

**PROCESSO AUTOMATIZADO DE PEQUENO PORTE PARA
IRRIGAÇÃO**

AUTOMATED SMALL SIZE PROCESS FOR IRRIGATION

**PROCEDIMIENTO AUTOMATIZADO DE PEQUEÑO TAMAÑO
PARA IRRIGACIÓN**

Vagner Henrique Ferraz

Wesley Pinho e Silva Carçado

vagnerferraz@gmail.com

wesley.carcado2@etec.sp.gov.br

CENTRO EST. EDUC. TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Resumo

A partir do desenvolvimento do transistor pelos cientistas Bardeen, Brattain, e Shockley (THOMPSON & PARTHASARATHY, 2006), no fim da década de 1940 e sua popularização nos anos seguintes, foi possível aumentar a capacidade de trabalho dos computadores, ao mesmo tempo em que foi possível reduzir seu tamanho, o que garantiu na década de 1980 a popularização de modelos voltados para o uso doméstico. Os avanços realizados no campo tecnológico já haviam sido pensados por Gordon Moore (1965) ao determinar que a densidade dos componentes e a performance de circuitos integrados dobra a cada ano. Assim sendo, o aumento na produção e comercialização de componentes eletrônicos permitiu o avanço no desenvolvimento de novas tecnologias, cada vez mais baratas e potentes, como o Arduino. Com a finalidade de criar dispositivos capazes automatizar tarefas cotidianas como a irrigação, utilizamos o microcontrolador para gerenciar os processos de aferição de dados e distribuição de água em uma pequena cultura, que pode ser monitorada através de dispositivos móveis conectados à internet.

Palavras chave: Arduino, automação, irrigação

Abstract

From the development of the transistor by the scientists Bardeen, Brattain, and Shockley (THOMPSON & PARTHASARATHY, 2006), in the late 1940s and their popularization in the following years, it was possible to increase the working capacity of the computers, at the same time as it was possible to reduce their size, which guaranteed in the 1980s the popularization of models aimed at domestic use. The advances in the field of technology had already been thought by Gordon Moore (1965) in determining that component density and integrated circuit performance doubles each year. Therefore, the increase in the production and commercialization of electronic components allowed the advance in the development of new technologies, increasingly cheaper and powerful, like the Arduino. In order to create devices capable of automating daily tasks such as irrigation, we use the microcontroller to manage the processes of data gauging and water distribution in a small culture that can be monitored through mobile devices connected to the internet.

Keywords: Arduino, automation, irrigation;

Resumen

A partir del desarrollo del transistor por los científicos Bardeen, Brattain y Shockley (THOMPSON & PARTHASARATHY, 2006), a finales de la década de 1940 y su popularización en los años siguientes, fue posible aumentar la capacidad de trabajo de las computadoras, al mismo tiempo que fue posible reducir su tamaño, lo que garantizó en la década de 1980 la popularización de modelos orientados incluso el uso doméstico. Los avances realizados en el campo tecnológico ya habían sido pensados por Gordon Moore (1965) al determinar que la densidad de los componentes y la performance de circuitos integrados dobla cada año. Así, el aumento en la producción y comercialización de componentes electrónicos permitió el avance en el desarrollo de nuevas tecnologías, cada vez más baratas y potentes, como el Arduino. Con el fin de crear dispositivos capaces de automatizar tareas cotidianas como la irrigación, utilizamos el microcontrolador para gestionar los procesos de medición de datos y distribución de agua en una pequeña cultura, que puede ser monitoreada a través de dispositivos móviles conectados a internet.

Palabras clave: Arduino, automatización, irrigación;

INTRODUÇÃO

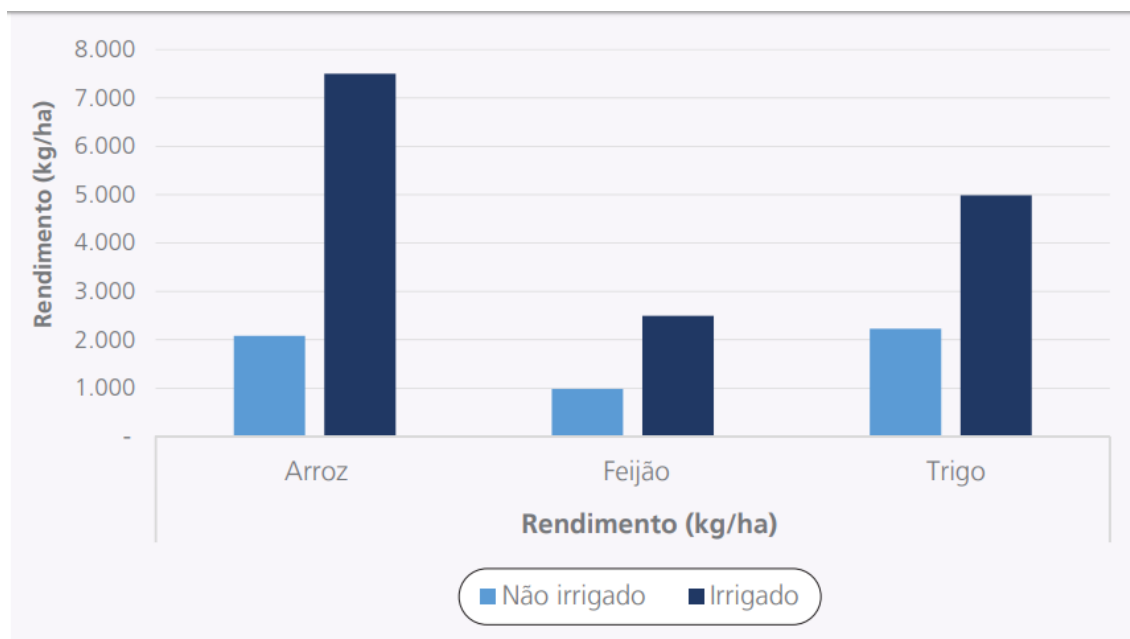
O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do planeta, num mercado que movimenta mais de 5 bilhões de reais ao ano. Segundo dados do IBGE o país possui 76.697.324 de hectares dedicados a lavoura, o que representa quase 10% de sua área total.

Para além da agricultura voltada para a exportação, no Brasil existem hoje 5.175.489 propriedades configuradas como agricultura familiar. Destas 1.480.243 dedicam-se a lavoura, perfazendo um total de 11.612.227 de hectares cultivados, área pouco maior que o estado de Santa Catarina.

Dentre as principais atividades desenvolvidas em pequenas propriedades estão a horticultura e a fruticultura, que se configuram em sua principal fonte de renda e também são responsáveis pelo abastecimento de feiras-livres e mercados, além da exportação. As atividades desenvolvidas nesse meio ainda são predominantemente braçais e na divisão de tarefas entre os membros da própria família.

Entre os horticultores, uma das tarefas que demandam mais tempo e planejamento para estes agricultores é a irrigação, que também se configura em grandes esforços nos cultivos e hortas domesticas. Para além disso, o incremento da irrigação em uma plantação é capaz de elevar em muito os números de produção, conforme dados do Ministério da Agricultura, exibidos a seguir no Gráfico 1:

Gráfico 1 - Indicadores de rendimento em condições predominantemente irrigadas e não irrigadas – arroz, feijão e trigo (2015).



Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas).

METODOLOGIA

Os métodos utilizados para a irrigação podem ser variados e sua escolha normalmente se dá de acordo com o custo e a cultura a ser desenvolvida. Segundo Marouelli e Silva (1998), existem diferentes sistemas de irrigação, cada qual apresentando características próprias, com custos variáveis, vantagens e desvantagens. Dependendo da forma com que a água é aplicada às plantas, os sistemas podem ser agrupados em superficiais, subsuperficiais, aspersão e microirrigação. De acordo com os autores cada um desses sistemas apresenta suas vantagens e desvantagens, com variáveis como custo para implantação, mão-de-obra utilizada, consumo de água e eficiência de irrigação, além dos problemas de cada um.

Aquele que apresenta grandes vantagens, ao nosso ver é o sistema de gotejamento, classificado dentro dos sistemas de microirrigação. Entre as vantagens estão os fatos de que estes sistemas pouco interferem nas práticas culturais, possibilitam o uso de água com certo grau de salinidade, podem ser usados em solos de diferentes texturas, declividades e salinos, bem como permitem automação total da irrigação. Conforme Frizzone(2017):

Devido à flexibilidade do método de microirrigação este oferece grande potencial para irrigação de precisão, com elevado nível de manejo. Pode adaptar-se a diversas condições de cultivo, clima, topografia e solos, permitindo a expansão da produção vegetal em áreas irrigadas com restrições de solo (solos arenosos com altas taxas de infiltração ou solos argilosos com baixas taxas de infiltração) e de água (qualidade e disponibilidade), onde não poderiam ser usados outros métodos de irrigação. (FRIZZONE, 2017).

Levando em conta possibilidade de trabalho e nível de personalização, nosso objetivo foi o de criar um sistema automatizado de fácil utilização e baixo custo de implementação, que possa funcionar tanto para residências como em uma escala industrial, seja modular e incrementável, de acordo com as necessidades de cada cliente e das características de cada cultivo.

Nos últimos 50 anos tem-se observado um aumento vertiginoso na utilização de computadores, principalmente no contexto da Segunda Guerra Mundial. Apesar de realizar em poucas horas ou minutos o trabalho de muitos dias para uma pessoa, os primeiros computadores, surgidos nas décadas de 1940 e 1950 ainda eram aparelhos grandes e desajeitados, como o Eniac, com suas mais de 17.000 válvulas para funcionamento. Muitos aparelhos nessa época tomavam salas inteiras.

A partir do desenvolvimento do transistor pelos cientistas Bardeen, Brattain, e Shockley (THOMPSON & PARTHASARATHY, 2006), no fim da década de 1940 e sua popularização nos anos seguintes, foi possível aumentar a capacidade de trabalho dos computadores, ao mesmo tempo em que foi possível reduzir seu tamanho, o que garantiu na década de 1980 a popularização de modelos voltados para o uso doméstico, como MACs da Apple e PCs da IBM. Outro ponto que auxiliou nessa popularização foi a criação de sistemas operacionais mais interativos que permitiram uma maior facilidade de uso pelo usuário pouco qualificado ou familiarizado com a utilização de tecnologia.

Os avanços realizados no campo tecnológico já haviam sido pensados por Gordon Moore, em seu artigo de 1965, Cramming more components onto integrated circuits, que dizia que a densidade dos componentes e a performance de circuitos integrados dobra a cada ano. Além disso, o autor constata que:

Reduced cost is one of the big attractions of integrated electronics, and the cost advantage continues to increase as the technology evolves toward the production of larger and larger circuit functions on a single semiconductor substrate. For simple circuits, the cost per component is nearly inversely proportional to the number of components, the result of the equivalent piece of semiconductor in the equivalent package containing more components. But as components are added, decreased yields more than compensate for the increased complexity, tending to raise the cost per component. Thus there is a minimum cost at any given time in the evolution of the technology. At present, it is reached when 50 components are used per circuit. But the minimum is

rising rapidly while the entire cost curve is falling (see graph below). If we look ahead five years, a plot of costs suggests that the minimum cost per component might be expected in circuits with about 1,000 components per circuit (providing such circuit functions can be produced in moderate quantities.) In 1970, the manufacturing cost per component can be expected to be only a tenth of the present cost.(MOORE, 1965).

Assim sendo, o aumento na produção e comercialização de componentes eletrônicos permitiu o avanço no desenvolvimento de novas tecnologias, cada vez mais baratas e potentes, como o Arduíno.

Pensando nos custos na praticidade de manuseio, optamos pela plataforma Arduino, que é um circuito integrado de hardware e código abertos, e oferece ferramentas diversificadas para o desenvolvimento de protótipos voltados para a automação e Internet das Coisas (IoT). Inicialmente concebido por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis no Instituto de Design de Interação de Ivrea, Itália, no início dos anos 2000, o pequeno controlador foi pensado como porta de entrada para aqueles que desejassem iniciar seus estudos em eletrônica e programação. Um dos pontos principais para o sucesso do projeto foi o fato de ter sido desenvolvido como um produto de código aberto, acessível e modificável por toda a comunidade, tanto no software como no hardware. Ao longo da década, o pequeno controlador foi ganhando destaque e novos componentes foram surgindo de acordo com a necessidade e os estudos da comunidade.

Os sistemas de irrigação automatizados disponíveis no mercado ainda baseiam-se em grande parte pelo uso de timers com horários fixos. Apesar de muito útil para garantir a uniformidade da irrigação em intervalos regulares, o uso de timers não considera os fatores externos e as variações que podem decorrer do processo de cultivo, desde chuvas e secas até necessidades variáveis das plantas ao longo do crescimento.

O sistema desenvolvido consiste na utilização de uma placa Arduino. A Figura 1 a seguir mostra o modelo Mega 2560, selecionado pela maior capacidade em relação ao modelo UNO, tanto em memória como portas digitais e analógicas, conforme confirma a Tabela 1, também a seguir.

Figura 1 – Placa Arduino Mega2560



Fonte: <http://robocore.net>, 2018

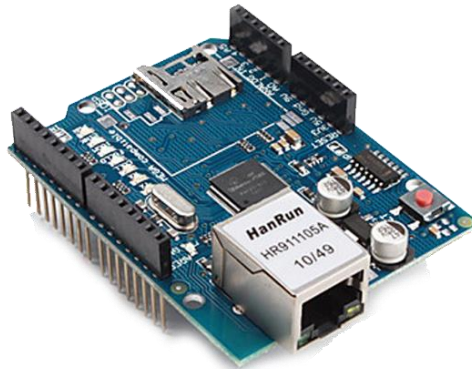
Tabela 1 – Comparativo Arduino Uno x Arduino Mega 2560

Arduino Uno	Arduino Mega 2560
ATmega328 Microcontroller	ATmega2560 Microcontroller
14 Digital I/O pins	54 Digital I/O pins
6 PWM Outputs	14 PWM Outputs
6 Analog Inputs	16 Analog Inputs
1 UART	4 UARTs
32k Flash memory	256k Flash memory

Fonte: <https://reprap.org>, 2018

Por sua configuração padrão, o funcionamento e a comunicação do controlador Arduino se dão através da conexão de um cabo USB e um Computador. Porém para garantir que o conjunto funcione em harmonia, juntamente com o micro controlador Mega 2560, será utilizado um Shield Ethernet Wiznet modelo w5100, conforme modelo exibido na Figura 2, que permitirá a comunicação via Rede Ethernet, descartando a necessidade de um computador conectado ao controlador.

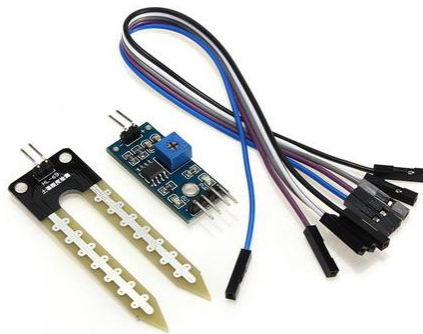
Figura 2 - Módulo - Ethernet Shield



Fonte: <http://fixmasterelectronics.com.ph>, 2018

Para o solo será utilizado um sensor de capacitância, semelhante ao modelo exibido na Figura 3, que através de pulsos elétricos mede a resistência entre os dois terminais devolvendo valores entre 0 e 1023, sendo 0 o valor que representa a falta de resistência entre os terminais, ou solo úmido. Já o valor 1023 representa a resistência máxima, ou solo completamente seco.

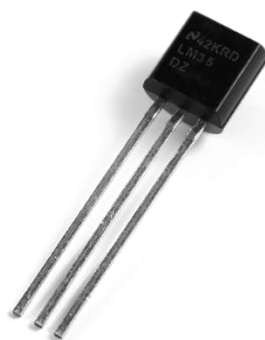
Figura 3 - Módulo - Sensor de Capacitância



Fonte: <http://filipeflop.com>, 2018

Para a temperatura será utilizado um sensor Lm35, ilustrado na Figura 4, e o sensor de umidade e temperatura DHT11 (Figura 5).

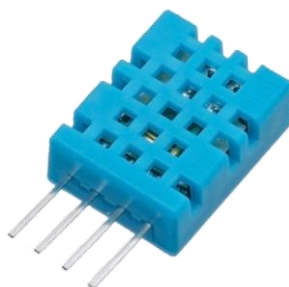
Figura 4 - Sensor LM35



Fonte: <http://robocore.net>, 2018

Os sensores anteriormente citados serão responsáveis por colher, no ambiente de instalação os dados que serão utilizados pelo sistema para determinar o tempo e intensidade da abertura de uma válvula solenoide de 220V.

Figura 5 - Sensor DHT11



Fonte: <http://baudaeletronica.com.br>, 2018

A válvula irá abrir e fechar o sistema de gotejamento de acordo com os comandos do microcontrolador através de um relê, exibido na Figura 6, acionado no controlador e ligado na rede elétrica.

Figura 6 – Relê



Fonte: <http://aliexpress.com>, 2018

A Figura 7 mostra o módulo RTC 3231, que é o responsável pelo controle do tempo, sendo capaz de armazenar datas até mesmo com o Arduino desligado, pois conta com bateria própria.

Figura 7 – Módulo RTC (Real Time Clock) 3231



Fonte: <http://mysensors.org>, 2018

A válvula solenoide exibida na Figura 8, a seguir, será responsável por controlar o fluxo de água, sendo acionada de acordo com os parâmetros citados anteriormente, fornecendo autonomia ao sistema de irrigação.

Figura 8 – Válvula Solenoide



Fonte: labdegaragem.com, 2018

Além da utilização dos circuitos e sensores, será utilizado um banco de dados MySQL, que armazenará as informações capturadas, quando os circuitos estiverem conectados a uma rede.

A IDE (Integrated Development Environment) utilizada para desenvolvimento dos códigos é fornecida diretamente no site <http://arduino.cc> e fornece bibliotecas básicas que permitem a utilização de componentes básicos como LEDs e botões. Sendo assim foi necessário no decorrer do desenvolvimento do projeto adicionar bibliotecas específicas de cada sensor e software, para que fosse possível a utilização dos mesmos.

A figura 9 a seguir exhibe um trecho do código onde são declaradas as bibliotecas necessárias para execução do programa. No caso específico estão sendo declaradas as

bibliotecas para a utilização do Sensor DHT, Shield Ethernet, Banco de Dados MySQL, além da biblioteca SPI, que permite a comunicação com dispositivos periféricos seriais.

Figura 9 – Declaração de bibliotecas

```
1 #include "DHT.h"
2 #include <Ethernet.h>
3 #include <MySQL_Connection.h>
4 #include <MySQL_Cursor.h>
5 #include <SPI.h>
```

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Para que a comunicação aconteça de maneira correta com o Shield Ethernet e o restante dos dispositivos de uma possível rede, é necessário informar os dados de rede para que o Shield possa ser identificado dentro de uma rede, conforme exemplo definido na Figura 10.

Figura 10 – Informações de Rede

```
30
31 byte mac_addr[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
32 byte ip[] = { 10, 67, 23, 254 };
33 byte gateway[] = { 10, 67, 22, 3 };
34 byte subnet[] = { 255, 255, 254, 0 };
35
```

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Ao capturar as informações, a placa envia os dados obtidos para um banco de dados MySQL, onde ficarão disponíveis para consultas futuras e permitirão uma apuração detalhada de como o ambiente se comportou no decorrer do tempo. A Figura 11, a seguir, mostra o trecho de código que executa a comunicação com o banco de dados MySQL.

Figura 11 – Comunicação MySQL

```

174
175 EthernetClient clientMySQL;
176 MySQL_Connection conn((Client *)&clientMySQL);
177
178 while (!Serial);
179
180 Serial.println("Iniciando Ethernet...");
181 Ethernet.begin(mac_addr);
182
183 Serial.println("Conectando...");
184 if (conn.connect(server_addr, 3306, user, password))
185 {
186
187     MySQL_Cursor *cur_mem = new MySQL_Cursor(&conn);
188     cur_mem->execute(BANCODEDADOS);
189     delete cur_mem;
190
191     Serial.println("Executando sentença");|
192
193     leitura = analogRead(LM35);
194     leituraconvertida = (float(analogRead(LM35)) * 5 / (1023)) / 0.01;
195     umidadeDHT = dht.readHumidity(); // recebe a umidade do sensor DHT
196     temperaturaDHT = dht.readTemperature();
197     umiSolo = analogRead(sensorSolo);
198
199     dtostrf(leituraconvertida, 4, 1, valortemp);
200     dtostrf(umidadeDHT, 4, 1, valorumi);
201     dtostrf(temperaturaDHT, 4, 1, valortempDHT);
202     dtostrf(umiSolo, 4, 1, valorUmiSolo);
203
204     sprintf(sentenca, INSERIR_TEMP, valortemp, valorUmiSolo);
205     Serial.println(sentenca);
206
207     cur_mem->execute(sentenca);
208
209
210 Serial.println("Sentença executada com êxito!");
211
212     conn.close();
213 }
214 else
215 {
216     Serial.println("A conexão falhou");
217     conn.close();
218 }
219
220 clientMySQL.stop();

```

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

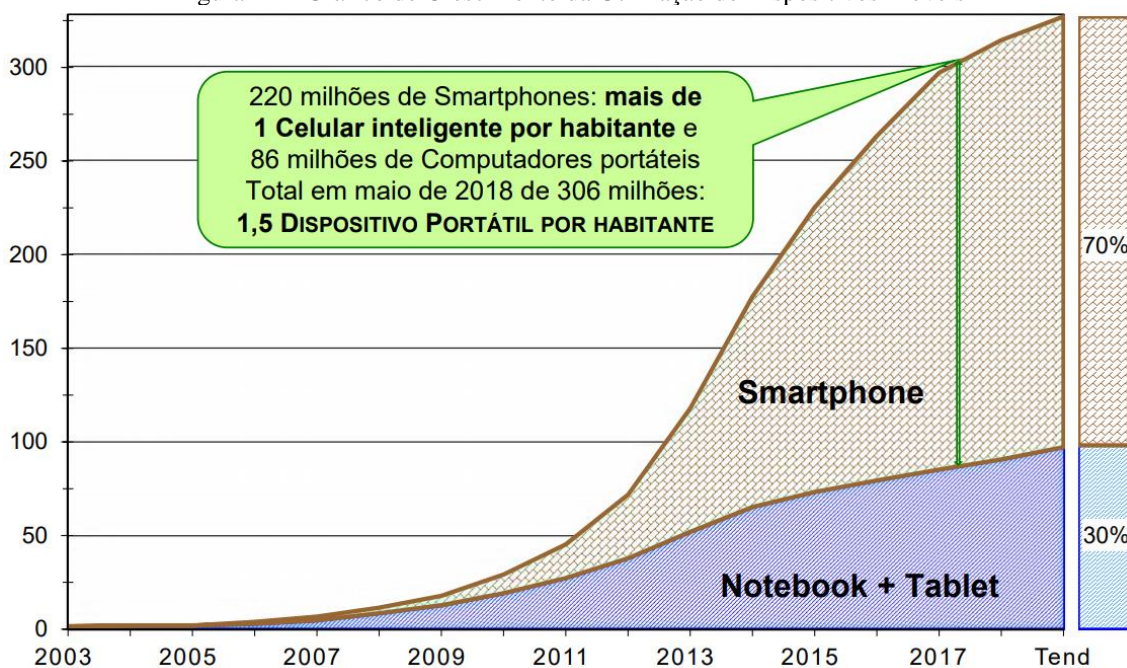
O fato de as informações estarem armazenadas em um Banco de Dados relacional, permitem que elas sejam recuperadas de maneira organizada, fornecendo maior controle para o usuário.

Com as informações sendo recuperadas por meio de Banco de Dados, também é possível desenvolver um sistema gerencial que permita a visualização dos dados em

formatos mais dinâmicos, como gráficos e tabelas formatadas, dando ao usuário uma visão mais refinada dos dados obtidos.

De acordo com a pesquisa anual realizada pela FGV, em 2017, o número de dispositivos móveis conectados a internet cresce a cada ano, chegando a 1,5 dispositivo portátil por habitante no Brasil, conforme gráfico exibido na Figura 12. Sendo assim, é totalmente viável o desenvolvimento de um sistema gerencial ser estendido ao desenvolvimento de um aplicativo móvel, para que usuários que fazem grande uso de dispositivos móveis, tenham fácil acesso a suas informações sempre que desejarem.

Figura 12 – Gráfico de Crescimento da Utilização de Dispositivos Móveis



Fonte: <http://fgv.br>, 2018

Ainda com base na pesquisa citada anteriormente, Lobo (2017) constata que “O estudo, em contrapartida, revela que a venda de PCs - desktops, notebooks e tablets - despencou quase 15% e ficou em 12 milhões de unidades em 2016. Em três anos, a queda contabilizada é de quase 50%”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apontado por PARASURAMAN “Automation of physical functions has freed humans from many time-consuming and laborintensive activities”(p. 231). Ao pensar o processo de automação na irrigação é possível também incluir o fator financeiro, já que

Globalmente, a produtividade obtida com a prática da agricultura irrigada é 2,7 vezes maior do que a obtida pela agricultura tradicional – de sequeiro –, que é dependente das irregularidades próprias das águas das chuvas. Por isso, a prática da irrigação, que possibilita melhorar o manejo da produção e da disponibilidade de água – em quantidade, em qualidade e em oportunidade – e auxilia na eficácia da oferta dos insumos aos cultivos, desempenhará um crescente e fundamental papel na produção agrícola e pecuária. (CHRISTOFIDIS, 2013, p. 116)

Segundo dados da FAO (Food and Agriculture Organization) o Brasil possui uma área potencial de irrigação de 29.350.000 hectares, porém em 2012 apenas 5.400.000 de hectares possuíam sistemas de irrigação. Ou seja, o Brasil ainda detém um grande potencial de crescimento, em especial no Estado de São Paulo, que segundo dados da Agência Nacional de Águas apresenta 20,4% deste potencial de crescimento.

Entendemos que a adoção de sistemas controláveis, que garantam autonomia e praticidade no monitoramento da produção por um baixo custo aos produtores rurais possa não só contribuir para a exploração deste potencial como o aumento na produção geral e nos lucros obtidos através do considerável incremento nos rendimentos obtidos por hectare em relação aos sistemas de sequeiro. É importante pensar também nas necessidades e condição financeira de cada produtor, situação em que a plataforma Arduino colabora, pois a facilidade na prototipagem de sistemas pensados sob medida para cada situação é rápida e facilmente testável, não somente em sistemas de microirrigação, como o utilizado no trabalho, mas em várias outras configurações como os sistemas de inundação e também na aspersão, modelo mais comum hoje no país.

Além de permitir a automação do processo de irrigação é viável que seja feita a captura dos dados, para que o produtor tenha acesso às informações para que possa acompanhar o andamento de sua produção e consiga tomar decisões com base em informações concretas.

Com o crescimento da utilização de dispositivos móveis no Brasil, a proposta torna-se mais viável com a possibilidade de o produtor acessar as informações capturadas, através de qualquer dispositivo, descartando a obrigatoriedade de estar em um Computador Pessoal.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014: relatório síntese** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2016.

_____. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2017.

ARDUINO. Disponível em: <www.arduino.cc/>. Acesso em 07 out. 2018.

CHRISTOFIDIS, Demetrios. Água, irrigação e agropecuária sustentável. In: **Revista de política agrícola**. – Ano XXII, n. 1 (jan/fev/mar 2013) - . – Brasília, DF: Secretaria Nacional de Política Agrícola, Companhia Nacional de Abastecimento

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Information System on Water and Agriculture - AQUASTAT**, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em 07 out. 2018.

FRIZZONE, José Antônio. **Os métodos de irrigação**. ESALQ/USP. 2017.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Agricultura Familiar. Primeiros resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Brasília/Rio de Janeiro: MDA/MPOG, 2009.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1998.

MOORE, G. E. (1965). **Cramming more components**. *Electronics*. Electronics, volume 38, number 8, April 19, 1965

PARASURAMAN R.; RILEY V. A., “Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse,” In: **Human Factors**, vol. 39, pp. 230–253

THOMPSON, S.; PARTHASARATHY, S. **Moore's law: the future of Si microelectronics**. *MaterialsToday*(2006). pp20-25.

LOBO, Ana Paula. **Brasil possui 280 milhões de dispositivos móveis conectáveis à Internet**. 2017. Disponível em: <<http://www.abranet.org.br/Noticias/Brasil-possui-280-milhoes-de-dispositivos-moveis-conectaveis-a-Internet-1419.html>> Acesso em: 06 out. 2018.

MEIRELLES, Fernando S. **29ª Pesquisa Anual do Uso de TI, 2018**. 2018. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/pesti2018gvciappt.pdf>> Acesso em: 06 out. 2018.