

Sistema de Monitoramento e Controle de Irrigação

Vitor da Silva Costa¹, Gustavo Stangherlin Cantarelli¹, Alessandro André Mainardi de Oliveira¹

¹Curso de Sistemas de Informação – Universidade Franciscana
CEP 97010-032 – Santa Maria – RS – Brasil

vitor_sc@yahoo.com.br, gus.cant@unifra.br, alessandroandre@unifra.br

Abstract. *This research paper seeks to develop a system to watering control, using Arduino platform. The equipment and hardware to be utilized in the production of the model will involve the Arduino platform, water pump, ultrasonic sensors, humidity sensors, solenoid. The function of the prototype will comprehend an installation of submerge pump moved by electrical energy and the sensor monitors the minimum and maximum quantities of water in the tank. This research will follow the Feature Driven Development methodology. Such research shows the relevance of using information technology to watering.*

Resumo. *Este trabalho de pesquisa busca desenvolver um sistema para o controle de irrigação, utilizando a Plataforma Arduino. Os equipamentos e hardwares a serem utilizados na produção do modelo envolverão Plataforma Arduino, bomba d'água, sensores ultrassônicos, sensores de umidade, válvula solenoide. O processo de funcionamento do protótipo abrangerá instalação de bomba submersa, movida por energia elétrica, o sensor monitora a quantidade mínima e máxima de água no reservatório. O trabalho desenvolvido seguirá a metodologia FDD (Feature Driven Development), Desenvolvimento Guiado por Funcionalidades. A pesquisa evidencia a relevância da utilização de tecnologias de informação na irrigação.*

1. Introdução

A biosfera é constituída por importantes elementos vitais, sendo eles a atmosfera, litosfera e a hidrosfera. Cada um destes elementos apresenta um complexo sistema, que garante as sua funcionalidade e dinâmica. Em especial, a hidrosfera constitui fator moderador que interliga fenômenos atmosféricos e litosféricos, que passam a interferir relações entre as formas de vida, que habitam a Terra.

Nesta trajetória de vida da humanidade, a natureza passou a se relacionar com a sociedade de forma servil. Os recursos hídricos diante do ecossistema natural abrangem as águas superficiais e subterrâneas, que podem ser usadas pelo homem. A distribuição do consumo mundial de água é de 69% na agricultura, 23% na indústria e 8% no uso doméstico [Tundisi 2008]. Os métodos de irrigação por superfície foram importantes no desenvolvimento milenar da irrigação.

Com o desenvolvimento da tecnologia industrial e de novos materiais, novos sistemas surgiram e permitiram o uso mais eficiente da água e da energia com menor envolvimento de mão-de-obra, a custos cada vez menores [Pires 2008]. Tundisi (2008) destacam que, no amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os seguintes principais problemas e processos são as causas principais da “crise da água”:

intensa urbanização, aumentando a demanda pela água, ampliando a descarga de recursos hídricos contaminados e com grandes demandas de água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social; estresse e escassez de água em muitas regiões do planeta em razão das alterações na disponibilidade e aumento de demanda; Infraestrutura pobre e em estado crítico, em muitas áreas urbanas com até 30% de perdas na rede após o tratamento das águas; problemas de estresse e escassez em razão de mudanças globais com eventos hidrológicos extremos aumentando a vulnerabilidade da população humana e comprometendo a segurança alimentar (chuvas intensas e período intensos de seca); problemas na falta de articulação e falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental. Diante deste contexto de insustentabilidade socioambiental, as tecnologias de informação vêm contribuir com atitudes para otimizar e eliminar desperdícios, apresentando possibilidades de práticas sustentáveis para o gerenciamento ambiental eficiente.

Este estudo apresenta a relevância acadêmica e social da proposição de um sistema de controle do consumo de água para a irrigação, utilizando um modelo de automação, com vista a redução de gastos e de recursos hídricos, bem como garantindo maior produtividade. Em sequência apresenta os equipamentos a serem utilizados na produção do modelo, sua funcionalidade e etapas de construção. A metodologia FDD será descrita, sendo apontados principais processos de execução.

Para a elaboração da proposta de apresentação do modelo para monitoramento e controle de consumo de água na irrigação foram analisados trabalhos acadêmicos, que versam sobre o tema de pesquisa, onde foram constatadas contribuições, acerca de possíveis conexões na área da informática.

O modelo projetado mostra a possibilidade de emprego de ferramentas de informação, como Plataforma Arduino e Internet, conectadas a equipamentos eletrônicos, como Câmera IP, Bombas d'Água, Válvula Solenoide e sensores, para que seja permitido o monitoramento do sistema de controle de água na irrigação, à distância.

1.1. Justificativa e Objetivos

Devido ao uso irresponsável dos recursos naturais ao longo dos séculos, constata-se a necessidade de produzirmos práticas sustentáveis, que possam constituir alternativas para diminuir o uso indiscriminado de recursos hídricos. Neste sentido, as tecnologias de informação poderão colaborar, criando possibilidades de controle racional na produção rural, ou seja, na irrigação. A utilização de água subterrânea e superficial no campo vem representando fonte alternativa à manutenção da produção agrária.

Aliando um sistema de automação elétrico, utilizando conexão de sensores. Sendo um sistema de monitoramento e acionamento eletrônico através da tecnologia existente no mercado. O sistema vai funcionar por monitoramento de câmera IP, conectado via internet e acionada eletronicamente, pela plataforma do Arduino.

Este trabalho busca apresentar um sistema, que controla o consumo de água para o sistema de irrigação, por meio de mecanismo eletrônico, utilizando a tecnologia sobre sistemas de irrigação automatizados e, sobre a plataforma Arduino, o qual constitui um sistema computadorizado, capaz de programar para o processamento de entradas e saídas entre equipamentos externos conectados a placa do Arduino. A plataforma

Arduino compreende um microcomputador de placa única e um conjunto de software para programa-lo.

Também apresenta, como objetivos específicos, utilizar a Plataforma Arduino na construção de um modelo de controle e acionamento para o consumo de água; contribuir com o meio ambiente diminuindo o desperdício do consumo de água através da tecnologia; utilizar dispositivos de acionamento por sistema de sensores e apresentar um modelo de controle de consumo de água, para a irrigação rural, visando a sustentabilidade, de forma a aproveitar recursos hídricos locais.

O incremento de tecnologias sobre modelos de monitoramento e controle de consumo de água, em especial, em sistemas de irrigação, tem compreendido possibilidade da obtenção de maior exatidão em usos de recursos e de volumes de recursos hídricos. O controle por mecanismos tecnológicos garante redução de custos, gerando maior produtividade. Este controle com maior exatidão colabora com o gerenciamento, sem riscos de variabilidade e imprevistos.

As mudanças climáticas, nas últimas décadas, têm representado preocupação aos produtores agrícolas, portanto, uma produção monitorada poderá minimizar efeitos de catástrofes naturais. O uso de sensores inteligentes vem sido aplicado na agricultura. Esta tecnologia agrícola possibilita o monitoramento total da plantação.

Esta proposta de utilização do Arduino, sobre o sistema de monitoramento e controle de água, poderá representar possibilidade de conexão sincronizada sobre outros equipamentos tecnológicos, como um *smartphone*, promovendo um acompanhamento à distância.

2. Referencial Teórico

A base teórica e conceitual deste estudo apresenta a descrição de equipamentos a serem utilizados na produção do sistema, bem como as etapas do processo de funcionalidade. Os equipamentos descritos constituem elementos, que farão parte de um sistema, onde ocorrerão conexões, para que ocorra o acionamento do modelo de controle proposto na pesquisa.

2.1. Definição e métodos de irrigação

A irrigação constitui um conjunto de técnicas, objetivando auxiliar as culturas na obtenção de condições favoráveis ao seu desenvolvimento, em especial, propiciando a resolução de escassez de recursos hídricos. Esta técnica agrícola vem promover condições adequadas, por meio do manejo planejado, para que seja possível uma maior quantidade de solo agricultável. Segundo Testezlaf (2017, p. 10), “A irrigação é uma tecnologia imprescindível no processo de aumento da produção de bens agrícolas, sendo a sua adoção dependente da disponibilidade hídrica de cada região”.

Os métodos de irrigação constituem formas de realização desta técnica agrícola, sendo, portanto, segundo Testezlaf (2017, p. 16), constituídos de quatro métodos principais, em que sobre cada um deles ocorrem sistemas específicos à cada método. Portanto, a palavra método está relacionada com a forma de se fazer as coisas ou proceder dentro de um processo. Aplicando esse conceito em irrigação, é possível diferenciar quatro formas ou modos de se aplicar água à cultura e, assim, definir quatro métodos principais de irrigação, ou seja:

- Aspersão: a água é aplicada sobre a folhagem da cultura e acima do solo (na forma de chuva);
- Superfície: quando se utiliza a superfície do solo de forma parcial ou total para a aplicação da água por ação da gravidade (como a enxurrada);
- Localizada: a aplicação da água é realizada em uma área limitada da superfície do solo, preferencialmente dentro da área sombreada pela copa das plantas;
- Subsuperfície ou subterrânea: a água é aplicada abaixo da superfície do solo, dentro do volume explorado pelas raízes das plantas.

A utilização da irrigação, de forma adequada, em atenção às regras de aplicação de cada método, proporciona à produção agrícola, ampliação de volume de safras e respectivos lucros, pela qualidade das culturas.

2.2. Sustentabilidade e irrigação

“A utilização racional dos recursos naturais, em dimensão quantitativa e qualitativa, em atenção às contribuições ao desenvolvimento econômico e a qualidade de vida social, compreende a definição de sustentabilidade”, como afirma Testezlaf (2017, p. 182). Neste contexto de sustentabilidade, o uso da tecnologia de irrigação deve visar sempre à preservação ambiental, a viabilidade econômica e a qualidade de vida, possibilitando o desenvolvimento econômico e social das regiões, compatibilizado com a conservação do meio ambiente. Para que a aplicação das técnicas de irrigação seja a mais adequada possível, é necessário conhecer os conceitos e princípios básicos de cada método de irrigação utilizado no processo de produção irrigada, associando-os com a filosofia do modelo de desenvolvimento sustentável. Os impactos ambientais mais destacados, ao longo da utilização da irrigação, sobre a atividade agrícola, referem-se ao consumo excessivo dos recursos hídricos, bem como, alterações no solo, e conseqüente, progressivo processo de assoreamento dos cursos d’água, devido às variações no nível de vazão da água.

2.3. Automação e irrigação

A incorporação da tecnologia sobre a atividade agrícola, possibilita avanços sociais, econômicos e ambientais. A tecnologia aliada à irrigação, por meio de múltiplos benefícios, vem também reduzir, pelo controle automático, o desperdício de volume d’água. 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”.

2.4. Descrição de equipamentos e hardwares a serem utilizados no modelo

Os equipamentos a serem utilizados na produção de sistema alternativo para controle de consumo de água na irrigação envolve a plataforma Arduino, bomba d’água, sensores ultrassônicos, sensores de umidade, válvula solenoide e placa ethernet.

2.4.1. Plataforma Arduino

A Plataforma Arduino, conforme a Figura 1, esta difundida por todo o mundo, sendo utilizada para desenvolvimento. É uma plataforma de prototipagem eletrônica flexível.

Indivíduos poderão criar ambientes interativos. Os projetos do Arduino podem ser autônomos, ou podem se comunicar com um software em execução no computador através de uma porta USB, utilizando a biblioteca em linguagem C++, é usado em projetos juntamente utilizando a rede de internet. Esta plataforma, conforme Silva e Lima (2014) pode interagir como ambiente, recebendo em suas entradas sinais de sensores.

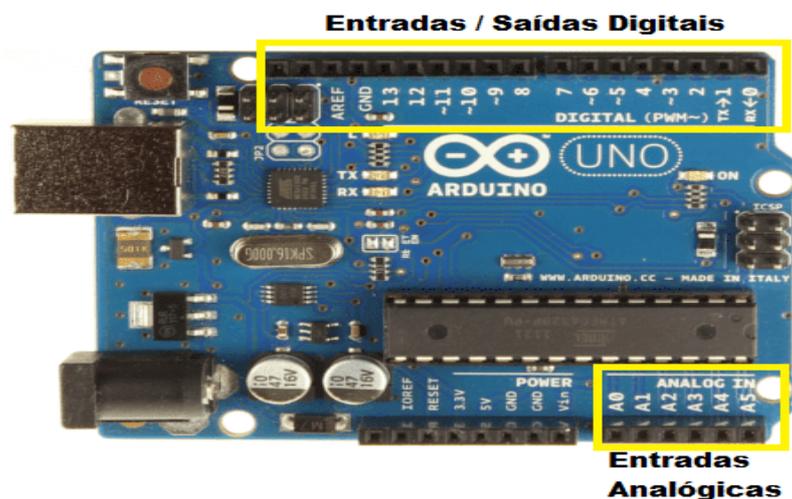


Figura 1. Placa Arduino [Souza 2013]

2.4.2. Bomba d'água

Uma bomba d'água (moto bomba), normalmente é utilizada para transferir água de um local para outro, do açude ou do rio ou do poço artesiano nas propriedades rurais para irrigação, através de tubulações será conduzida a vazão de água até atingir a distância da trajetória líquida.

O uso de bombas d'água neste caso será essencial para a condução da água dos poços, para a localidade de utilização (plantações, pastos ou bebedouro). Conforme Regis (2010, p. 37), "o processo de bombeamento pode ser definido como o efeito de adicionar energia a um fluido visando movê-lo de um ponto a outro. A energia cedida permitirá que o fluido seja transportado através de uma tubulação, atingindo um ponto com cota mais elevada. Essa energia é cedida por equipamentos denominados bombas". No protótipo será usado uma bomba de aquário.

2.4.3. Sensor ultrassônico

Um sensor ultrassônico, apresentado na Figura 2, é um dispositivo que utiliza alta frequência, esse sensor serve para controlar a quantidade de água em reservatório e para medir a distância entre itens determinados. Também conhecidos como transceptores, são capazes de operar semelhante ao sonar, enquanto o sonar é principalmente utilizado debaixo da água, os transceptores de ultrassom podem ser utilizados no ambiente terrestre, tendo o ar como meio de transmissão [Bertoleti 2017].

O diferencial deste tipo de sensor é que ele pode medir variáveis, como enchimento, curvatura e altura sem a necessidade de contato. Pode também funcionar como controlador de objetos, opera independentemente do acabamento superficial ou da

cor do produto. A transparência, poeira, sujeira ou vapor não representam problemas e podemos afirmar que tudo que reflete o som pode ser detectado.

A maioria dos objetos sólidos são capazes de refletir ondas sonoras, esse tipo de sensor não precisa de contato físico com o objeto, além de detectar a presença de um objeto ele ainda possui recurso para determinar qual é a distância em que esse objeto é encontrado. Baseado na emissão de uma onda sonora de alta frequência medindo o tempo levado para a recepção do eco produzido quando a onda se choca com o objeto.



Figura 2. Sensor ultrassônico [Bertoleti 2017]

2.4.4. Funcionamento da vazão de um reservatório

O reservatório tem a função de armazenar água, que escoar de um curso d'água, já a vazão compreende o nível de escoamento deste material transportado, por meio de um conduto, em unidade de tempo.

Considere agora, que ao longo do tempo, o nível do líquido no reservatório vai descendo. Para medir esta variação de tempos em tempos/em intervalos pré-definidos de tempo são feitas duas medidas de distância entre sensor e linha d'água, na Figura 3.

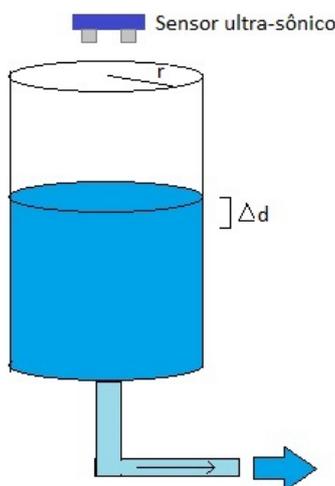


Figura 3. Vazão do reservatório [Bertoleti 2017]

2.4.5. Sensor de umidade

Esse modelo de sensor (Figura 4) pode ler a quantidade de umidade presente no solo utilizando dois eletrodos que passa corrente e lê o nível de umidade através a resistência do solo. Quanto mais água diminui a resistência do solo, enquanto um solo seco conduz menos corrente, conforme Mendes (2006), o sensor de umidade permite encontrar a condutância térmica entre dois pontos do terreno no qual propaga o calor gerado por uma fonte de temperatura constante. Utilizando dois termistores tipo NTC (*Negative Temperature Coefficient*) estabelece a relação de variação térmica e a umidade do meio onde está enterrado transmitindo informação para o software.

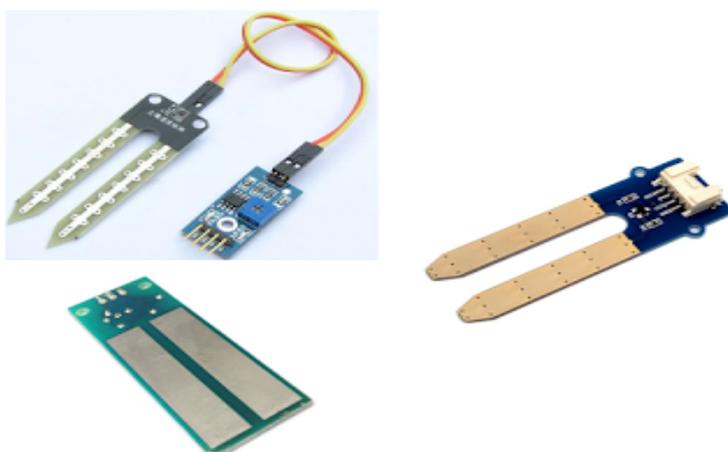


Figura 4. Sensor de umidade [Corrêa e Gomes 2017]

2.4.6. Válvula solenoide

Este tipo de válvula deverá estar ligado com o sensor de solo pelo Arduino. Ela é composta por um cilindro envolvido por um fio, e tem a função de conduzir corrente elétrica. A força produzida e conduzida pelo fio faz com que o êmbolo da válvula seja ativado, criando um dispositivo de abertura e fechamento. Conforme o Catálogo 0101-17BR, de Werk-Schott (2012), estas válvulas são aplicadas em processos industriais, servem para abrir ou fechar a passagem de um fluido, possui um módulo relé para acionar a válvula solenoide, pois além de Arduino operar em 5V, ele não possui potência suficiente para acionamento da válvula.



Figura 5. Válvula Solenoide [Werk-Schott 2012]

2.4.7. Placa ethernet Arduino

A Figura 6 mostra que o módulo Arduino Ethernet pode conectar à rede local e também à internet, possibilitando acesso remoto, transferência de dados e a verificação remota de status de sensores. Desta forma, por interface da rede, é possível enviar sinais para os pinos da placa do Arduino, para acionar dispositivos e realizar a leitura de sinais [Tavares 2013].

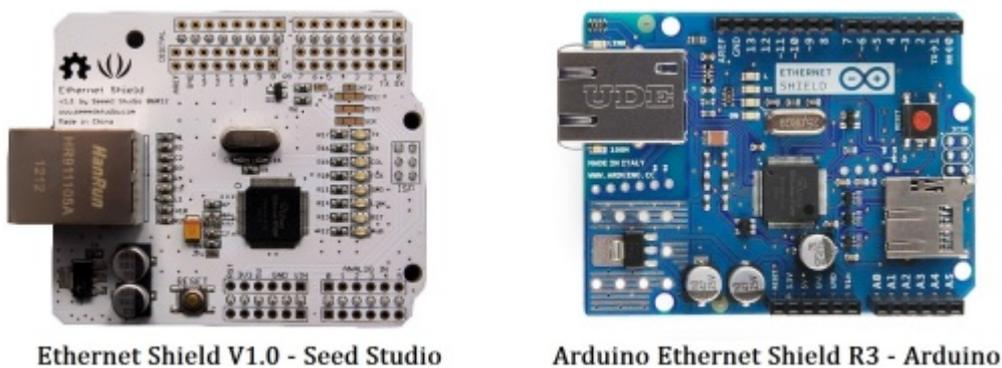


Figura 6. Funcionamento da placa ethernet [Tavares 2013]

2.5. Processo de funcionalidade do protótipo

O trabalho seguiu a Metodologia FDD, a qual compreende uma metodologia completa para Análise, Desenho e Programação Orientados por Objetos.

Com relação às outras metodologias de desenvolvimento de software, situa-se numa posição intermediária entre as abordagens mais prescritivas (Processo Unificado, Cascata tradicional - Waterfall) e as abordagens Ágeis (XP - Programação Extrema, Scrum, Crystal, etc.). oferece práticas para Gestão de Projetos e Engenharia de Software, a metodologia FDD é descrita por cinco processos:

- Desenvolver um Modelo Abrangente: pode envolver desenvolvimento de requisitos, análise orientada por objetos, modelagem lógica de dados e outras técnicas para entendimento do domínio de negócio em questão. O resultado é um modelo de objetos (e/ou de dados) de alto nível, que guiará a equipe durante os ciclos de construção;
- Construir uma Lista de Funcionalidades: decomposição funcional do modelo do domínio, em três camadas típicas: áreas de negócio, atividades de negócio e passos automatizados da atividade (funcionalidades). O resultado é uma hierarquia de funcionalidades que representa o produto a ser construído (também chamado de *product backlog*, ou lista de espera do produto);
- Planejar por Funcionalidade: abrange a estimativa de complexidade e dependência das funcionalidades, também levando em consideração a prioridade e valor para o negócio/cliente. O resultado é um plano de desenvolvimento, com os pacotes de trabalho na seqüência apropriada para a construção;
- Detalhar por Funcionalidade: já dentro de uma iteração de construção, a equipe detalha os requisitos e outros artefatos para a codificação de cada funcionalidade, incluindo os testes. O projeto para as funcionalidades é

inspecionado. O resultado é o modelo de domínio mais detalhado e os esqueletos de código prontos para serem preenchidos;

- Construir por Funcionalidade: cada esqueleto de código é preenchido, testado e inspecionado. O resultado é um incremento do produto integrado ao repositório principal de código, com qualidade e potencial para ser usado pelo cliente/ usuário.

O processo de desenvolvimento deste protótipo partirá de uma bomba submersa, movida por energia elétrica, instalada dentro do poço artesianos, com o objetivo de bombear a água subterrânea, esse modelo é um equipamento, que transforma energia elétrica em energia mecânica, a fim de transferir a água de um ponto ao outro.

Na borda superior da caixa d'água terá um sensor. Esse sensor terá conexão com a planta do protótipo Arduino, que irá monitorar todo o sistema de sucção de água, quantidade mínima e máxima de água no reservatório, conectado ao módulo relé é usado para acionarmos a válvula solenoide, pois além de determinar a vazão ou fluxo de água, conforme a necessidade de umidade informada pelo sensor que fica conectado ao solo para a irrigação necessária destinado à produção agrícola.

Esse sistema também possui dispositivos de câmera IP conectado à rede possibilitando acesso remoto ao sistema, destinados à produção [Mello, Assunção e Zanatta 2010], o melhor método de bombeamento específico, e assim assegurar, que o controle seja feito, no momento correto.

A utilização de um bom sistema de gerenciamento possibilitará otimizar a operação com maior eficiência, a água é um recurso natural fundamental ao desenvolvimento econômico possuindo uma infinidade de usos, apesar de ser um bem público, vem se tornando pouco a pouco um recurso escasso que precisa ser cuidado com muito discernimento [Paolillo Neto 2006].

O sistema poderá apresentar alguns problemas, pois depende da energia elétrica, água e equipamento de hardware, dos mais simples aos mais complexos.

3. Trabalhos Relacionados

O uso de tecnologias de informação sobre processos de automação tem representado um número significativo de objetos de pesquisa, porém, uma seleção de pesquisas centradas na produção de mecanismos para controle de consumo de água diante sistemas de irrigação, utilizando a plataforma Arduino, objeto deste estudo, encontra nos trabalhos relacionados contribuições relevantes.

3.1. Sistema de controle aplicado à automação de irrigação agrícola

O estudo de Reis (2015) buscou desenvolver um controlador eletrônico para aplicação em sistemas de irrigação, pela utilização do método de irrigação por microaspersão, visando à economia de energia elétrica, água e mão-de-obra, aumentando, assim, a qualidade da rega do sistema. Esse controle dar-se-á através do monitoramento da umidade do solo por um sensor de umidade, e monitoramento da incidência de luminosidade, para saber se é dia ou noite, por um sensor de luminosidade, utilizando para processamento desses dados uma placa de desenvolvimento Arduino Uno. Em princípio toda a estrutura foi validada, incluindo os componentes definidos para

utilização no sistema. A viabilidade econômica do projeto também foi comprovada devido ao baixo custo de investimento, que se torna insignificante perante a economia de energia e água obtidas e a qualidade do processo de irrigação. Com o sistema em funcionamento, depois de realizados todos os testes, foi possível visualizar que o microcontrolador leu valores confiáveis de ambos os sensores e foi capaz de medir se o solo estava ou não nos níveis de umidade desejados, e se era dia ou noite, acionando e desligando a válvula de solenoide como esperado.

3.2. Controlando o consumo de água através da Internet utilizando Arduino

O trabalho dos autores Grosskopf e Pykosz (2017) apresenta detalhadamente o desenvolvimento de um protótipo utilizando um micro controlador Arduino em conjunto com módulos, Shields, sensores e outros componentes com o objetivo de controlar e monitorar em tempo real o consumo de água em residências e também em processos nas industriais.

O monitoramento e controle é realizado através de uma plataforma web onde é possível desenvolver relatórios, configurar alertas e também bloquear ou liberar o abastecimento. Utilizando o aparelho com a plataforma web é possível acompanhar em tempo real o consumo, diminuir desperdícios, otimizar processos e incentivar o uso consciente deste recurso natural cada vez mais escasso.

Os trabalhos selecionados evidenciam a produção de modelos de monitoramento e controle de consumo de água, pela utilização de ferramentas de informação conectadas a mecanismos eletrônicos. A proposição apresentada neste estudo mostra o desenvolvimento de um sistema de monitoramento e controle de consumo de água na irrigação, “à distância”, pela aplicação de conexões informatizadas e automatizadas.

4. Metodologia

A decisão pela Metodologia FDD, se dá pelo fato de compreender uma “metodologia ágil”, podendo ser desenvolvida em curto período de tempo. Esta metodologia busca a produção de um modelo, que atenda o objetivo de um usuário, uma vez que se compõe de etapas orientadas à funcionalidade.

4.1. Etapas da produção do projeto

- Leituras de artigos e obras acadêmicas que abordam os assuntos relacionados a construção de sistemas de automação no agronegócio;
- Levantamento de hipóteses: questões sobre a viabilidade do protótipo (modelo), utilizando em propriedade rural;
- Montagem do desenho gráfico do protótipo (modelo): de funcionamento;
- Testagem do protótipo (modelo);
- Levantamento acerca da validade e redimensionamento do modelo produzido.

4.2. Análise e levantamento de requisitos

Tudo que o software deveria fazer funcionalmente. No entanto, atualmente assumiu-se que requisitos de software é muito mais do que apenas funções. Requisitos são, além de funções, objetivos, propriedades, restrições que o sistema deve possuir para satisfazer

contratos, padrões ou especificações de acordo com o (s) usuário (s). De forma mais geral um requisito é uma condição necessária para satisfazer um objetivo [Sommerville 2007; Pressman 2009].

4.3. Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais referem-se sobre o que o sistema deve fazer, ou seja, suas funções e informações. Uma função compreende um determinado conjunto que envolve as entradas, seu comportamento e as saídas. Um requisito é a propriedade que um software apresenta, para resolver problemas reais, é a conjuntura fundamental para satisfazer um objeto.

Esses critérios podem ser de qualidade para o software, ou seja, os requisitos de performance, usabilidade, confiabilidade, robustez, etc. Ou então, os critérios podem ser quanto à qualidade para o processo de software, ou seja, requisitos de entrega, implementação [Sommerville 2007; Pressman 2009]. Ou seja, sem os requisitos funcionais, um sistema não funcionará. Os requisitos se mantêm ao longo de todo o período de desenvolvimento de um software.

Tabela 1. Requisitos funcionais

Requisitos Funcionais	Descrição	Caso de Uso
Acessar o sistema	O usuário acessa o sistema	Ligar sistema
Controlar nível da água	O sensor verifica o nível d`água	Verificar nível d` água
Controlar vazão d`água	O sensor verifica a umidade	Controlar vazão
Monitorar conexão web	O sensor transmite informação	Monitorar via rede
Desligar o sistema	O relé desliga o sistema	Desligar sistema

4.4. Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais definem propriedades e restrições do sistema como tempo, espaço, linguagens de programação, versões do compilador. Uma dica importante é que os requisitos não funcionais são geralmente mensuráveis e assim devemos preferencialmente associar uma medida ou referência para cada requisito, Requisitos do Produto Final, Requisitos Organizacionais e Requisitos Externos [Sommerville 2007; Pressman 2009].

Tabela 2. Requisitos não funcionais

Requisitos não funcionais	Descrição
Utilização de linguagem para programar	A linguagem será em c/c++. Para configurar a placa do Arduino. Há interface será desenvolvida em HTML e Java Script.

Tempo em espera	Será definido um tempo de espera de 5 segundo para à realização da operação atender o usuário.
Desenvolvimento da interface	A interface vai possuir dois botões: Ligar, desligar.

4.4.1. Diagrama de caso de uso

O diagrama de caso de uso descreve como vai ser o funcionamento do sistema que vai ser projetado, detalhando os requisitos narrando uma sequência de passo que o usuário vai usar para iniciar e completar os processos [Engler 2016]. Conforme a Figura 7.

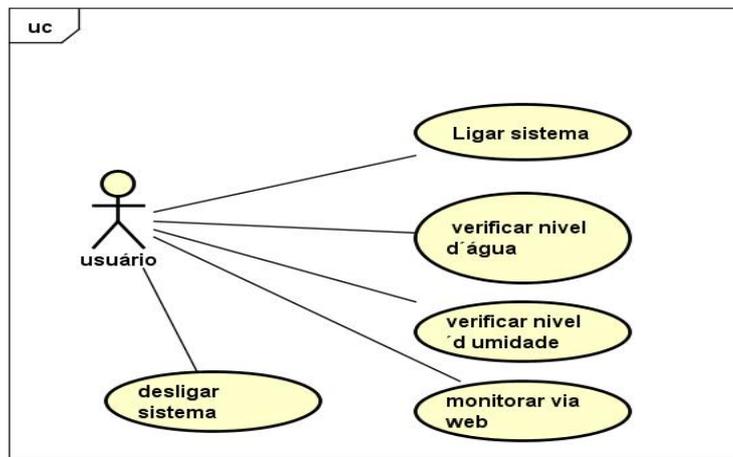


Figura 7. Diagrama de caso de uso

4.4.2. Diagrama de atividades

É um gráfico de fluxo de uma atividade para outra. Linguagem de Modelagem Unificada (UML), é uma sequência de etapas em processos computacional [Booch, Rumbaugh e Jacobson 2005]. Conforme a Figura 8.

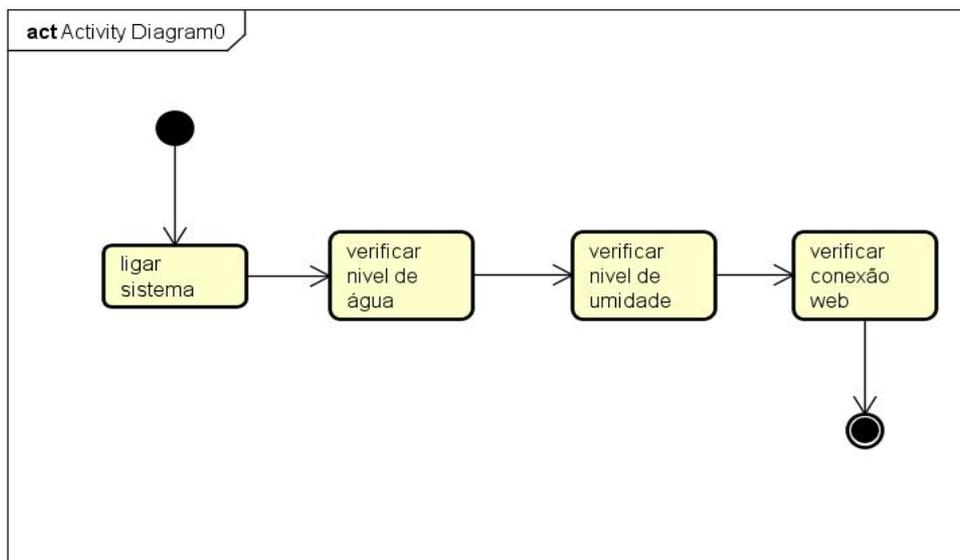


Figura 8. Diagrama de atividades

4.4.3. Diagrama de classe

Representa uma relação da estrutura das classes, servindo de modelo para objetos associa atributos e métodos realizando o passo a passo para ligação das classes. Em um diagrama, classes e subclasses são agrupadas juntas para mostrar a relação estática entre cada objeto [Melo 2002]. Conforme a Figura 9.

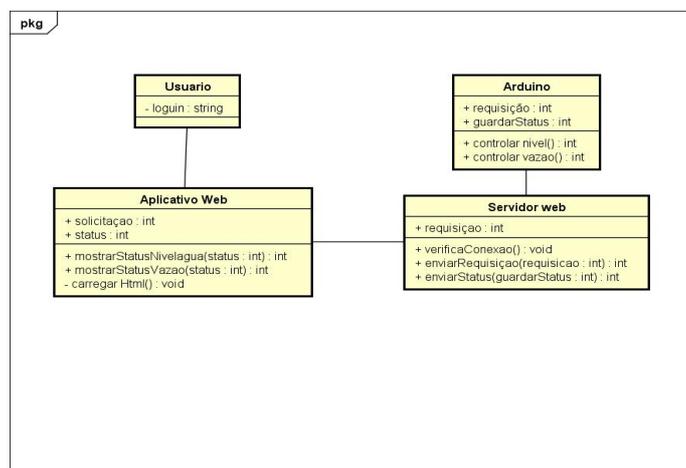


Figura 9. Diagrama de classe

5. Validação e Testes

Os índices numéricos que estarão mostrando eliminação de desperdício e redução no consumo de água, após a testagem do modelo proposto serão contabilizados, por meio de acompanhamento do fluxo hídrico, registrado pelo sensor de umidade, que enviará mensagens a uma placa LCD, conectada ao Arduino. Estes dados quantitativos serão organizados em gráficos e/ou tabelas demonstrativas.

6. Resultados

O desenvolvimento das etapas projetadas para a produção do protótipo teve início, com a instalação de todos os equipamentos, previstos para compor o sistema (Figura 10).



Figura 10. Protótipo com os equipamentos instalados

Os dispositivos, que alimentaram o circuito, constituíram a Plataforma Arduino, bomba d'água, sensores ultrassônicos, sensores de umidade e válvula solenoide.

Após a compilação do código-fonte (Figura 11), para acionar os mecanismos de funcionamento do sistema, utilizou-se a Placa Arduino, conectada ao *notebook*, o qual constitui *host*, dos resultados obtidos, registrando dados sobre a leitura dos sensores.

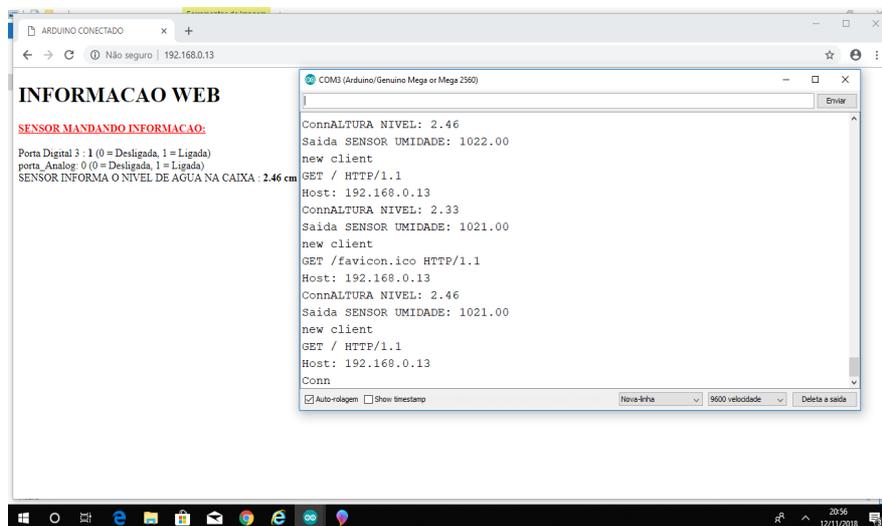


Figura 11. Tela com os resultados

O sensor ultrassônico teve a função de captar a distância do volume da água dentro da caixa d'água, conforme a calibragem. Esse sensor passa informações à Placa Arduino, a qual aciona o relé. O relé vai acionar a bomba d'água, e esta estava ligada a um cabo de alimentação de 220 volts.

Acionada a bomba d'água, a água fluiu, até onde o sensor estiver calibrado. Quando atingido a distância calibrada entre o sensor e a água, desliga o relé. Estas informações também poderão ser monitoradas, por meio de uma rede interna configurada através de um IP válido da rede compatível com os protocolos TCP E UDP, conectada via cabo à internet através da Ethernet Shiled W 5100, acoplada ao Arduino.

Conforme a quantidade de umidade. O sensor transmite informação para a Placa Arduino, que liga o rele liberando o acionamento da válvula solenoide, dando passagem para a água efetuar à irrigação.

Com o sistema em funcionamento, após a realização de uma série de testes, foi possível visualizar, que o mecanismo informatizado de controle, efetuou a leitura de valores emitidos pelos sensores, e foi capaz de medir se o solo estava ou não nos níveis de umidade desejados, acionando e desligando a válvula solenoide,

Quando o sensor de umidade atinge um limiar menor ou igual sua calibragem, a válvula solenoide é ativada e permanece aberta, liberando o fluxo de água, até que o nível de umidade registrada pelo sensor atinja o valor definido. Conclui-se, que o protótipo desenvolvido, constitui uma alternativa sustentável, à atividade agrícola, uma vez, que promove a otimização do recurso hídrico, bem como contribui à redução de custos ao empreendedor nesta área da economia, em destaque, pela aplicação de modelos informatizados.

7. Conclusão

A descrição de um sistema para controle do consumo de água na produção agrária mostra a possibilidade efetiva, de criação de um protótipo, utilizando a plataforma

Arduino, em conexão com um sistema de irrigação. A tecnologia Arduino agrega conhecimentos de microcomputadores, programação e eletrônica.

É necessário destacar, que a implementação de um sistema automatizado, é capaz de proporcionar menor desperdício de água na irrigação, de energia, produção e principalmente, economizar tempo, uma vez a automação substitui o controle manual do consumo d'água. O sistema alternativo proposto vem afirmar a possibilidade em incorporar à atividade agrícola iniciativas modernas e inovadoras, pelo incremento de tecnologias de informação.

Referências

- Bertoleti, P. (2017) “Medindo vazão utilizando um sensor ultra-sônico de distância”, <https://www.embarcados.com.br/vazao-sensor-ultra-sonico-de-distancia>, Novembro.
- Booch, G., Rumbaugh, J. e Jacobson, I. (2005) “UML: Guia do Usuário”, Rio de Janeiro, Elsevier.
- Werk-Schott. (2012) “Catálogo 0101-17BR: Válvulas pneumáticas”, http://www.incontaba.com.br/pdf/val_pneuma.pdf, Novembro.
- Corrêa, R. O. e Gomes, E. L. B. (2017) “Sensores Aplicados no Controle da Umidade do Solo para o Cultivo da Cenoura”, *V Seminário de Automação Industrial e Sistemas Eletro-Eletrônicos*, Santa Rita do Sapucaí, MG.
- Engler, D. C. A. G. (2016) “Sistema Web para Gestão Operacional de dentistas e Clínicas Odontológicas”, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Guimarães, V. G. (2011) “Automação e monitoramento de sistema de irrigação na agricultura”, Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação), Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Grosskopf, L. e Pykosz, L. P. (2017) “Controlando o consumo de água através da Internet utilizando Arduino”, *2º Congresso Nacional de Inovação e Tecnologia*, São Bento do Sul, SC.
- Melo, A. C. (2002) “Desenvolvendo Aplicações com UML”, 1ª edição, Brasport, São Paulo.
- Mello, R. C. M., Assunção, M. e Zanatta, L. C. (2010) “Análise de equipamentos para captação de água em poços profundos para abastecimento público em Santa Catarina”, *XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços*, São Luís, MA.
- Mendes, P. C. S. (2006) “Caracterização de um sensor para medição de umidade do solo com termo resistor a temperatura constante”, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
- Paolillo Neto, V. (2006) “Avaliação da qualidade da água de represas destinadas ao abastecimento do rebanho na Embrapa pecuária sudeste”, Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

- Pires, R. C. et al. (2008) “Agricultura irrigada”, *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, v. 1, p. 98-111.
- Pressman, R. (2009) “Software Engineering: A Practitioner's Approach”, 7ª edição, New York, McGraw-Hill Education.
- Reis, J. S. (2015) “Sistema de controle Aplicado à automação de irrigação agrícola”, Trabalho de Conclusão do Curso (Tecnólogo), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- Regis, R. L. (2010) “Eficiência Energética em Processos de Bombeamento D'Água”, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
- Silva J. T., Lima, G. F. (2014) “Controle e Monitoramento de Nível Utilizando o Arduino Uno”, *IX Congresso de Pesquisa e Inovação da rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica*, São Luís, MA.
- Sommerville, I. (2007) “Engenharia de Software”, 8ª edição, Pearson, São Paulo.
- Tavares, L. A. (2013) “Uma solução com Arduino para controlar e monitorar processos industriais”, Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação), Instituto Nacional de Telecomunicações, Santa Rita do Sapucaí, MG.
- Testezlaf, R. (2017) “Irrigação: métodos, sistemas e aplicações”, Unicamp/FEAGRI, Campinas.
- Tundisi, J. G. (2008) “Conservação e uso sustentável de recursos hídricos”, *Ângulos da água: desafios da integração*, F. A. Barbosa, Belo Horizonte, Editora UFMG, p. 157-183.