

JOSÉ WILIAN BARBOSA

**SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO
PLATAFORMA ARDUINO.**

Assis

2013

JOSÉ WILIAN BARBOSA

**SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO
PLATAFORMA ARDUINO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso Bacharelado em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Aparecido Machado

Área de Concentração: Informática

Assis

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

BARBOSA, José Wilian

Sistema de Irrigação Automatizado utilizando a plataforma Arduino/José Wilian Barbosa. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA - Assis, 2013.
57 p.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Aparecido Machado
Trabalho de conclusão de curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA

2. Introdução ao Arduino **3.** Sistemas de Irrigação **4.** Sensores **5.** Estudo de caso

Biblioteca da FEMA

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO.

JOSÉ WILIAN BARBOSA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso Bacharelado em Ciência da Computação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Osmar Aparecido Machado

Analisador: Domingos de Carvalho Villela Junior

Assis

2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, à minha família e a meus amigos que sempre acreditaram em meu potencial, me deram forças para lutar e coragem para vencer e nunca desistir.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por estar vivo, e ter a oportunidade de concluir um curso de graduação. Em seguida gostaria de agradecer por ter uma família maravilhosa, unida e batalhadora, que sempre esteve presente no meu dia a dia me incentivando, aconselhando e me dando forças para continuar.

A minha namorada Thays Godinho Lima, por me cobrar quando preciso, e me animar sempre com seu otimismo, amor e carinho, deixando meus dias mais felizes.

Por ter encontrado e conhecido pessoas maravilhosas que com o passar do tempo se tornaram grandes amigos, amigos esses que sempre me ajudaram a encarar as dificuldades, que sempre estiveram comigo nas alegrias e as dificuldades.

Em especial gostaria de agradecer aos meus amigos Juninho, Patrick, Pedro, Daniel, Mayco os quais eu considero como irmãos, por terem a paciência, a compreensão, a cumplicidade e a lealdade que tiveram comigo, sempre me orientando, ajudando, dialogando, sendo sempre uma influência positiva em minha vida, acredito que se estou prestes a me formar é também porque os encontrei em meu caminho.

Aos professores (Leonor, Marisa, Diomara, Almir, Guilherme, Fábio, Cleiton, Douglas, Fernando, Alex, Begosso, Talo, Domingos) que contribuíram de alguma maneira para o meu crescimento pessoal e profissional.

Em especial ao meu orientador professor Osmar, pela paciência dedicação, por ser um amigo, e não ter desistido de mim em nenhum momento.

Por fim agradeço a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para a minha formação desde o motorista do Transporte escolar até os funcionários da instituição seja ele qual for, deixo aqui meu muito obrigado a todos.

Às vezes, a felicidade demora a chegar,
Aí é que a gente não pode deixar de sonhar.
Guerreiro não foge da luta, não pode correr.
Ninguém vai poder atrasar quem nasceu pra vencer.
Na vida é preciso aprender que se colhe o bem que plantar.
É Deus quem aponta a estrela que tem que brilhar.

(Revelação)

RESUMO

O uso da tecnologia de informação se faz cada vez mais presente no setor agrícola, atualmente estão sendo realizados muitos estudos visando facilitar o manejo e aumentar a produtividade das culturas, o termo atualmente utilizado para denominar o fenômeno da implementação tecnológica no campo é “agricultura de precisão”. A proposta deste trabalho foi a de pesquisar e compreender os conceitos de sistema de irrigação, plataforma arduino e o uso de sensores para o monitoramento de grandezas físicas. Com a intenção de unir os conceitos estudados e desenvolver um protótipo de um sistema de irrigação automatizado utilizando as três tecnologias, podendo assim construir um produto barato, preciso e acessível. Hoje no Brasil existem diversas tecnologias disponíveis voltadas para o meio agrícola, porém são tecnologias caras que necessitam de grande investimento fazendo com que agricultores de pequeno e médio porte não tenham total acesso a essas novas maneiras de trabalho. Recentemente a irrigação vem sendo uma das tecnologias mais utilizadas por agricultores, pois independente da ocorrência de chuvas ou não, garante aos produtores uma safra uniforme e minimizando os riscos de perdas por falta de água. Utilizando as tecnologias estudadas foi implementado um protótipo de sistema de irrigação, de forma com que os sensores coletavam as informações do solo que em seguida eram enviadas ao Arduino que por sua vez controlava uma bomba hidráulica responsável por irrigar o solo monitorado pelo sensor. Após alguns testes realizados com o protótipo ficou claro o poder de processamento do Arduino e a precisão na coleta de dados realizada pelo sensor.

Palavras-chave: Arduino; Sistema de irrigação; uso de sensores; irrigação automatizada.

ABSTRACT

The use of information technology becomes ever more present in the agricultural sector , are currently being conducted many studies to facilitate the handling and increase crop productivity , the term currently used to describe the phenomenon of technology implementation in the field is " agriculture accuracy. " The purpose of this study was to research and understand the concepts of irrigation system platform Arduino and use of sensors for monitoring physical quantities. With the intention of uniting, the concepts studied and develop a prototype of an automated irrigation system using three technologies, so you can build a cheap product, accurate and affordable. Today in Brazil there are several technologies available facing the agricultural environment, but they are expensive technologies that require large investment causing farmers of small and medium not have full access to these new ways of working. Recently irrigation has been one of the most used technologies for farmers, because regardless of whether or not the rainfall guarantees producers a uniform crop and minimizing the risk of losses due to lack of water. Using the technologies studied a prototype was implemented irrigation system , so that the sensor information collected from the soil that were then sent to Arduino in turn controlled a hydraulic pump responsible for irrigating the soil monitored by the sensor. After a few tests with the prototype became clear the processing power of the Arduino and accuracy in data collection performed by the sensor.

Keywords: Arduino; irrigation system; use of sensors; automated irrigation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de Blocos.....	19
Figura 2 - Arduino Duemilanove (2009).....	21
Figura 3 - Arduino Mega.....	22
Figura 4 - Arduino Nano	23
Figura 5 – Arduino UNO	24
Figura 6 - IDE do arduino quando aberto	25
Figura 7 - Toolbar	26
Figura 8 - Sistema de irrigação convencional por aspersão	32
Figura 9 - Irrigação por pivô central.....	33
Figura 10 – Gotejador Individual	35
Figura 11- Fita Gotejadora.....	35
Figura 12 - Irrigação por Microaspersão.....	37
Figura 13 - Transformação de grandeza física em sinal elétrico	38
Figura 14- Utilização de sensor Digital	39
Figura 15 - Gráfico alimentado por um sensor analógico	40
Figura 16 - Sensor Moisture	42
Figura 17 - Shield Grove	43
Figura 18 - Relé GROVE.....	44
Figura 19 - Grove - Serial LCD.....	45
Figura 20 - Moto Bomba Sarlo s-140	47
Figura 21 - Base Shield Grove conectado ao Arduino UNO R3	48
Figura 22 - Portas I / O Shield GROVE	49
Figura 23 - Cabos de conexão Grove	50
Figura 24 - Esquema de implementação do protótipo.....	51
Figura 25 - Sensor de umidade Moisture conectado ao solo.....	52
Figura 26 - Esboço do Projeto.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comparativo entre culturas irrigadas e não irrigadas	30
Tabela 2 - Gotejamento x Microaspersão	34
Tabela 3 - Especificação do Grove - Sensor de Umidade.....	42
Tabela 4 - Características Arduino UNO	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.2 JUSTIFICATIVAS	16
1.3 MOTIVAÇÃO.....	16
1.4 ESTRUTURAS DO TRABALHO	17
2. INTRODUÇÃO AO ARDUINO	18
2.1 ESTRUTURA DO ARDUINO	18
2.2 A PLATAFORMA ARDUINO	19
2.2.1 O HARDWARE ARDUINO.....	20
2.2.2 SHIELD.....	24
2.3 IDE DO ARDUINO.....	24
2.4 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO ARDUINO	27
3. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	29
3.1 MÉTODOS E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO.....	30
3.2 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO	31
3.2.1 CONVENCIONAL	31
3.2.2 PIVÔ CENTRAL	32
3.3 IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	33
3.3.1 IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO	34
3.3.2 IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO	36
4. SENSORES	38
4.1 TIPOS DE SENSORES	38
4.1.1 SENSORES DIGITAIS OU DISCRETOS	39
4.1.2 SENSORES ANALÓGICOS	40
5. ESTUDO DE CASO	41
5.1 DEFINIÇÕES DO PROBLEMA.....	41
5.2 ARQUITETURA DA APLICAÇÃO	41
5.3 ESTRUTURAS DA APLICAÇÃO	47

5.4 METODO DE IRRIGAÇÃO.....	51
5.5 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOTIPO	53
6. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia é praticamente impossível imaginar uma área em que não seja necessário um apoio tecnológico, seja em âmbito profissional ou pessoal. Quem não investe em tecnologia, pode não evoluir e ficar estacionado no tempo, o que para as instituições comerciais, produtivas ou de prestação de serviços, pode incorrer em prejuízos ou perda de competitividade.

No setor agrícola não poderia ser diferente. Para evoluir e obter bons resultados os agricultores começaram investir e implantar novas tecnologias a fim de melhorar suas lavouras, a qualidade e a produtividade, além de almejavam conseqüentemente maior produtividade em suas culturas.

O termo atualmente utilizado para denominar o fenômeno da implementação tecnológica no campo é “agricultura de precisão”, uma área ainda recente no Brasil, mas que tem ganhado espaço e volume de negócios bastante significativos nos últimos anos. A agricultura de precisão requer o uso de diversas tecnologias e visam a maximizar a produtividade e reduzir os custos dos processos de produção agrícola.

Percebe-se na atualidade a inserção da tecnologia em diferentes segmentos agrícolas, como por exemplo, na produção de hortaliças, frutas e verduras, que nesse estudo será o ambiente utilizado como objeto de estudo, ou seja, em que se pretende desenvolver um processo automatizado de irrigação.

Conforme salienta Santos (1998, p. 3) “Para melhorar a qualidade e a produtividade das plantações em estufa, é necessário monitorar e controlar várias grandezas físicas que interagem entre si”.

Guimarães (2011, p.11) por sua vez afirma que: entre os sistemas de grande importância, se destaca a irrigação, capaz de fornecer um elemento imprescindível para a planta.

Porém, esta tarefa não é tão simples, pois é necessário definir quando irrigar e a quantidade de água que se deve aplicar. A utilização de um sistema de irrigação automatizado reduz não só falhas humanas como também o consumo de insumos e o custo de produção.

Nesse sentido, Jacob (2009, p.1) complementa que:

“Hoje as estufas agrícolas possuem equipamentos microprocessados de alta tecnologia e sensores de precisão para monitorar e controlar diversas variáveis ambientais e garantir um clima perfeito ao desenvolvimento dos vegetais produzidos.”.

Dentre as tecnologias disponíveis que podem ser utilizadas para automatização de estufas, foi selecionado para este estudo o Arduino, um dispositivo de plataforma embarcada. Com este dispositivo é possível desenvolver equipamentos eletrônicos de baixo custo capazes de realizar as mesmas funções que equipamentos de alta tecnologia.

Segundo MCROBERTS (2011), o Arduino foi projetado como uma forma simples e barata de envolver os indivíduos com a eletrônica de microcontroladores.

Com Arduino, um designer ou artista pode facilmente conhecer as noções básicas de eletrônica e sensores de forma muito rápida e pode começar a construir protótipos com muito pouco investimento (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é a realização de uma pesquisa sobre sistemas de irrigações automatizados e, principalmente, sobre a plataforma arduino, tendo como principal foco o desenvolvimento do protótipo de um sistema de irrigação preciso, de baixo custo e que possa ser utilizado por pequenos agricultores.

1.1.OBJETIVOS

Desenvolver um sistema de irrigação automatizado que possa monitorar e controlar a umidade de estufas agrícolas baseado na tecnologia Arduino, podendo assim oferecer ao usuário dados de monitoramento e automatizar as tarefas. Além disso, espera-se obter o entendimento da estrutura, modos de aplicação, benefícios, funcionamento e uso desta tecnologia juntamente com sistemas de irrigações e sensores.

1.2. JUSTIFICATIVAS

O desenvolvimento de um sistema de irrigação automatizado utilizando a plataforma Arduino, será de grande utilidade, pois além da facilidade de utilização e acesso a essa tecnologia, possibilita também o desenvolvimento de um sistema preciso e de baixo custo possibilitando aos agricultores de pequeno e grande porte a oportunidade de usufruir dos benefícios do sistema.

Como afirma GUIMARÃES (2011, p. 12).

“A irrigação moderna é bastante avançada e possui variados tipos de automação, entretanto o pequeno e médio agricultor, nem sempre têm total acesso a essas tecnologias, seja por problemas financeiros ou por falta de conhecimento.”.

A criação de um sistema de irrigação automatizado de baixo custo não visa somente à agricultura, todavia casas que possuem jardins, também necessitam de um sistema de irrigação, com a instalação de um sistema similar ao protótipo à ser desenvolvido. Dessa forma os proprietários das casas não terão mais a necessidade e preocupação no manejo de irrigar seus jardins, pois elas poderão ser utilizadas automaticamente por meio de irrigação automatizada.

1.3. MOTIVAÇÃO

Nos últimos anos o uso de sistemas de automação, vem se tornando cada vez mais frequente, aumentando o crescimento do mercado e ampliando as oportunidades de se trabalhar nessa área.

Muitas empresas produzem softwares e hardwares capazes de automatizar e monitorar produções agrícolas, porém, a maioria desses produtos são compostos de sistemas fechados e não fornecem um sistema integrado de modo que se possa adaptar o sistema de acordo com as necessidades de cada usuário.

O desenvolvimento de um sistema de irrigação utilizando a plataforma arduino possibilitará o monitoramento automático permitindo que usuários do sistema

não tenham preocupação com os horários e com a quantidade de água a ser aplicada.

1.4. ESTRUTURAS DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado nas seguintes partes:

- Capítulo 1 – Introdução: esboça uma visão geral sobre o tema a ser estudado, os objetivos e justificativas do trabalho.
- Capítulo 2 –Tecnologia Arduino: mostra a história, exemplos de placas e ambiente de desenvolvimento, possibilita ao leitor saber o que é, como funciona, e onde é possível usar a tecnologia.
- Capítulo 3 – Sistemas de Irrigação: descreve o que é um sistema de irrigação mostra exemplos dos mais variados tipos de sistemas.
- Capítulo 4 – Sensores: aborda os tipos de sensores, descreve sua estrutura e exemplos práticos de aplicação
- Capítulo 5 – Estudo de Caso: coloca em pratica todo o conteúdo estudada, descreve os componentes e tecnologias usadas na construção do protótipo e mostra passo a passo como tudo foi feito.
- Capítulo 6 – Conclusão: dia a respeito da conclusão do autor após o termino do estudo e construção do protótipo.

2. INTRODUÇÃO AO ARDUINO

O surgimento do Arduino se deu no início de 2005, na cidade de Ivrea, Itália, por um professor chamado Massimo Banzi. O professor tem o intuito de ensinar eletrônica e programação de computadores a seus alunos de design de iteração (projeto de qualquer experiência iterativa), para que eles usassem em seus projetos de arte, interatividade e robótica, de forma com que se utilizasse um orçamento menor que outros sistemas de prototipagem disponíveis naquela época. Ensinar eletrônica e programação para pessoas que não são da área não era uma tarefa tão simples, além da inexistência de placas com poder suficiente e baratas no mercado. (BANZI, 2012).

Tendo isso em mente, Massimo Banzi com a ajuda de seu Aluno David Mellis, responsável por criar a linguagem de Programação do Arduino, decidiram criar uma placa própria, e por fim acabaram dando a oportunidade de várias pessoas usarem o Arduino e desenvolver projetos incríveis, surgindo assim essa febre mundial de eletrônica.

Segundo MCROBERTS (2011), O Arduino foi projetado como uma forma simples e barata de envolver os indivíduos com a eletrônica de microcontroladores.

2.1 ESTRUTURA DO ARDUINO

O Arduino é uma plataforma de computação física e tem como base uma simples placa microcontrolada de Entrada/Saída para que se possa conectá-los a outros circuitos ou sensores. São sistemas digitais ligados a sensores e atuadores, que permitem construir sistemas que percebam a realidade e respondem com ações físicas. (FONSECA; BEPPU, 2010).

Um microcontrolador é um computador em um chip, embarcado no interior de algum outro dispositivo, contém memória, periféricos de entrada e saída, e um processador, podendo controlar suas funções ou ações. (FONSECA; BEPPU, 2010).

Nesse sentido, MCROBERTS (2011, p. 22), complementa que:

“Em termos práticos, um Arduino e um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software.”.

Tanto o hardware quanto o software arduino são de fonte aberta, ou seja, todo seu código e componentes necessários são disponibilizados pela equipe do arduino, podendo ser utilizado por qualquer pessoa e com qualquer propósito.

Através de sensores ligados a seus terminais de entrada, a plataforma arduino é capaz de receber e interpretar variáveis e transformá-las em sinais elétricos, controlando uma variedade de luzes, motores ou outras saídas físicas conectadas ao seu terminal de saída, como pode ser ilustrado na figura 1.



Figura 1- Diagrama de Blocos (Fonte: apostila arduino p.2)

2.2 A PLATAFORMA ARDUINO

A plataforma arduino é dividida em duas partes, descritas por Rodrigues; Sartori; Gouveia (2012), como: a placa Arduino é o hardware é onde se trabalha para construir projetos, é a parte física do arduino. A outra parte é o IDE do arduino, que é um software executado no computador, usado para programar o Arduino, onde é escrito o código na linguagem que o arduino interpreta (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

Através de uma porta serial ou USB ligada a placa, é feito upload do programa escrito no IDE para a placa, então o arduino executará as instruções interagindo com o que estiver conectado a ele.

2.2.1 O HARDWARE ARDUINO

Existem inúmeros modelos de placas Arduino, com o passar dos anos as placas foram evoluindo e ficando cada vez mais acessíveis e sofisticadas.

Como é um projeto livre, que dispõe de códigos, projetos, esquemas e etc., a serem livremente utilizados por qualquer pessoa, surgiram muitas outras placas-clones com base no arduino. MCROBERTS (2011).

Nada impede que qualquer pessoa possa criar sua própria placa, para isso basta comprar os componentes apropriados e criar seu arduino em uma matriz de pontos ou uma PCB, placa de circuito impresso. A única restrição imposta pela equipe do arduino é de que não é permitido utilizar o nome “Arduino” para nomear a placa-clone. O nome Arduino é reservado para a placa oficial. Dessa forma apareceram nomes de placas-clone como Freeduino, Roboduino, etc. MCROBERTS (2011).

Em geral a placa arduino é composta por um microprocessador Atmel, um cristal ou oscilador, um regulador de tensão, botão de reset, um plugue de alimentação, pinos conectores, e alguns LEDs para facilitar a verificação do funcionamento, uma porta USB ou serial que permite conectá-lo a um PC para que possa ser feito upload ou a recuperação de dados. A porta USB fornece alimentação enquanto estiver conectado ao computador e a tensão de alimentação quando desconectado pode variar de 7 V a 12 V, graças ao regulador presente na placa. (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

O Arduino também pode ser estendido utilizando Shields (escudos), que são placas de circuito contendo outros dispositivos (por exemplo, receptores GPS, displays de LCD, módulos de Ethernet etc.), que podem ser conectados ao Arduino para obter funcionalidades adicionais.

Dentre os diversos modelos de Arduino destacam-se as placas arduino Duemilanove (2009), arduino Mega, arduino Nano e arduino Uno.

Arduino Duemilanove: (2009 em italiano) é uma placa baseada no microcontrolador ATmega168 ou ATmega328. Tem 14 pinos de entrada ou saída digital (dos quais seis podem ser utilizados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um oscilador de cristal 16 MHz, controlador USB, uma tomada de

alimentação, um conector ICSP, e um botão de reset. Para sua utilização basta conecta-lo a um computador com um cabo USB ou liga-lo com um adaptador AC para DC ou bateria.

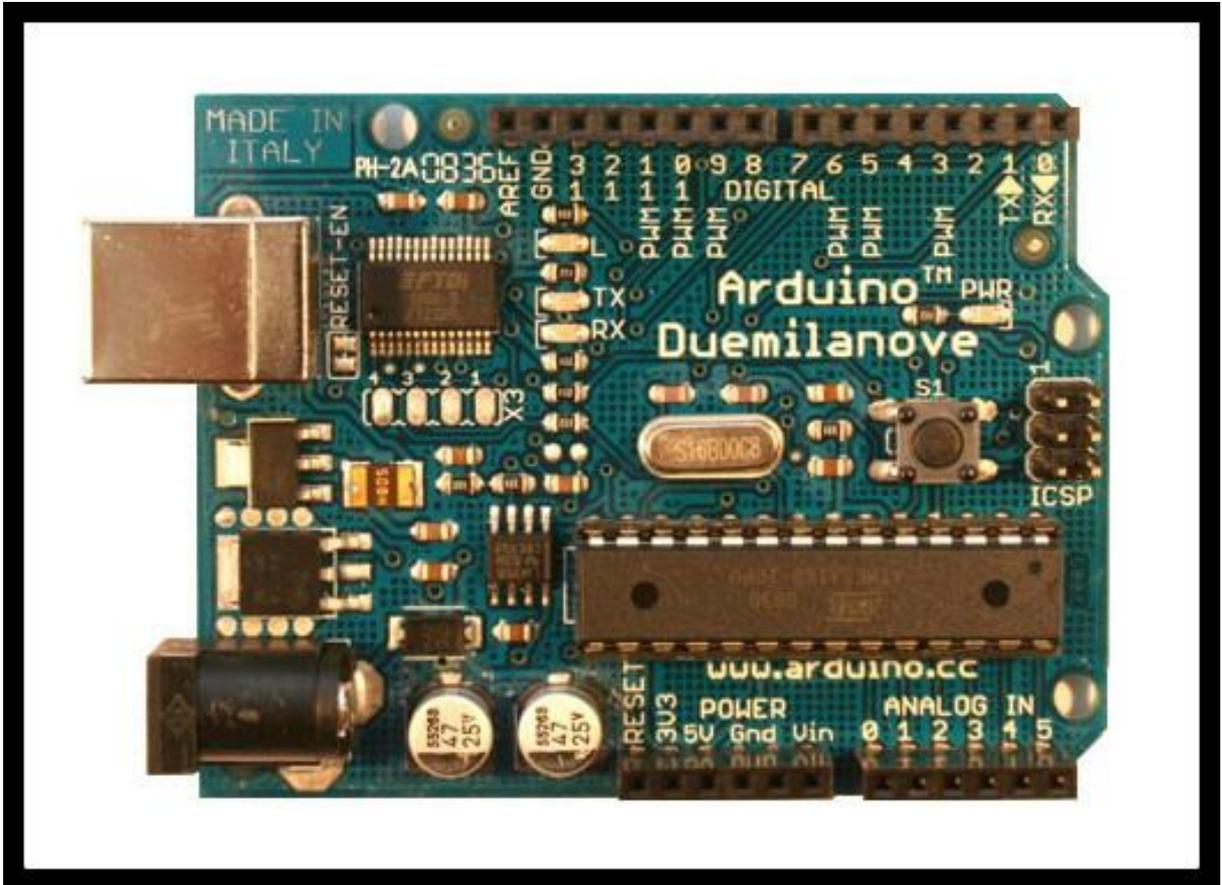


Figura 2 - Arduino Duemilanove (2009)

Existe também o arduino mega que possui uma considerável quantidade de portas, o que viabiliza a implementação de projetos mais complexos garantindo a eficiência e o baixo custo. (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

Arduino mega 2560: é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega2560 (folha de dados). Ele possui 54 entradas / saídas digitais (dos quais 15 podem ser usados como saídas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), a 16 MHz cristal oscilador, uma conexão USB, um conector de alimentação, um cabeçalho ICSP e um botão de reset. Ele contém tudo o que é necessário para suportar o microcontrolador, basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC para DC ou bateria para começar. O

mega é compatível com a maioria dos Shields projetados para o Arduino Duemilanove ou Diecimila. (Arduino, 2013)

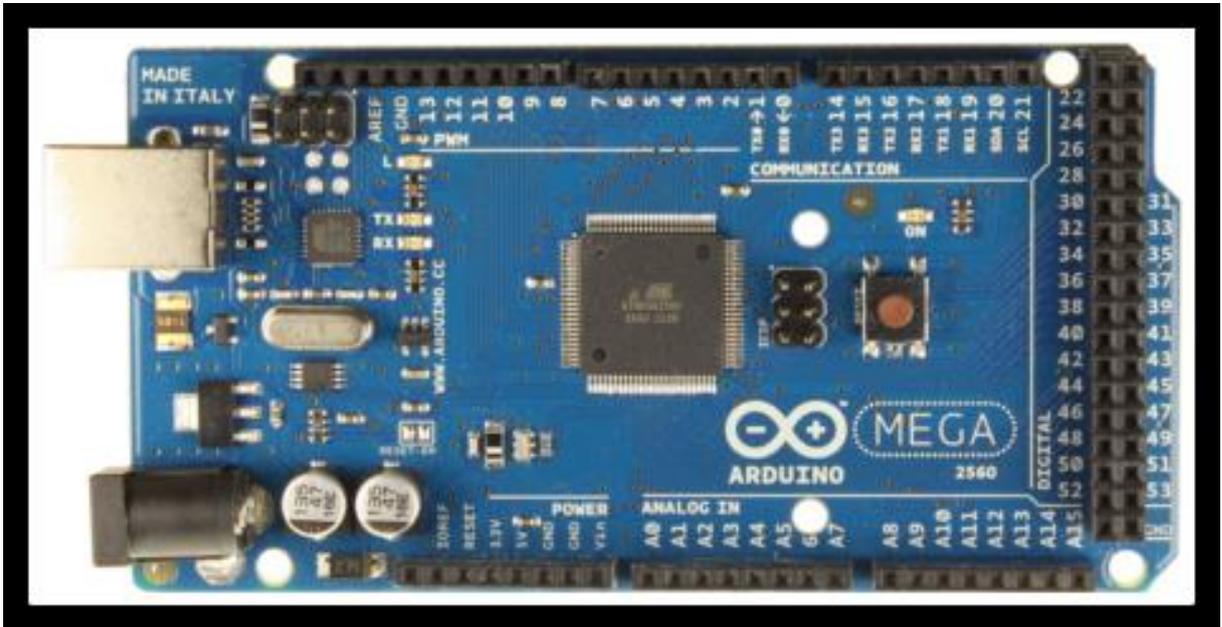


Figura 3 - Arduino Mega

Arduino Nano: é uma pequena versão de Arduino parecida com o Arduino UNO, pois também possui um chip ATmega328, na versão SMD. Possui um conector para cabos Mini-USB para gravação. Uma das diferenças entre esta placa e a Arduino UNO ou Arduino 2009, é que esta placa possui duas entradas analógicas a mais e um jumper de +5V AREF. Esta placa não possui um conector para fonte externa, mas é possível alimentá-la pelo pino Vin. O Arduino Nano automaticamente seleciona a maior alimentação fornecida.

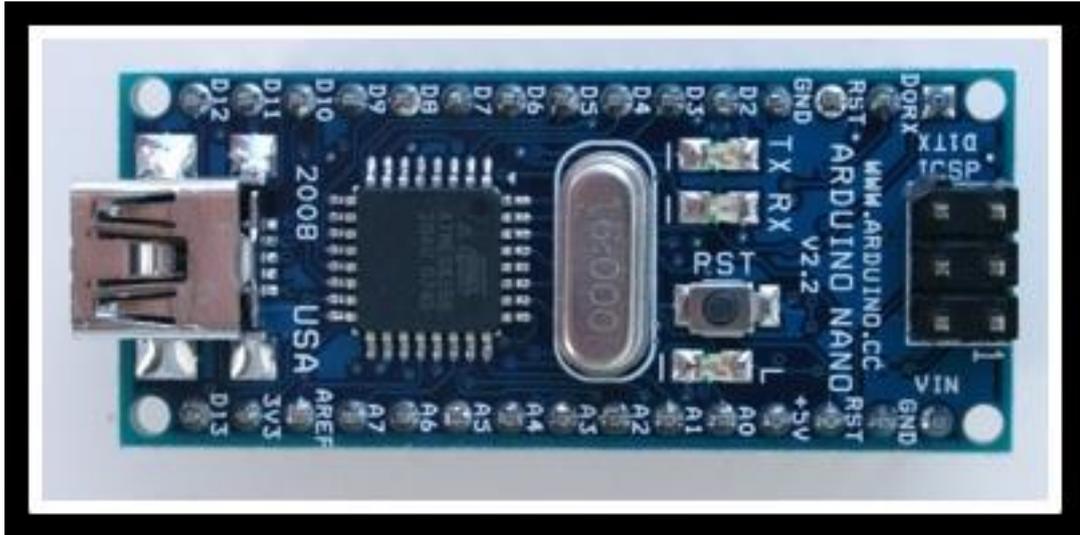


Figura 4 - Arduino Nano

Arduino Uno: uma das placas mais recentes no mercado, o arduino uno é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega328 (datasheet). Possui 14 entradas / saídas digitais (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, um conector de alimentação, um cabeçalho ICSP, e um botão de reset. Ele contém tudo o que é necessário para suportar o microcontrolador, basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC para DC ou bateria para começar.

A placa contém todo o necessário para usar o micro controlador. Simplesmente conecte-a a um computador com o cabo USB ou ligue a placa com uma fonte AC-DC (ou bateria). O Uno seleciona automaticamente a fonte de alimentação (USB ou fonte externa). (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

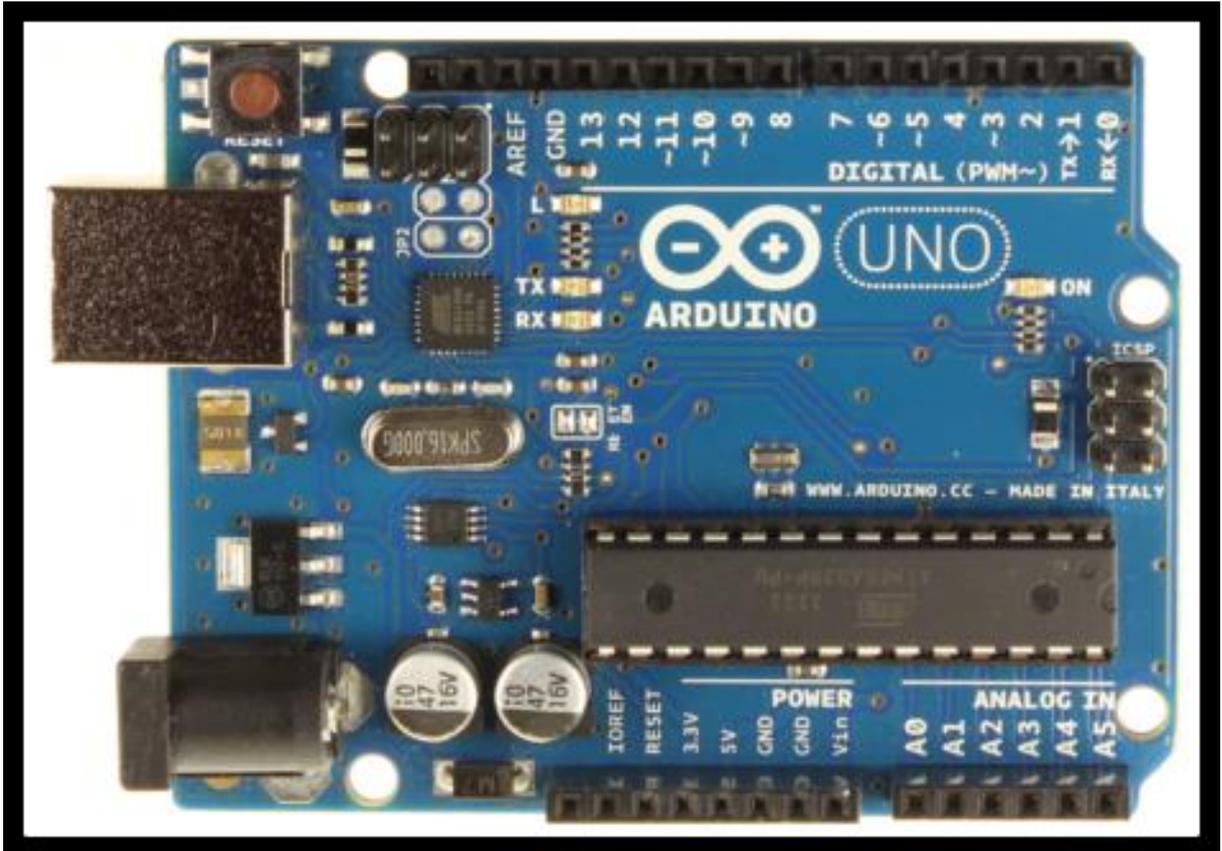


Figura 5 – Arduino UNO

2.2.2 SHIELD

Arduino e seus clones fazem uso de *Shields*. Shields são placas de circuito impresso normalmente fixadas no topo do aparelho através de uma conexão alimentada por pinos-conectores. São expansões que disponibilizam várias funções específicas, desde a manipulação de motores até sistemas de rede sem fio.

2.3 IDE DO ARDUINO

O IDE é um Ambiente de Desenvolvimento Integral utilizado por programadores, um IDE apresenta um editor, compilador, vinculador e depurador em um só lugar, juntamente com ferramentas de gerenciamento de projetos para aumentar a produtividade do programador. (BOLTON, 2013).

O IDE do arduino é composto por um editor de texto para a escrita de código, uma área de mensagens, um *console* de texto, uma barra de ferramentas com botões para variadas funções e uma série de menus.

O ambiente de desenvolvimento do arduino conectado ao hardware do arduino permite realizar o upload de programas e a comunicação entre eles. (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA,2012).

O código fonte dos programas escritos usando Arduino é chamado sketches. Essas sketches são escritas no editor de texto, e são salvas com a extensão de “arquivo.ino”. (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

Instalar o IDE do arduino é uma tarefa bem simples, se tratando de uma plataforma livre, para realizar o download do ambiente basta acessar a página, <<http://arduino.cc/en/Main/Software>> e obter a versão compatível com sistema operacional em uso, baixa-la e instala-la.

Após o download e instalação, ao abrir o IDE pode-se perceber que a aparência é semelhante à figura 6. Caso o sistema operacional utilizado seja Windows ou Linux, pode haver algumas pequenas diferenças, mas o IDE é basicamente o mesmo, independentemente do sistema operacional utilizado. MCROBERTS (2011).



Figura 6- IDE do arduino quando aberto (Arduino, 2013)

O IDE é dividido em três partes: o Toolbar no topo, a Sketch no centro, e a janela de mensagens na base.

O Toolbar (figura 7) é composto por botões que fornecem acesso direto as funções mais utilizadas pelo programador



Figura 7 - Toolbar (Arduino, 2013)



Verificar/Verify -O botão Verificar é utilizado para verificar se o Sketch(código) está correto e livre de erros, antes que seja feito o upload para a placa do Arduino. Caso exista algum erro, o mesmo será especificado no monitor serial.



Carregar/Upload – O botão carregar tem a função de compilar o código e realizar o Upload Sketch para o arduino.



Novo/New - O botão Novo cria um novo sketch em branco, pronto para receber seu código.



Abrir/open -O botão Open apresenta uma lista de sketches armazenados em seu sketch book. O sketch book é uma lista com exemplos de sketch já prontos, que tem como objetivo dar uma visão de como serão os projetos dos usuários iniciantes, dando uma base a partir da qual poderão desenvolver seus próprios projetos.



Salvar/Save - O botão Salvar salva o código na janela de sketch para seu arquivo. Ao clicar sobre a opção salvar, é exibida uma mensagem “Done saving” (“Gravação completa”) na base de sua janela de código, indicando que o sketch foi salvo.



Monitor serial – ao acessar o monitor serial é exibido um console figura4. O monitor serial é uma ferramenta muito útil, especialmente para depuração de código. O monitor exibe os dados seriais enviados do Arduino.

A IDE do Arduino é muito simples e à medida que avança nos projetos é obtido o conhecimento da plataforma podendo assim utiliza-lo com rapidez e facilidade. Depois de se tornar mais proficiente no uso do Arduino e na programação em C (a linguagem de programação utilizada para criar código no Arduino e um dialeto da linguagem C), é possível acabar considerando o IDE do Arduino como sendo básico demais. MCROBERTS (2011).

2.4 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO ARDUINO

A sintaxe da linguagem Arduino é derivada do Wiring desenvolvido por Hernando Barragan, e é essencialmente C/C++, possui funções simples e específicas para trabalhar com as portas do Arduino, e necessita de duas funções elementares para seu funcionamento: *setup()* e *loop()* (ARDUINO, 2013).

Os programas para o Arduino são implementados tendo como referência a linguagem C++, conservando sua sintaxe clássica na declaração de variáveis, nos operadores, nos ponteiros, nos vetores, nas estruturas e em muitas outras características da linguagem. (FONSECA; BEPPU, 2010).

As referências de linguagem são divididas em três partes sendo elas: os valores, que são as variáveis e constantes, as estruturas e as funções.

As estruturas de referências são representadas por:

- Estruturas de controle if, else, break, ...
- Sintaxe básica define, include, , ...
- Operadores aritméticos e de comparação +, -, =, ==, !=, ...
- Operadores booleanos ||, !.
- Acesso a ponteiros *
- Operadores compostos ++, -, +=, ...
- Operadores de bits |, ^, ...

Os valores de referências são representados por:

- Tipos de dados byte, array, int, char, ...
- Conversões char(), byte(), int(), ...
- Variável de escopo e de qualificação variable scope, static, volatile, ...

- Utilitários `sizeof()`, diz o tamanho da variável em bytes.

Algumas das funções utilizadas pelo Arduino.

setup(): No Arduino a função `setup()` é chamada no momento em que o programa começa. É usada para inicializar variáveis, definir os modos de entrada ou saída dos pinos, indicar bibliotecas, etc. Essa função é executada somente uma vez, quando o Arduino é iniciado ou quando é resetado.

loop(): No Arduino após a função `setup()`, que inicializa e declara os valores iniciais, a função `loop()` faz precisamente o que seu nome indica: ela se repete continuamente permitindo que seu programa funcione dinamicamente. É utilizada para controlar de forma ativa a placa Arduino.

pinMode(): Configura o pino do Arduino especificado para que se comporte ou como entrada ou saída. Deve-se informar o número do pino que se deseja configurar e em seguida, se o pino será determinado como entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT).

digitalWrite(): Gera um valor HIGH (5v ou 1) ou LOW (0v ou 0) em um pino digital.

digitalRead(): Lê o valor de um pino digital especificado e retorna um valor HIGH ou LOW.

AnalogRead(): Faz leitura de um pino analógico. O Arduino contém um conversor analógico-digital de 10 bits. Com isto, ele pode mapear voltagens de entrada entre 0 e 5 Volts para valores inteiros entre 0 e 1023

AnalogWrite(): Gera um valor analógico entre 0 e 255. Onda PWM Pulse Width Modulation ou Modulação por Largura de Pulso (MLP) é um método para obter resultados analógicos com meios digitais, esta função no Arduino UNO está disponível nos pinos 3,5,6,9,10 e 11. Para usar esta função deve-se informar o pino ao qual deseja escrever e em seguida informar um valor entre 0 e 255.

Serial.begin() Ajusta o taxa de transferência em bits por segundo para uma transmissão de dados pelo padrão serial. Para comunicação pode se usar uma destas taxas: 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 57600, 115200.

delay() Suspende a execução do programa pelo tempo (em milissegundos) especificado. 1000 milissegundos são iguais a 1 segundo.

3. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Tendo como objetivo utilizar o Arduino para desenvolver um projeto de irrigação automatizada, faz-se necessário explicar os conceitos e importâncias de sistemas de irrigação.

A irrigação é uma técnica que garante aos produtores uma safra uniforme independente da ocorrência de chuvas ou não. Desse modo diminui o risco dos grandes investimentos que devem ser feitos realmente para que o agricultor faça suas plantações. O preparo da terra, os investimentos em máquinas, as sementes, herbicidas, inseticidas, adubos são todos muito caros para que o agricultor se arrisque a perder sua produção por falta de chuvas. (CARVALHO; ARAUJO, 2010).

O processo de irrigação se define na aplicação artificial de água ao solo, em quantidades adequadas, visando proporcionar a umidade necessária ao desenvolvimento das plantas nele cultivadas, a fim de suprir a falta ou a má distribuição das chuvas. (CARVALHO, 2010).

Segundo Prá (2009), a irrigação não deve ser considerada, apenas, como a captação, a condução e o fornecimento de água. O uso adequado da irrigação requer o conhecimento das relações que existem entre vários setores: o solo, a água, a planta e o clima.

Vantagens da irrigação

- Incorporação de áreas improdutivas a produção agrícola.
- Garantia de produção pois supre as deficiências hídricas.
- Colheita na entressafra.
- Permite mais de uma safra por ano.
- Permite a fertirrigação.
- Geração de empregos.
- Melhor qualidade da produção.
- Aumento da produtividade.

Desvantagens

- Alto consumo de água.
- Alto custo de implantação.

- Falta de mão-de-obra especializada.
- Salinização de solos inadequadamente manejados.
- Impactos ambientais como resíduos, mosquitos, alteração de ecossistemas.
- Disponibilidade hídrica.

A produção das lavouras irrigadas é consideravelmente mais significativas quando comparadas com lavouras sem irrigação, como se observa na tabela 1.

CULTURA	NÃO IRRIGADO Kg por ha	IRRIGADO Kg por ha	INCREMENTO
Algodão	848	2.700	218%
Arroz	1.739	3.750	115%
Feijão	388	2.300	492%
Milho	1.985	5.500	177%
Soja	1.844	3.000	62%
Trigo	1.668	3.400	104%

Tabela 1- Comparativo entre culturas irrigadas e não irrigadas (Ministério da Agricultura)

3.1. MÉTODOS E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Devido à ampliação rápida da agricultura irrigada no Brasil, tem aparecido muitos problemas em decorrência do desconhecimento das diversas alternativas de sistemas de irrigação, ocasionando uma seleção inadequada do melhor sistema para uma determinada condição. Esse problema tem causado o fracasso de muitos empreendimentos, com conseqüente frustração de agricultores com a irrigação e, muitas vezes, degradação dos recursos naturais. (EMBRAPA, 2013).

Para o desenvolvimento de um projeto de irrigação que atenda às necessidades do cultivo escolhido é preciso analisar requisitos básicos para que a planta tenha um melhor desenvolvimento com diminuição de doenças e otimização na utilização de recursos naturais como a água, que com o passar dos anos vão se tornando mais escassos e com alto valor, logo aumentando o valor da produção. Para o sucesso de

um projeto de irrigação é necessário uma análise da topologia do solo onde será implementada a irrigação, levar em consideração o tipo de solo, disponibilidade de água, tipo do cultivo entre outros. Além disso deve-se fazer um projeto bem detalhado de todo o processo para chegar a um sistema mais próximo o ideal para o cultivo escolhido e obter bons resultados. Isto porque a quantidade de água adequada para o melhor desenvolvimento de uma planta varia de planta para planta. (PRÁ, 2009).

3.2 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

Irrigação por aspersão é um método de irrigação onde a água é aspergida sobre a superfície do terreno, em forma de chuva, em virtude da passagem da água sob pressão através de bocais, o jato d'água é transformado em gotas. Alguns métodos de irrigação por aspersão são convencional, pivô central, sistema linear. (EBAH, 2013)

3.2.1 CONVENCIONAL

Nos métodos de aspersão convencional, os jatos de água são lançados ao ar por pressão e através de bocais que fazem o jato cair sobre a cultura na forma de chuva. Não é necessário um alto investimento de capital, mas exige mão-de-obra intensa, devido às mudanças da tubulação. (EBAH, 2013)

Uma excelente alternativa que vem sendo utilizada pelos agricultores é uma transformação na aspersão convencional, a chamada aspersão em malha, onde as linhas principais, de derivação e laterais ficam fixas, sendo móveis somente os aspersores diminuindo assim a mão-de-obra. Esse tipo de sistema tem sido bastante utilizado no Brasil principalmente para a irrigação de pastagem, cana-de-açúcar e café. (CARVALHO, 2010)



Figura 8 - sistema de irrigação convencional por aspersão (irrigabel,2013)

3.2.2 PIVÔ CENTRAL

É um sistema de irrigação por aspersão, o qual gira em torno do seu próprio eixo 360°. O seu abastecimento é feito por bombas que bombeiam água de rios ou represas. (PIVOT, 2013)

O sistema de irrigação por pivô consiste basicamente de uma tubulação metálica onde são instalados os aspersores. A tubulação que recebe a água de um dispositivo central sob pressão, chamado de ponto do pivô, se apoia em torres metálicas triangulares, montadas sobre rodas, geralmente com pneu. As torres movem-se continuamente acionadas por dispositivos elétricos ou hidráulicos, descrevendo movimentos concêntricos ao redor do ponto do pivô. (CARVALHO, 2010)

O movimento da última torre inicia uma reação de avanço em cadeia de forma progressiva para o centro. Em geral, os pivôs são instalados para irrigar áreas de 50 a 130 ha, sendo o custo por área mais baixo à medida em que o equipamento aumenta de tamanho. (MERA, 2012)

Segundo Mera(2012), para otimizar o uso do equipamento, é adequado além da aplicação de água, aproveitar a estrutura hidráulica para a aplicação de fertilizantes, inseticidas e fungicidas de forma simples e efetiva.



Figura 9 - irrigação por pivô central (PROTERRA, 2013)

3.3 IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

É o sistema de irrigação em que a água é aplicada diretamente na região radicular em pequenas intensidades e alta frequência, mantendo o solo com a capacidade máxima de água que pode reter em condições normais de campo. Nos sistemas de irrigação localizada a água é distribuída por uma rede de tubos, sob baixa pressão, os emissores são fixos na tubulação aparelhados na superfície do solo ou enterradas, acompanhando as linhas de plantio. (PRÁ,2009)

Vantagens

- Facilita a aplicação de fertilizantes
- Mantem nível de umidade no solo levando a alta produtividade
- Baixas pressões que levam ao menor consumo de energia
- Diminuição de mão-de-obra
- Alta eficiência de irrigação
- Não desperta sementes de plantas invasoras (sementeira)

Desvantagens

- Alto custo de implantação
- Sensível a entupimentos

- Não permite o controle de microclima
- Pode ocasionar sanalização do solo

Existem dois métodos de irrigação localizada sendo eles Gotejamento e Microaspersão. (USP-ESALQ, 2013)

Gotejamento	Microaspersão
Mais exigente em filtragem	Menos exigente em filtragem
Não exige posição para funcionamento	Exige posição para funcionamento
Difícil localizar emissores entupidos	Fácil localizar emissores entupidos

Tabela 2 - Gotejamento x Microaspersão (USP-ESALQ, 2013)

3.3.1 IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Enquanto os métodos de irrigação por superfície baseiam-se na irrigação de toda a superfície do campo ocasionando o desperdício de água e a irrigação por aspersão deixa as plantas úmidas e acarreta escoamento dos micronutrientes, a irrigação por gotejamento é melhor controlada. Visando maior economia de água e redução do custo de irrigação, por unidade de área, foi desenvolvido o método de irrigação por gotejamento. A água é vagorosamente fornecida a uma área específica, próxima às raízes da planta, por uma rede de gotejadores e possui uma eficiência na ordem de 90% de aproveitamento da água lançada ao solo. (CARVALHO; ARAUJO,2010)

O Sistema de Irrigação por Gotejamento é muito utilizado para irrigar jardins de flores, hortas, estufas, cestos e vasos com plantas, e até mesmo cercas-vivas e arbustos. (GARDENA, 2013)

O sistema de gotejamento é composto por emissores, denominados de gotejadores através deles a água escoar após ocorrer uma dissipação de pressão ao longo da rede de condutos. As vazões são usualmente pequenas variando de 2 a 10 litros de água por hora. Para culturas permanentes e de grande espaçamento, tais como culturas de grande porte, os emissores são peças individuais que podem ter uma ou mais saídas acopladas a linha lateral. Em culturas anuais tais como tomates, morango, cana de açúcar, etc. a linha contém saídas ou emissores fabricados em

uma única peça, usualmente com pequeno espaçamento (0,10 a 1 m) denominados fita gotejadora ou tubo gotejador. (PRÁ,2009)



Figura 10 – Gotejador Individual (EBAH, 2013)



Figura 11- Fita Gotejadora (Irrigação.Net)

Vantagens

- Necessita pouca mão-de-obra

- Pode ser aplicada em terreno de qualquer topografia.
- Economiza e distribui uniformemente a água.
- Não apresenta problemas de operação em função do vento.
- Assegura uma distribuição uniforme de fertilizantes.
- Os espaços entre as linhas e plantas permanecem secos evitando o aparecimento de ervas daninhas.
- Não provoca erosão.
- Os condutores são flexíveis facilitando a instalação.

Desvantagens

- Custo inicial elevado.
- Possível entupimento dos emissores pela deposição de partículas minerais e orgânicas.

O gotejamento além de proporcionar uma ótima eficiência ainda se destaca pela questão do manejo da irrigação, onde tem um menor gasto de água, economizando o recurso que em algumas regiões do país é escasso.

3.3.2 IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO

Microaspersão é um sistema de irrigação localizada onde a água é aspergida através de microaspersores (miniaturas de aspersores) próximo ao sistema radicular das plantas. Esse sistema é muito utilizado em fruticultura, irrigação em casas de vegetação, jardins etc. este sistema se adapta a diversas culturas e a qualquer tipo de condições topográficas. (USP-ESALQ, 2013)

O sistema de irrigação por Microaspersão é composto por tubulações fixas distribuídas na área de acordo com as características locais de topografia e plantio, onde, emissores de água fixos ou rotativos de baixa vazão, microaspersores fixados em tubos ao longo das ruas de plantio, distribuem a água diretamente na zona de maior absorção pela planta, resultando um melhor aproveitamento e uso dos recursos hídricos e energéticos. (PIVOT, 2013)

A Microaspersão possui uma eficiência maior que a aspersão convencional (90%), sendo muito utilizada para a irrigação de culturas perenes tais como café, a laranja,

a maçã, o limão, a goiaba, a manga entre outras. Também é considerada irrigação localizada, porém, a vazão dos emissores (chamados microaspersores) é maior que a dos gotejadores. (FRIZZONE, 2007)

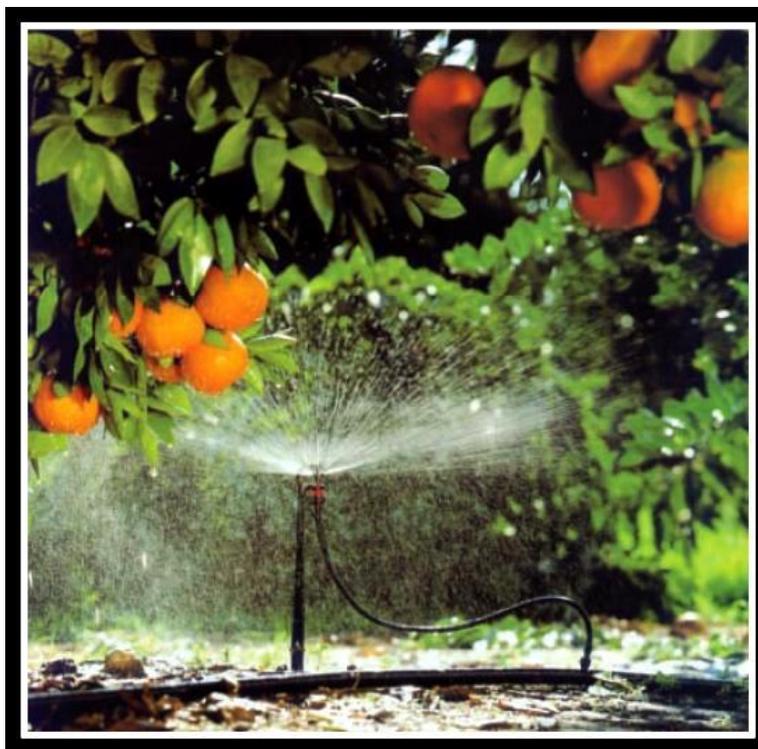


Figura 12 - irrigação por Microaspersão (AGROVISÃO, 2013)

Por fim, a irrigação pode ser definida como uma técnica que visa ao fornecimento de água ao solo de forma artificial, em quantidades necessárias, com o objetivo de proporcionar o desenvolvimento adequado das plantas nele cultivadas, a fim de suprir a falta, a insuficiência ou a má distribuição de água no solo.

O investimento no preparo da terra, máquinas, sementes, herbicidas, inseticidas, adubos são todos muito caros para que o agricultor se arrisque a perder sua produção por falta de chuvas. A irrigação garante a produção ao agricultor, maximizando os lucros e o rendimento. A irrigação garante a estabilidade econômica para os agricultores evitando prejuízos devido à seca.

4. SENSORES

Em sistemas de automação industriais, comerciais domésticos, automobilísticos, etc., se tem a necessidade de obter valores das variáveis físicas do ambiente a ser monitorado e esse trabalho é realizado por sensores. Sensor tem a função de informar um circuito eletrônico a respeito de um evento que ocorra exatamente sobre qual ele deve atuar ou a partir do qual ele deve comandar uma determinada ação. (WENDLING, 2010).

Sensor é um dispositivo físico que tem a capacidade de converter uma grandeza física de qualquer espécie em outro sinal que possa ser transmitido a um dispositivo indicador, para que este mostre o valor da grandeza que está sendo medida. Ou seja, o sensor colhe a informação da grandeza converte esta grandeza em um sinal que o indicador possa ler e processa-lo. (FUENTES, 2005).

Os elementos sensoriais são definidos como transdutores pois convertem uma grandeza de entrada para uma grandeza elétrica, como corrente, tensão ou resistência elétrica.

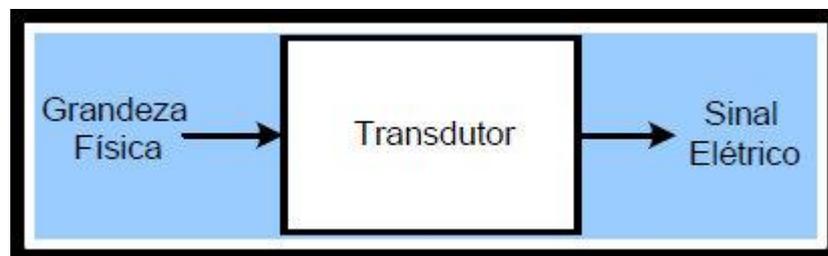


Figura 13 - Transformação de grandeza física em sinal elétrico (FUENTES, 2005)

4.1 TIPOS DE SENSORES

Os sensores podem ser classificados de acordo a saída do sinal, sendo eles, sensores discretos que possuem um sinal quantificado que indica a existência ou não de um evento podendo assim assumir os valores zero ou um ou uma combinação destes, e sensores analógicos que tem como saída um sinal cuja informação pode assumir qualquer valor dentro de uma determinada faixa. (FUENTES, 2005).

4.1.1 SENSORES DIGITAIS OU DISCRETOS

Os sensores discretos são utilizados para monitorar a ocorrência ou não de um determinado evento gerados geralmente na forma de pulsos elétricos “0” ou “1”, não há um valor intermediário. Não existem grandezas físicas que assumam esses valores, mas eles são assim indicados ao sistema de controle após serem convertidos por um transdutor. (CORRADI JUNIOR, 2013).

Sensores desse tipo são utilizados por exemplo na detecção de passagem de objetos, encoders na determinação de distância ou velocidade, etc. (WENDLING, 2010).

Um exemplo de uso de sensores é o para detectar e contar garrafas que passam por uma esteira nas fábricas de bebidas. O funcionamento é bastante simples, toda vez que o sinal do sensor é interrompido, sua saída comuta de baixo para alto, enviando um sinal a um dispositivo contador que incrementa “1” a cada passagem de garrafa. (WENDLING, 2010).

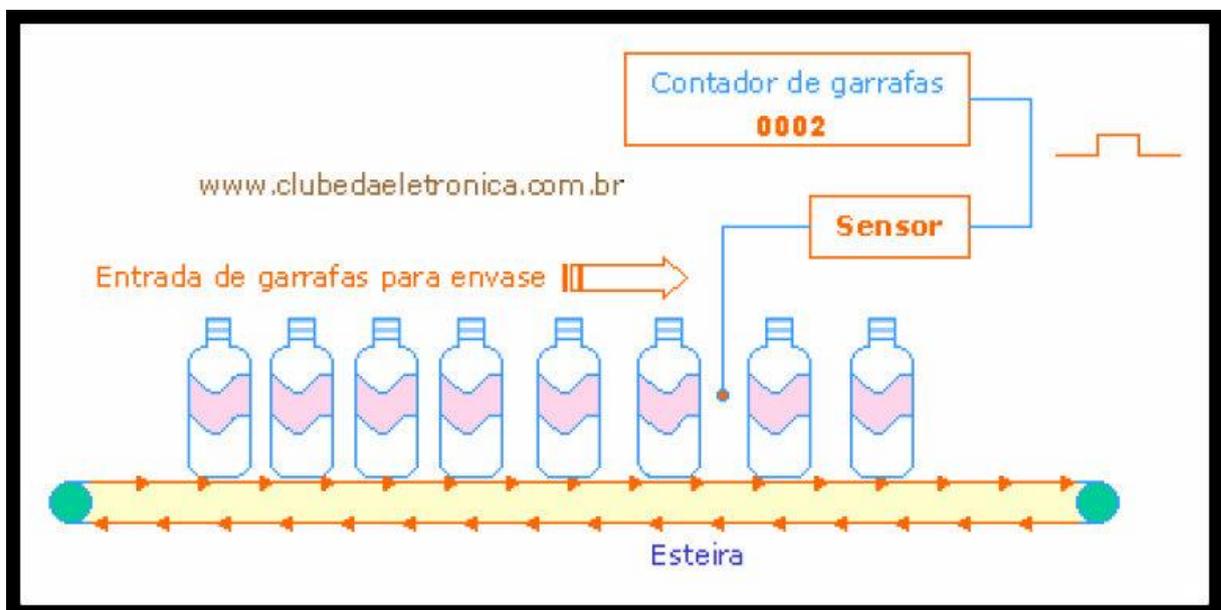


Figura 14- Utilização de sensor Digital (Sensores industriais, p.2)

4.1.2 SENSORES ANALÓGICOS

Segundo Wendling (2010), um sensor analógico pode adquirir qualquer valor no seu sinal de saída ao longo do tempo, desde que esteja dentro da sua faixa de operação.

As informações captadas pelo sensor são transmitidas em forma de um sinal elétrico proporcional à grandeza medida. (CORRADI JUNIOR, 2013).

As variáveis de um sensor analógico são mensuradas por elementos sensíveis com circuitos eletrônicos não digitais. A figura abaixo ilustra a variação de uma temperatura (grandeza física) de forma analógica. (WENDLING, 2010).

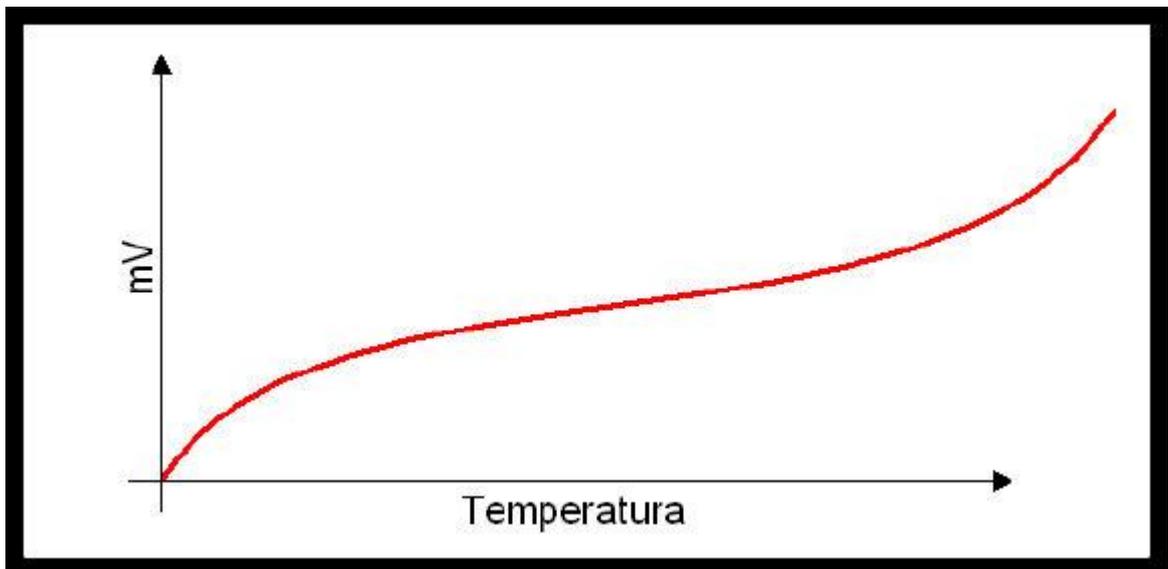


Figura 15 - gráfico alimentado por um sensor analógico (sensores, p.4)

Em um sistema de irrigação automatizado é necessário obter valores das variáveis físicas do ambiente a ser monitorado, tais como temperatura e umidade, para que o sistema possa realizar as tarefas estabelecidas na programação que de acordo com os valores das variáveis determina uma ação.

Os sensores são responsáveis por informar essas variáveis ao sistema, esse processo é realizado através de sensores instalados ao solo e ligados ao sistema.

5. ESTUDO DE CASO

5.1. DEFINIÇÕES DO PROBLEMA

Devido ao potencial em aumentar as eficiências do uso da água e energia, redução da mão de obra e principalmente da necessidade de incrementar a produção agrícola, cresce o interesse do produtor nacional na automatização do manejo de irrigação. Sistemas automáticos de controle de irrigação se tornaram ferramentas essenciais para a aplicação de água na quantidade necessária e no devido tempo, contribuindo para a manutenção da produção agrícola e, também, para a utilização eficiente dos recursos hídricos.

Muitas empresas produzem softwares e hardwares capazes de automatizar e monitorar produções agrícolas, mas a maior parte desses produtos é composta de sistemas fechados e não fornecem um sistema integrado de modo que se possa adaptar o sistema de acordo com as necessidades de cada usuário.

Dessa forma esse estudo visa a implementação de um sistema de irrigação utilizando uma tecnologia precisa e barata. Através da tecnologia Arduino juntamente com o uso de sensores analógicos é possível construir um sistema de irrigação automatizado que realiza as mesmas tarefas que sistemas de grandes empresas, o diferencial é que devido à utilização de tecnologias baratas, o sistema com arduino tem menos custo e fica acessível a todos os produtores, seja ele de pequeno, médio ou grande porte.

O sensor realiza uma leitura das variáveis físicas do ambiente monitorado e as envia ao Arduino, recebendo as variáveis o Arduino executa as ações estabelecidas na implementação do sistema. Com uma bomba hidráulica conectada ao Arduino é possível manter a umidade do solo sempre molhado.

5.2. ARQUITETURA DA APLICAÇÃO

Para o desenvolvimento de um protótipo de sistema de irrigação automatizado são necessários os seguintes itens:

- Um sensor de umidade (Moisture).
- Uma base Shield Grove.
- Um Relé Grove.
- Um display Grove – serial LCD.
- Uma placa Arduino UNO
- Uma moto bomba Sarlo S-140.

Sensor de umidade (Moisture): O sensor tem o tamanho de 2x6cm, conforme figura abaixo, tensão de funcionamento entre 3.3 e 5V e uma corrente de funcionamento entre 0 e 35mA



Figura 16 - Sensor Moisture

O sensor já vem com conexão analógica padrão da base Shield Grove da Seed.

Item	Condição	Min	Típico	Max	Unidade
Tensão	-	3.3	/	5	V
Resistencia	-	0	/	35	A
Valor de saída	Sensor em solo seco	0	~	200	/
	Sensor em solo úmido	200	~	450	/
	Sensor em água	450	~	700	/

Tabela 3 - Especificação do Grove - Sensor de Umidade (Seed, 2013)

Sistema Grove: é um conjunto de ferramentas modulada pronto para ser usado. Em comparação com o método tradicional, que pode complicar aprendizagem do uso de

uma placa de ensaio e vários componentes eletrônicos para montar um projeto, Grove simplifica e condensa o processo de aprendizagem de forma significativa. O sistema consiste de um Shield Grove vários módulos com conectores normalizados. A blindagem de base permite uma fácil ligação de qualquer entrada ou saída do microprocessador dos módulos Grove, e cada módulo Grove resolve uma única função, sendo um botão simples ou um sensor mais complexo da frequência cardíaca por exemplo.

Base Shield Grove: Ao conectar um Shield Grove a um Arduino, todas as portas de entrada e saída do Arduino (I / O) são expostas e adaptadas para o Shield, que também inclui conectores de I / O digital, analógico I / O, e as portas especializadas (GROVE, 2013).



Figura 17 - Shield Grove

Base de dados Shield é compatível com Seeeduino ou Arduino UNO e Duemilanove.

Grove-Relay: O módulo de Grove-Relay (Figura 18) é um interruptor digital normalmente aberto que controla um relé capaz de comutar tensões muito altas e correntes do que suas placas Arduino normais. Através dele, é possível controlar um circuito de alta tensão com baixa tensão, digamos 5V no controlador. Há um indicador LED na placa, que irá acender quando os terminais controlados ficar fechado. (SEED, 2013).



Figura 18 - Relé GROVE (Seeed, 2013)

Especificações:

Tensão de funcionamento: 5V

Voltagem máxima: 250VAC/30VDC

Corrente elétrica: 15^a

Display Grove – serial LCD: Grove - Serial LCD V 1.1 (Figura 19) é a mais recente versão da série LCDs seeed. Vinculado em uma única placa é um LCD 16x2 em um circuito integrado baseado em torno de um PIC HD44780. O PIC tem uma entrada serial TTL e imprime os caracteres que recebe para o LCD. Sua biblioteca serial LCD permite uma série de comandos especiais para que possa limpar a tela, ajustar o brilho da luz de fundo, desligar e ligar o monitor, entre outras mais funções. (Seeed, 2013).

Enquanto Drivers LCD convencionais utilizam entre 7 à 11 pinos como entrada e saída, o Display Grove realiza as mesmas funções utilizando apenas 4 pinos, tendo como entrada e saída os pinos Tx e Rx, e os pinos VCC (fonte de energia) e GND (terra) sendo esses necessários para a operação. (TROSSEN ROBOTICS, 2013)

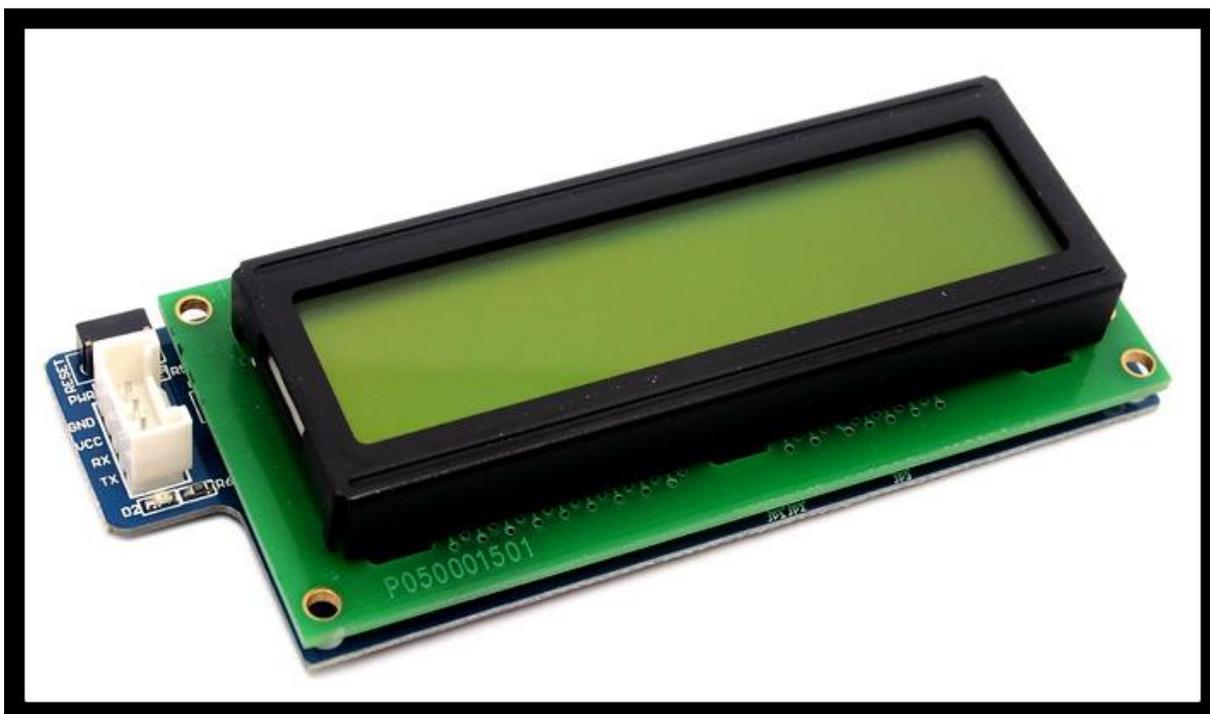


Figura 19 - Grove - Serial LCD (UNMANNED TECH, 2013)

Características

Muito fácil de usar.

Conexão 4-Pin (2 I / Os e 2 Power Pins).

Projeto API semelhante ao Arduino Biblioteca LiquidCrystal.

Módulo retorna automaticamente ao modo de escuta.

Vem com um rico conjunto de aplicativos de demonstração.

Voltar controle de luz para economizar energia.

Arduino / Seeeduino compatível.

Arduino Uno Rev3: é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega328 (datasheet). Possui 14 entradas / saídas digitais (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16 MHz, uma conexão USB, um conector de alimentação, um cabeçalho ICSP, e um botão de reset.

Ele contém tudo o necessário para suportar o microcontrolador, basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC para DC ou bateria para começar.

Em vez disso, ele apresenta o Atmega8U2 programado como um conversor USB-to-serial. "Uno" significa um em italiano e é nomeado para marcar o lançamento do Arduino 1.0.

O Uno é a versão 1.0 serão as versões de referência de Arduino, movendo-se para frente. O Uno é o mais recente em uma série de placas Arduino USB, é o modelo de referência para a plataforma Arduino.

Características

Microcontrolador	ATmega328
Voltagem Operacional	5V
Voltagem de entrada (recomendada)	7-12V
Voltagem de entrada (limites)	6-20V
Pinos E/S digitais	14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógica	6
Corrente CC por pino E/S	40 mA
Corrente CC para o pino 3,3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) dos quais 0,5KB são utilizados pelo bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidade de Clock	16 MHz

Tabela 4 - Características Arduino UNO (Arduino, 2013)

Moto bomba Sarlo: A moto bomba Sarlo foi projetada pela Sarlobetter, para funcionar como bomba de circulação ou acoplada a um filtro biológico de fundo, em aquários de água doce ou salgada, também tem aplicação em pequenas fontes e chafarizes

Silenciosa e eficaz, esta moto bomba produz intensa movimentação de água, com baixo consumo de energia elétrica.

Seu desenho moderno a tornou bastante versátil e compacta. Os componentes elétricos das bombas são totalmente imersos em resina epóxi o que as tornam seguras contra choque elétrico mesmo trabalhando continuamente submersas. (SARLO, 2013)



Figura 20 - Moto Bomba Sarlo s-140(SARLO, 2013)

A moto bomba submersa S140 da Sarlo Better possui as seguintes características:

- Isolamento prova d'água (IPX8);
- Vazão de 140 L/h;
- Suporta uma coluna d'água de 40 cm
- Consome apenas 4 W

5.3 ESTRUTURAS DA APLICAÇÃO

Para permitir uma fácil ligação de qualquer entrada ou saída do microprocessador dos módulos Grove, foi plugado à placa Arduino UNO R3, uma base Shield Grove (Figura 21).

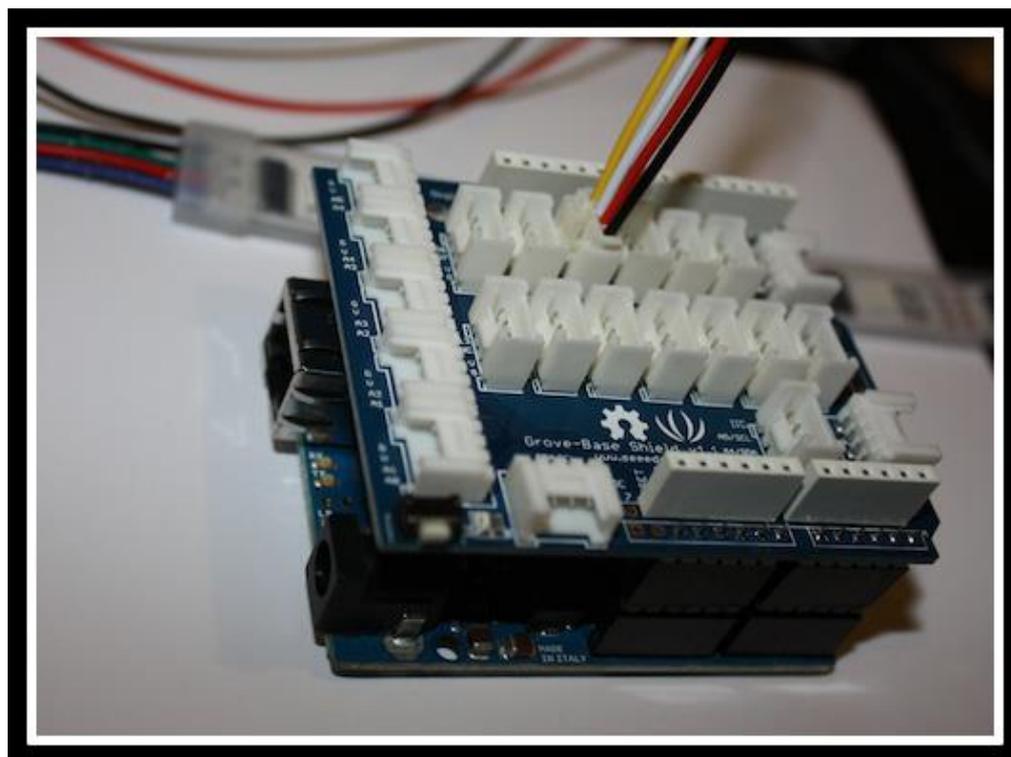


Figura 21 - Base Shield Grove conectado ao Arduino UNO R3 (arduino, 2013).

Com o Shield Grove conectado a uma placa Arduino, todas as portas de entrada e saída (I/O) do Arduino são expostas e adaptados em 22 conectores, que incluem I / O digital, analógico, e as portas especializadas (I2C, SPI, UART).

Como se observa na (Figura 22) abaixo será possível mostrar separadamente a localização das portas I / O na placa.

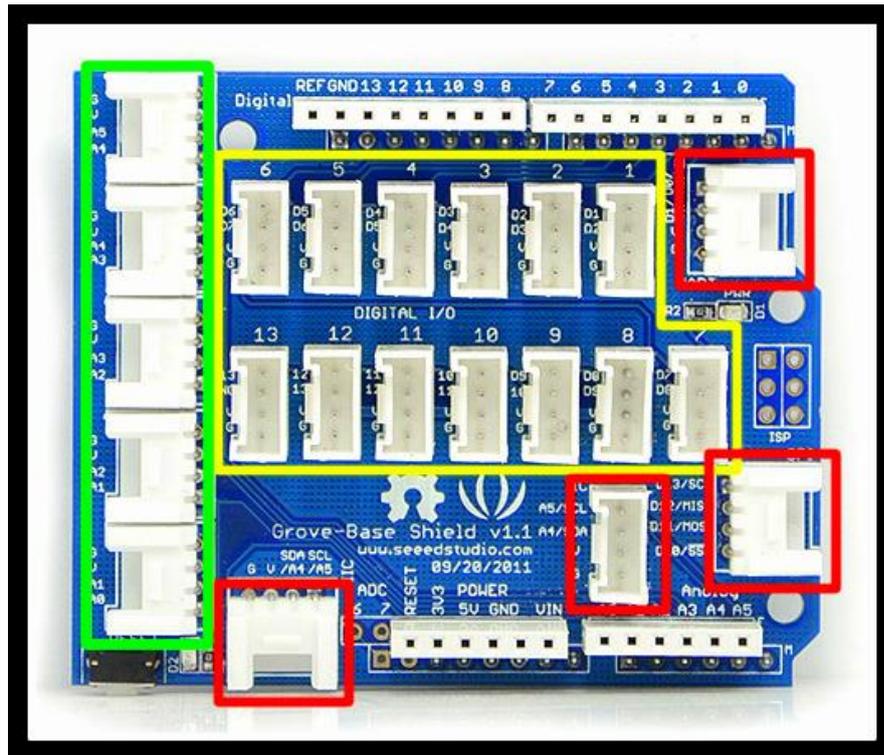


Figura 22 - Portas I / O Shield GROVE (Seeed, 2013)

No centro, cercado por linhas amarelas, são portas de entrada e saída digitais sendo elas um total de 13 portas. Estas portas podem ser usadas para ler e controlar os módulos Grove digitais, tais como o sensores de luz e LEDs. Algumas dessas portas I / O digitais podem também ser usadas como saídas de PWM (modulação de largura de pulso). Através da geração de ondas PWM, o Arduino pode controlar o movimento de um motor de passo ou um diodo emissor de luz.

Mercados pelas linhas verdes, no lado esquerdo, são as cinco portas de entrada analógica. As entradas analógicas são normalmente utilizadas para ler sensores analógicos, como um potenciômetro ou um sensor de temperatura, mas essas portas também podem ser usadas como portas de entrada e saídas digital.

Por último as portas especializadas são delineadas em vermelho: I2C duas portas, uma porta SPI, e uma porta UART. Essas portas são usadas especialmente com módulos mais sofisticados como, por exemplo, um acelerômetro de três eixos ou um módulo Bluetooth serial.

A conexão entre o Shield de base Grove, os sensores, o display, e o relé são feitas através de cabos de Grove permitindo com que as operações não necessitem de solda e a rápida conexão de módulos Grove.

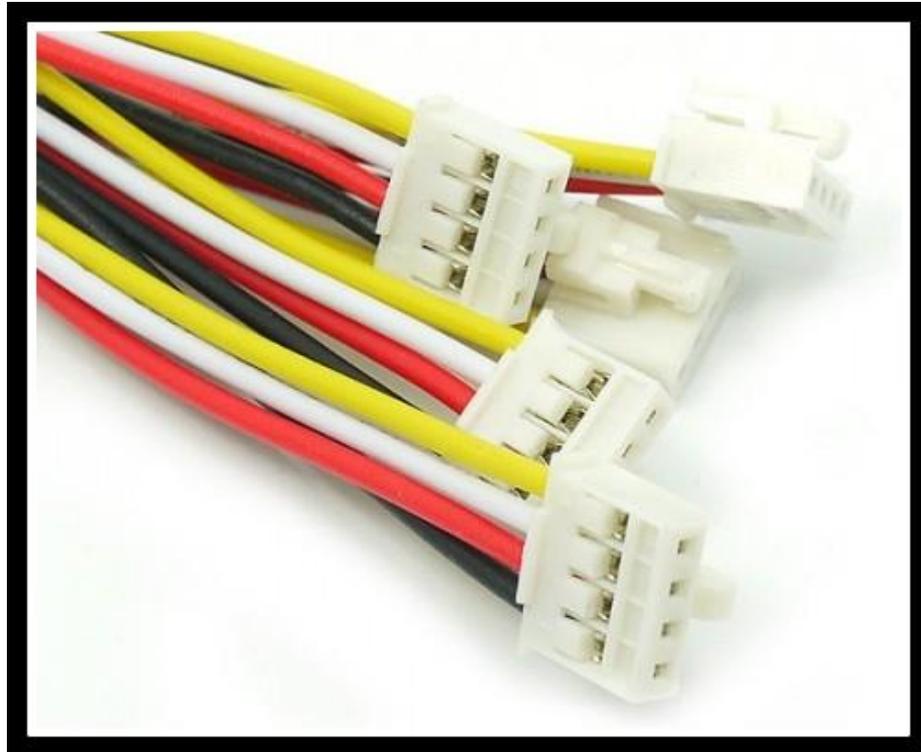


Figura 23 - Cabos de conexão Grove (Seeed, 2013)

Os componentes compatíveis com o sistema Grove contidos neste projeto vão utilizar as seguintes portas para a implementação do protótipo:

Porta digital 11: Display LCD.

Porta digital 6: Grove-relay.

Porta analógica A0: Sensor de umidade (Moisture)

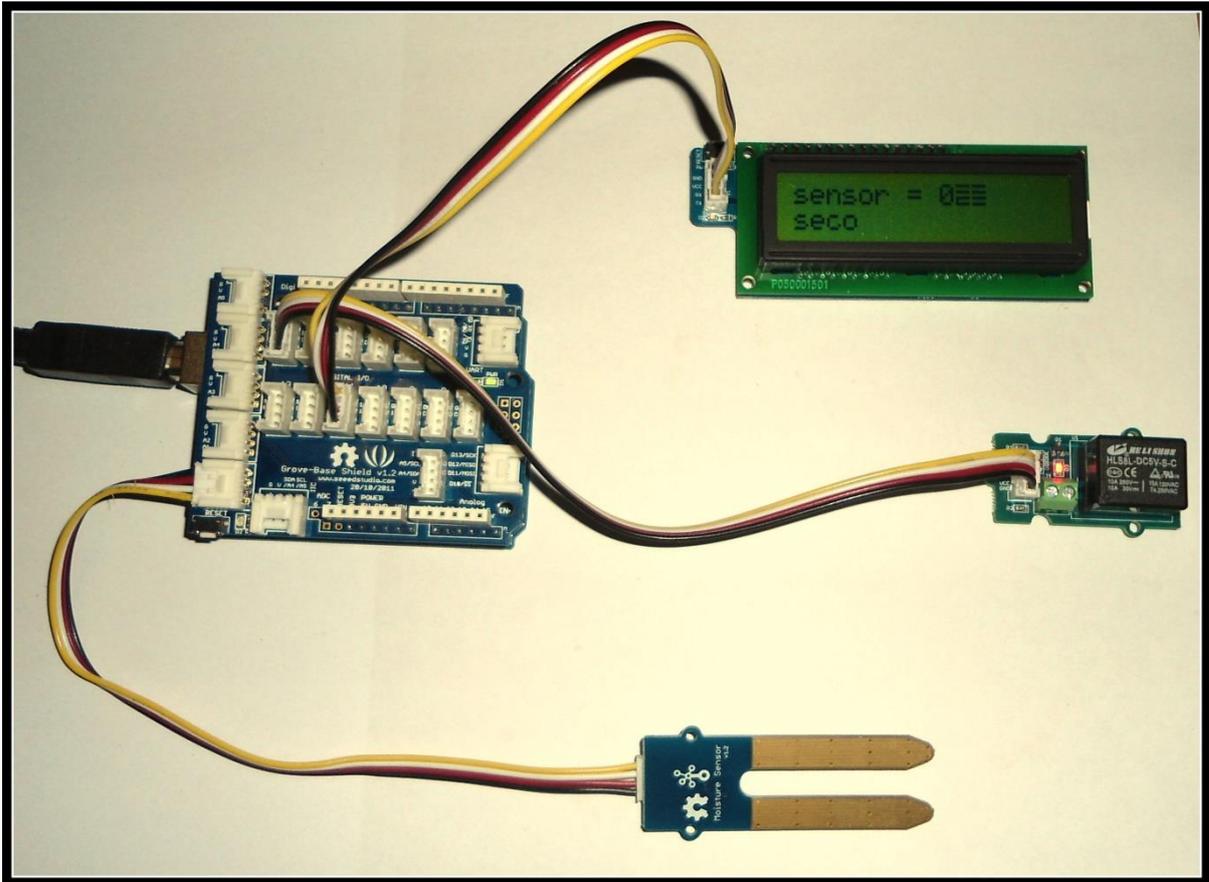


Figura 24 - Esquema de implementação do protótipo (BARBOSA, 2013)

5.4 METODO DE IRRIGAÇÃO

A decisão sobre o momento exato de irrigar é realizado com base nos dados captados pelo sensor de umidade do solo entre 40-50% da profundidade radicular efetiva. Isto é este projeto considera a profundidade de raízes de um tomateiro plantado em solo arenoso, segundo estudos realizados por (BRAGANTIA, 1970), em média 63% das raízes de um tomateiro se localizam entre 10 à 20 centímetros de profundidade do solo.

O tomate requer temperaturas da parte aérea entre 20 e 26°C e precisa de alternância de temperaturas diurna e noturna para obter boa coloração. A umidade relativa do solo deve estar entre 50 e 70% para a maioria das variedades. (EMBRAPA, 2013).

O sensor Moisture foi colocado no solo a uma profundidade de 40mm equivalente a 8cm.

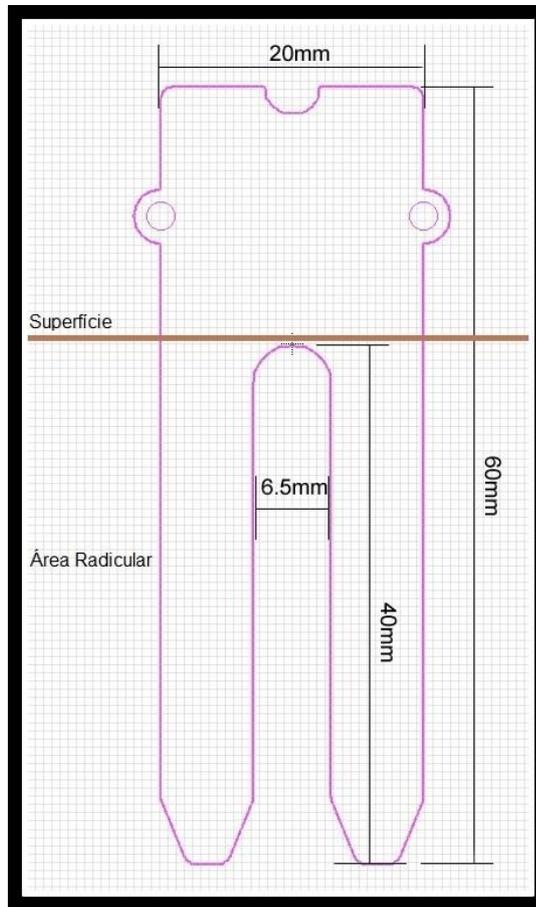


Figura 25 - Sensor de umidade Moisture conectado ao solo (BARBOSA, 2013)

O sensor utiliza as duas sondas para passar corrente através do solo, e em seguida, lê-se a resistência para obter o nível de umidade. Quanto maior for a quantidade de água no solo mais facilmente será conduzida a eletricidade gerando assim menos resistência, enquanto que o solo seco tem necessidade de conduzir eletricidade o que ocasiona maior resistência. (DFROBOT, 2013).

Com o sensor ao solo e conectado ao Arduino o mesmo retorna valores que variam de 0 – 700. Através de uma regra básica é possível transformar esses valores em porcentagem para que o monitoramento seja facilitado. A fórmula usada para a transformação do valor do sensor em porcentagem foi a “Regra de 3”, ou seja:

$$700(\text{maior valor sensor}) = 100 \%$$

Valor do sensor = x %

Dessa forma o valor do sensor em porcentagem será: $(\text{sensor} * 100) / 700$.

5.5 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOTIPO

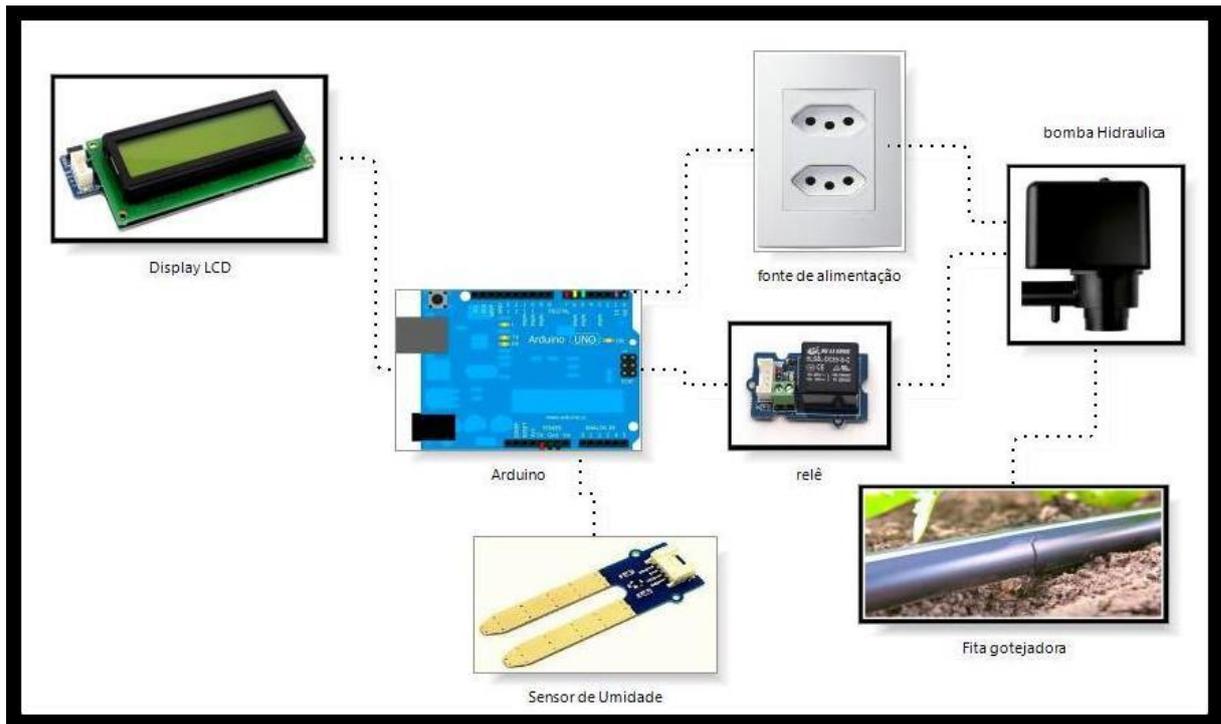


Figura 26 - Esboço do Projeto (BARBOSA,2013)

Passo 1: o sensor conectado à porta analógica A0, captura a umidade do solo e envia para a placa Arduino com um intervalo de tempo de 1 segundo.

Passo 2: ao receber os dados do sensor o microcontrolador do Arduino realiza as funções estabelecidas na programação. Envia em tempo Real para o display a porcentagem de umidade do solo, de acordo com as regras pré-estabelecidas na programação, se o valor da variável de entrada for menor 50 % de umidade, é disparado um sinal para o rele que aciona a bomba hidráulica molhando o solo.

Passo 3: Ao dar início ao processo de irrigação a bomba não será desligada até que o solo obtenha 70 % de umidade. O display então mostrará o estado do processo, “irrigando”.

Passo 4: após o solo atingir 70% de umidade a bomba será desligada e o processo de irrigação voltara ao Passo 1.

6. CONCLUSÃO

Depois dos primeiros testes realizados com o protótipo do sistema de irrigação desenvolvido ficou clara a possibilidade da criação de um produto utilizando as tecnologias estudadas, podendo posteriormente ser comercializado. Foi possível observar a exatidão do sensor, a capacidade de processamento do Arduino. O uso de um Shield Grove facilitou comunicação entre todos os componentes utilizados no protótipo, economizando tempo e deixando mais simples os trabalhos, já que sem o uso de um Shield Grove seria preciso soldar os componentes.

Diante do que foi testado, com a utilização de mais sensores para que possa ser feita uma média da umidade de toda área monitorada, a criação de uma central de controle para que a placa não fique exposta ao sol e a chuva, e o uso de uma bomba hidráulica que possa fornecer água de forma uniforme para toda a área a ser irrigada é possível que este sistema possa ser implementado em estufas, jardins, campos de futebol etc.

Em relação à tecnologia Arduino fica explícito a fácil implementação de qualquer aplicação mesmo sem ter um grande conhecimento de microcontroladores, programação e eletrônica.

A tecnologia Arduino tem a intenção de ensinar eletrônica e programação durante o uso prático do Arduino, não é gasto muito tempo lendo teorias e histórias cansativas como em outras tecnologias, que podem não interessar aos usuários iniciais.

A partir deste projeto é possível dar continuidade, desenvolvendo um sistema com conexões remotas via web ou mobile. Oferecendo assim ainda mais praticidade no manejo de irrigação.

Desta forma, pode-se afirmar que este trabalho atende aos objetivos estabelecidos ainda na fase de projeto. Por fim, espera-se que ele possa ser útil tanto para alunos e professores, em âmbito acadêmico, como também para outros interessados nesta área do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Thalís. **Programando Arduino + Sensor de Umidade (Moisture)**. Disponível em: <<http://www.thalísantunes.com.br/2012/02/19/programando-arduino-sensor-de-umidade-moisture/>>. Acesso em: 25 jun. 2013.
- ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: Maio de 2013.
- BANZI, Massimo. **Primeiros passos com o Arduino. 1**. Ed. São Paulo: Novatec, 2012.
- BOLTON, David. **Definition of IDE**. Disponível em: <<http://cplus.about.com/od/glossar1/g/idedefinition.htm>>. Acesso em: 27 de maio 2013.
- BRAGANTIA. Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. **Desenvolvimento do sistema radicular de tomateiro**. Campinas, 1970. 9 p.
- CARVALHO, Everton Silva; ARAUJO, Luis Antônio O. IRRIGAÇÃO INTELIGENTE. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA INSTITUTO SUSTENTAR, 17. 2010, Valinhos - SP. **Anuário de Iniciação científica Discente**. Valinhos- SP: Anhanguera Educacional Ltda., 2010. p. 323 - 336.
- CARVALHO, Professor Daniel Fonseca de. **ENGENHARIA DE ÁGUA E SOLO**. 2010. 66 f. Dissertação - Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica-RJ, 2010.
- CORRADI JUNIOR, Romeu. **Sensores industriais**. Disponível em: <http://www.corradi.junior.nom.br/sensores_Ind.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2013.
- DFROBOT. Drive The Future. **Sensor de umidade de solo**. Disponível em: <http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=599#.UmATePlwqrE>. Acesso em: 17 out. 2013.
- EBAH (Brasil). **TIPOS DE IRRIGAÇÃO: Irrigação**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABUOWAA/tipos-irrigacao#>>. Acesso em: 16 set. 2013.
- EMBRAPA (Brasil). **Cultivo do Milho: Irrigação**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/imeto dos.htm>. Acesso em: 03 set. 2013.
- FONSECA, Erika Guimarães Pereira da; BEPPU, Mathyan Motta. **Apostila Arduino**. Niterói-RJ: Universidade Federal Fluminense Centro Tecnológico, 2010. 23 p.
- FUENTES, Prof. Rodrigo C. **Apostila de Automação Industrial**. 2005. 31 f. - Curso de Eletrotécnica, Universidade Federal De Santa Maria Colégio Técnico Industrial De Santa Maria, Santa Maria - RS, 2005.
- GARDENA (Brasil). **SISTEMA POR GOTEJAMENTO**. Disponível em: <<http://www.gardena.com/br/water-management/micro-drip-irrigation-system/>>. Acesso em: 16 set. 2013.
- GROVE - Base Shield Disponível em: <http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_Base_Shield>. Acesso em: 25 jun. 2013.

GUIMARÃES, Vinícius Galvão; **Automação e monitoramento de sistema de irrigação na agricultura**, Trabalho de Graduação, Engenharia Mecatrônica, Universidade de Brasília, 2011.

LITJENS, Otto Jacob; **Automação de estufas agrícolas utilizando sensoramento remoto e o protocolo de Zigbee**, Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2009.

MICROBERTS, Michael. **Arduino básico**. 1 ed. São Paulo: Novatec, 2011.

MERA, Eng. Agrônomo Lucas de Paula. **IRRIGAÇÃO**. 2012. 58 p.

MOTO BOMBA SARLO: Manual do Proprietário. São Paulo: Grupo Sarlo, 2013. 4 p.

MULTILOGICA shop: **Arduino Uno R3**. Disponível em: <<http://multilogica-shop.com/Arduino-Uno-R3>>. Acesso em: 25 jun. 2013.

PIVOT (Brasil). Maquinas Agrícolas e Sistemas de Irrigação. **Microaspersão**. Disponível em: <<http://www.pivot.com.br/irrigacao/pivo/index.php?ir=1&id=161>>. Acesso em: 18 set. 2013.

PRÁ, Bruno Rover Dal. **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA CONTROLE DE UMIDADE DE SOLO EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS**. 2009. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso Aprovado Como Requisito Para Obtenção do Grau de Mestre (Superior) - Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento de Tecnologia (prodetec), Departamento de ProdeteC – Programa De Pós-graduação Em Desenvolvimento De Tecnologia, Lactec – Instituto De Tecnologia Para O Desenvolvimento, Curitiba, 2009.

QUARTO ANO - CENSA 2009 (Brasil). **Irrigação por Gotejamento**. Disponível em: <<http://quartoanocensa.blogspot.com.br/2009/04/4-ano-irrigacao-por-gotejamento.html>>. Acesso em: 17 set. 2013.

RODRIGUES, Lucas; SARTORI, Eliseu; GOUVEIA, Bruno. **Introdução ao Arduino**. Mato Grosso do Sul: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012. 25 p.

SANTANA, Leonardo Mendes; **Sistema de Irrigação Automatizado**, Trabalho de Conclusão de curso, UNICEUB, 2010.

SANTOS, Raul Manuel Pereira Morais; **Estação multissensorial para Estufas Agrícolas**, Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Eletrônica Industrial, UNIVERSIDADE DO MINHO, 1998.

TROSSEN ROBOTICS. **Grove - Serial LCD 16x2**. Disponível em: <<http://www.trossenrobotics.com/p/grove-serial-lcd.aspx>>. Acesso em: 11 out. 2013.

UNMANNED TECH. **Grove - Serial LCD 16x2**. Disponível em: <<http://www.unmannedtechshop.co.uk/grove-serial-lcd.html>>. Acesso em: 11 out. 2013.

WENDLING, Prof. Marcelo. **Sensores**. 2010. 19 f. Apostila (Superior) - Unesp, Guaratinguetá, 2010.