise espacial da temperatura e umidade relativa do ar em um pomar de pessegueiro, no município de Morro Redondo-RS**. São Paulo: Embrapa Instrumentação, 2011. 334 p. Disponível em: <<https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/laboratorio-nacional-de-agricultura-de-precisao/livro-agricultura-de-precisao-um-novo-olhar/4.2>>. Acessado em: 27 setembro 2017.



WALBERT, A. Portal EBC – **Quem mais gasta água no Brasil e no Mundo**. 2013. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-agua-no-brasil-e-no-mundo>>. Acessado em: 27 julho 2017.