

**INSTITUTO FEDERAL**  
Catarinense  
Campus Camboriú

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense**

Câmpus Camboriú

Curso Técnico em Informática

**Gustavo Chimenes Dias**

### **Humidity Sensor:**

Sistema para medição e monitoramento de parâmetros de umidade do solo, temperatura e umidade atmosférica.

**Orientador:** M.Sc. Raffael B. Schemmer

**CAMBORIÚ (SC)**

**2021**

## Resumo

O projeto de ensino *Humidity Sensor* apresenta um sistema de monitoramento local para parâmetros da lavoura, como a umidade do solo, temperatura e umidade do ar, ambos em tempo real. Ele é desenvolvido juntamente com a disciplina de Projeto Integrador II, na qual tem o objetivo de integrar disciplinas do médio com o curso técnico. Entre as áreas envolvidas, existe uma fundamental, chamada Agricultura de Precisão, não estudada a nível de ensino médio. Ela traz tecnologias aplicadas para gerenciamento de parâmetros da plantação, como sensores, drones e aparelhagem de automação, na qual vem crescendo juntamente com a indústria 4.0. Diante disso, o projeto vem oferecer um sistema de monitoramento do ambiente juntamente com uma aplicação para o cliente. Todo o *hardware* que realiza a coleta dos dados está sendo desenvolvido com placas *Arduino R3* ligado a uma série de sensores. O módulo que realiza a coleta de dados é nomeado de módulo de campo, nele temos a presença de dois sensores principais. O primeiro é o YI-69, no qual obtém o valor da umidade do solo por contato direto através da diferença elétrica entre as hastes, ou seja, quanto maior o valor obtido, mais seco se encontra o solo, e o inverso disso também acontece com uma maior umidade. O segundo sensor é DHT-11, obtém o valor de umidade e temperatura da atmosfera, com o auxílio de uma biblioteca com funções já pré definidas. Os dados serão enviados por meio de rádio frequência de 433Mhz para um outro módulo nomeado de módulo receptor. Esse módulo fará o registro ao banco de dados, inicialmente de maneira cabeada, mas é esperado que seja por meio de um módulo Wi-Fi, para se encaixar como Internet das Coisas (*IoT*). Os dados obtidos estarão disponíveis em páginas webs, no qual o usuário pode realizar interações, por meio da aplicação *front-end*, que está rodando juntamente com o mesmo servidor *Express* do *back-end*. Quando o usuário realizar seu login, o *back-end*, desenvolvido em Node.js, fará solicitações ao banco de dados, gerando gráficos, tabelas e avisos com os dados armazenados. É esperado que a utilização correta do sistema, traga melhorias na eficiência da produção, diminuindo o desperdício de água, e conseqüentemente, promovendo o aumento do rendimento da plantação. Ao passo que, o monitoramento antes realizado de forma empírica torna-se um procedimento controlado, as informações obtidas pelo sistema, poderão gerar conhecimento sobre a atividade, sobretudo para o produtor. Até o momento se tem um API do sistema web e uma prototipação já programada do módulo de campo, mas os dois sistemas ainda não se comunicam efetivamente. Desta maneira, durante o teste unitário e o de sistema está se utilizando de dados fictícios registrados ao banco de dados.

**Palavras-chave:** Agricultura de Precisão, IoT, Monitoramento, Sistema Web.

## Sumário

1 INTRODUÇÃO	3
1.1 APRESENTAÇÃO	3
1.2 PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICATIVA	5
1.4 OBJETIVO GERAL	6
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	7
2.1 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	7
2.2 SISTEMA DE HARDWARE	8
2.3 BANCO DE DADOS	9
2.4 APLICAÇÃO CLIENTE-SERVIDOR	11
3 RESULTADOS	12
3.1 MÓDULO DE LOGIN	12
3.1 MÓDULO DE CADASTRO	13
3.1 MÓDULO PRINCIPAL	14
CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

## 1 Introdução

### 1.1 Apresentação

A água é um dos bens mais importantes, sem ela todo o tipo de vida que conhecemos não existiria. Por isso as agências espaciais se preocupam tanto em

achar água em outros planetas. Presente em 60% do corpo humano e cerca de 80 a 90% do peso fresco de uma planta herbácea (DIAS, 2008).

Segundo Dias (2008) a água é a substância mais abundante durante todo o crescimento, ela participa de diferentes funções e constituições. Realiza micro-movimentos das células-guardas, grande porcentagem no citosol, veículo de transporte para substâncias, reagente para hidrólise e condensação, contribui para controle de temperatura e transpiração além de estar presente com em 80% na composição do citosol.

Para as plantas, a principal forma de adquirir sais minerais e água são pelas raízes no solo. As raízes não servem apenas para sustentação, mas também para absorção de nutrientes por osmose. No entanto, toda planta terá um solo ideal, com condições adequadas ligadas a umidade e sais minerais para seu desenvolvimento..

As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico e, portanto, a magnitude do problema de escassez de água na planta. (DIAS, 2010, p. 11)

No solo a água não serve apenas para umidade, dependendo da quantidade e do tipo de solo que ela estiver, poderá ter grandes influências no nível de minerais disponíveis. Já que ela ajuda a dissolver esses minérios por hidrólise, facilitando a coleta dos minerais pela planta.

## **1.2 Problema**

A agricultura, mesmo que ainda aparentar ser muito milenar, vem tentando se desenvolver tecnologicamente com a crescente indústria 4.0. Diferentes das outras indústrias durante a história, nessa a utilização de sensores e aparelhagem de automação estão muito presentes. Na agricultura essa área é conhecida como agricultura de precisão e tem o objetivo de facilitar a gestão do produtor.

A agricultura de precisão (AP) é um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial de propriedades do solo e das plantas encontradas nas lavouras e visa à otimização do lucro, sustentabilidade e proteção do ambiente. Trata-se de um conjunto de tecnologias aplicadas para permitir um sistema de gerenciamento que considere a variabilidade espacial da produção. (VIANA, 2009 p. 5 *apud* MOLIN, 2009)

A área faz a utilização de diversas tecnologias, desde as mais comuns como sensores e drones para uma maior precisão e facilidade, até softwares de cálculo ou monitoramento para gestão de recursos. Toda essa tecnologia realiza mapeamento e análise da plantação agrícola para um maior desempenho e viabilidade do agronegócio durante a produção.

O Brasil é um dos maiores produtores de soja, ocupando cerca de “ 38,502 milhões de hectares” (EMBRAPA, 2021). Em alguns desses lugares, os agricultores sofrem constantemente com o clima seco e uma baixa dos ativos necessários no solo para o crescimento da plantação. Assim, durante as épocas quentes, é necessário fazer a irrigação para o crescimento da planta e principalmente para a dissolução dos agroquímicos, “A soja é a cultura que tem a maior demanda em água para as operações de aplicação de agroquímicos representando cerca de 70% da água consumida para este fim” (GANDOLFO, 2008, p.10).

Para resolver toda essa demanda de água, os produtores são obrigados a fazer a irrigação das lavouras, geralmente com a utilização de equipamentos e técnicas para irrigação, como o caso de irrigação por aspersão, pivô central, fertirrigação e entre outros. Essas diferentes técnicas vão depender do tamanho da área a ser irrigada.

Em 2006 a agência nacional de água (ANA), realizou a distribuição de um sistema de irrigação para lavouras, principalmente na região centro oeste. Mas de acordo com o engenheiro Márcio Albuquerque, diretor da Falker Automação Agrícola, a maioria dos produtores que utilizam a irrigação ainda não faz o controle efetivo das áreas a serem irrigadas.

Com uma breve pesquisa em contato com o departamento de ciência do solo de algumas faculdades, descobrimos que a análise de umidade e composição do solo, ainda é feita de modo laboratorial. Assim gerando um aumento no valor de produção. A utilização das tecnologias para o controle da qualidade do solo, mais específico os sensores hidrômetro para controle de umidade do solo, é um problema a ser resolvido.

### **1.3 Justificativa**

As tecnologias auxiliam o ser humano em quase todas as áreas do conhecimento, ela conseguiu chegar até na área da agricultura, uma área que com os avanços tecnológicos, ainda é muito rudimentar, “mas indispensáveis para assegurar níveis de produtividade dentro dos padrões almejados” (LAMAS, 2017) basta apenas

comparar fotos históricas e perceber que a diferença entre as plantações é praticamente zero.

O Brasil é um grande produtor agrícola, e para ajudar nessa produção, a tecnologia começou a ser implantada. Hoje essa área é a agricultura de precisão e vem sendo pesquisada a um tempo, mas são poucas as lavouras que fazem a análise do solo, e menor ainda quem utiliza a agricultura de precisão nesse processo.

Um sistema para facilitar o controle de gestão de recursos da plantação para o agricultor. Podendo aumentar efetivamente a produção da lavoura, já que segundo Lamas (2017) "a implementação de tecnologia, em 2006, foi responsável por um crescimento de 70% na produção de grãos", assim teríamos o controle de uns dos recursos mais importantes para a vida animal e vegetal e um melhoramento na produção de insumos.

#### **1.4 Objetivo geral**

Desenvolver um sistema que apresente para o usuário, o nível de umidade do solo e a temperatura e umidade do ar, obtidos através do módulo de campo, e apresentar esses valores para o usuário por meio de uma aplicação web na qual realiza requisições ao banco de dados.

#### **1.5 Objetivos específicos**

- a) Produzir um protótipo de arduino utilizando sensor YL-69 para que seja possível fazer a análise de umidade do solo.
- b) Implementar juntamente ao protótipo o sensor DTH-11 para que se possa obter dados da umidade e temperatura do ar.
- c) Construir um banco de dados físico para que se possa armazenar e recuperar as informações obtidas do projeto.
- d) Desenvolver um servidor web com Node.js, para que apresente ao usuário a aplicação em funcionamento com os dados dos sensores.
- e) Adaptar a aplicação desenvolvida, primeiramente para dispositivos desktop, para dispositivos mobile usando o *media queries* no CSS.

## 2 Atividades Desenvolvidas

### 2.1 Cronograma de atividades

Neste tópico iremos demonstrar de forma visual, o cronograma seguido e como foi o processo de desenvolvimento do projeto integrador ao longo de todo o ano de 2021 (Quadro 1). Divididos em atividades de grandes metas e suas implementações de acordo com cada mês.

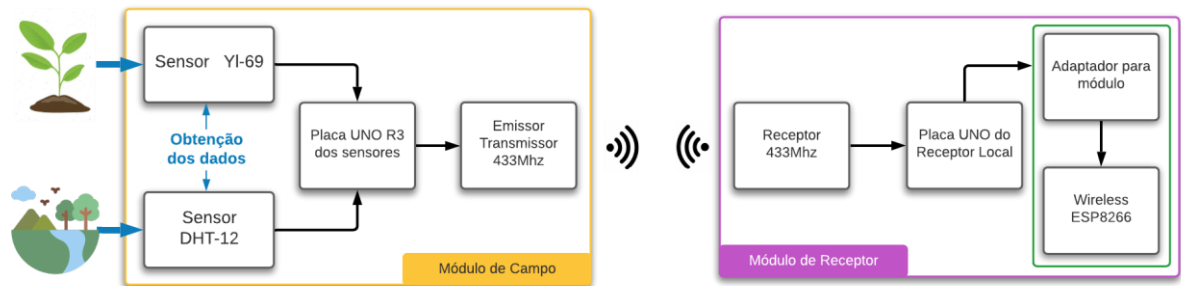
**Quadro 1** - Cronograma das atividades desenvolvidas

Atividades desenvolvidas	2021							
	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Construção das páginas visíveis para o usuário - utilizando HTML CSS.	X	X						
Desenvolvimento do servidor node.js utilizando de bibliotecas como Express.js.			X	X				
Implementação de requisições, vindas a partir do front-end, com json em rotas e métodos específicos.				X				
Prototipação e programação em C++ de todos os módulos de hardware da aplicação.					X	X		
Adaptação e programação de código-fonte em Python para inserção dos valores do banco a partir da porta serial.							X	X
Modelagem do modelo lógico do banco e construção do modelo físicos com MySQL.				X				
Implementação da biblioteca Chart.js para gerar gráficos e obter os valores médios para apresentar para o usuário.							X	
Apresentação e submissão do trabalho em feiras científicas.				X		X		

Fonte: Desenvolvido pelo autor

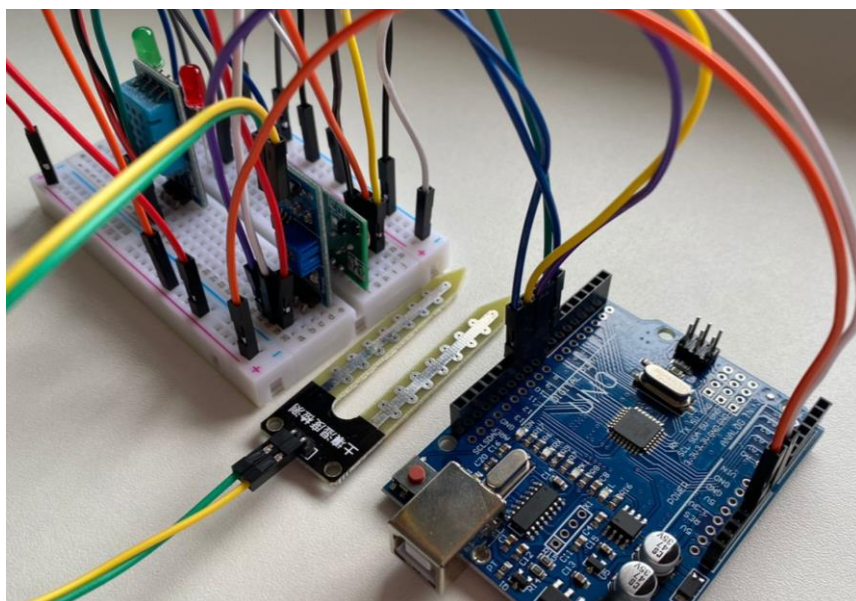
## 2.2 Sistema de Hardware

O sistema de Hardware utilizando Arduino (Figura 1), consiste nos módulos para obtenção dos valores, com base em diferentes sensores. Desta forma, esse sistema é dividido de duas formas, o *módulo de campo* com os sensores e o *módulo receptor* que armazena os valores no banco.



**Figura 1** - Diagrama do Sistema Hardware  
Fonte: Produzido pelo autor

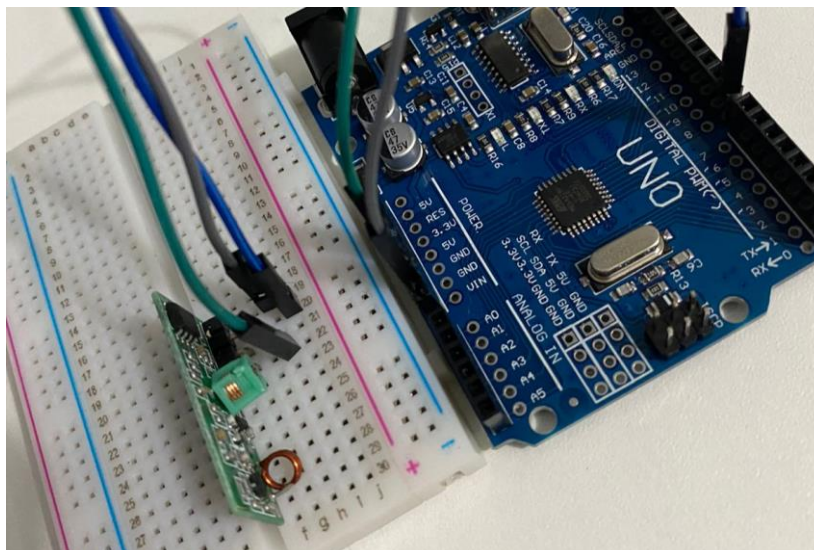
No diagrama do sistema de hardware temos a utilização de dois sensores. O YI-69 que obtém o valor da umidade do solo por diferença de potencial elétrico entre as hastes em contato com o solo e o DHT-11 para obter o valor de umidade e temperatura atmosférica. O segundo sensor serve como parâmetro complementar ao valor do solo, ambos localizados no módulo de campo (Figura 2). Todos esses dados são organizados em um pacote e enviados para o transmissor de 433 mhz que se comunica com o outro módulo.



**Figura 2** - Módulo de Campo  
Fonte: Produzido pelo autor



O módulo receptor (Figura 3) possui apenas o receptor de 433 mhz conectado a uma porta serial, neste caso no USB do computador. Dessa forma, ele recebe os dados do outro módulo e com o auxílio de um programa em python, realiza toda a conexão e leitura de dados em bytes e faz um insert no banco.



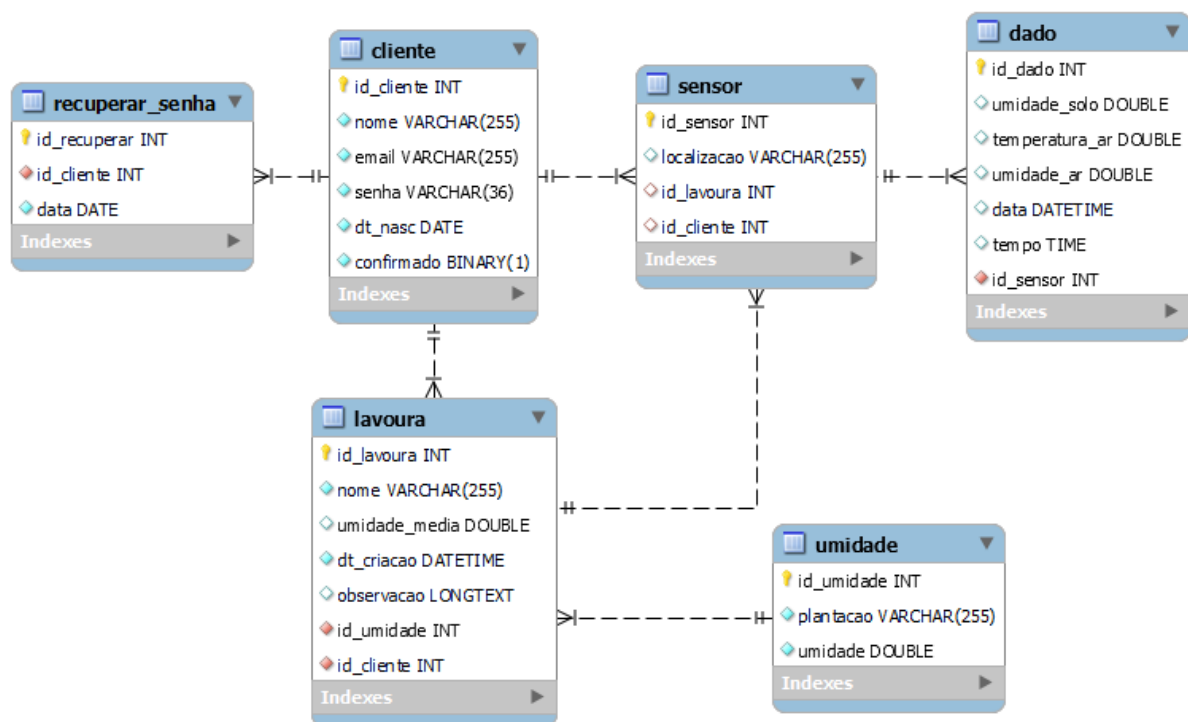
**Figura 3 - Módulo de Receptor**  
Fonte: Produzido pelo autor

Durante essa etapa do projeto foi possível trabalhar com C++ para programação do Arduino e com algumas bibliotecas e funções específicas, como a *VirtualWire* e *Map()*. Toda essa área era muito nova, mas não se teve muito desafio, pois realizava as coisas com prazer em aprender algo novo.

A parte mais problemática dessa etapa foi a programação do python, pois meu espaço de desenvolvimento não estava adequado para a linguagens. Durante o código o único problema gerado foi em relação a leitura dos valores, com a biblioteca *PySerial*. Como os valores eram obtidos em bytes, o C++ e o Python possuem formas diferentes para gerar e ler esse tipo de dados. Neste caso, foi preciso usar funções específicas como *rstrip()* e *decode()* para adaptar os bytes e o programa reconhecer, adicionar ao vetor e armazenar os valores ao banco de dados.

### **2.3 Banco de Dados**

No banco de dados houve a construção de um modelo físico, no qual integra as duas pontas do meu sistema, no caso a aplicação cliente-servidor e os meus sensores. O modelo lógico (Figura 4) apresenta de forma visual a forma final, já com as adaptações necessárias ao longo do percurso do desenvolvimento.



**Figura 4 - Modelo Lógico Banco de Dados**  
 Fonte: Produzido pelo autor

Seguindo o fluxo de dados dos sensores, os valores obtidos serão armazenados na tabela Dados, exceto as posições geográficas já que esse módulo não foi implementado. É possível saber o valor da chave estrangeira devido ao fato do valor ser transmitido juntamente com o pacote do módulo de campo, então esse valor sempre será único porque irá haver apenas um arduino correspondente.

A tabela sensores é uma forma de saber os sensores listados, qual está vinculado a uma plantação e a qual cliente ele se relaciona. Com ambos os relacionamentos são apenas 1:n não foi necessário construir tabelas auxiliares e todas as chaves estrangeiras estão em sensores.

Uma das tabelas mais importantes é da plantação, ela relaciona todos os dados possíveis a nível de banco desta forma integrando os valores obtidos de um sensor a um usuário e a um valor de comparação da tabela umidade.

A umidade é uma tabela de valores base. Neste caso temos diferentes umidades e as espécies correspondentes daquele valor. Então caso o cliente resolva cadastrar uma plantação usaremos esse valor base para informar se a umidade está adequada ou não, emitindo um aviso em um dos grids da tela principal.

A tabela cliente armazena os valores de informados durante o cadastro e é utilizada para criar uma realizar consultas caso o usuário deseje fazer login. Essa tabela é uma das únicas em que está funcionando para interação com o usuário.

Essa etapa não foi nem um pouco problemática, facilmente dominada com base no conteúdo do ano passado. O modelo lógico construído no PI-1 foi extremamente consolidado, tornando necessário apenas 1 modificação para aparecer os sensores mesmo que o usuário não tenha plantações cadastradas.

Foi utilizado todo o kit de ferramenta do MySQL WorkBench, tanto para o modelo físico como o modelo lógico. No início da construção do Banco até tentamos utilizar o MongoDB, mas houve alguns problemas e acabei achando confuso.

## **2.4 Aplicação Cliente-Servidor**

O desenvolvimento do sistema cliente-servidor é o foco principal do projeto. Na parte do front-end estamos utilizando HTML, CSS e JS, as linguagens básicas para aplicações web. Já no lado do *back-end*, utilizamos apenas Node.js, com o auxílio de algumas bibliotecas como *Express* ou *Body-Parser*.

Quando o servidor estiver rodando e o usuário tentar acessar a rota inicial na url: <http://localhost:8080/> ele é direcionado para uma página introdutório que acabou de ser renderizada pelo servidor. Nela temos apenas uma função, fazer com que o usuário clique no botão para entrar e realizar seu login.

Já na páginas de login temos diversas implementações. A função principal está no formulário de login, onde com os valores informados são enviados no formato json para o servidor através de um fetch. Caso o usuário consiga se logar com sucesso, é inicializado uma sessão para ele se manter logado, mas caso isso não seja possível é apenas informado que o usuário ou/e senha estão inválidos.

Nesta mesma página o usuário tem algumas outras funções como trocar o tipo do input de senha para ver se o que foi digitado está correto ou ser redirecionado para realizar um cadastro ou para uma outra página de recuperar a senha, na qual ainda não está implementado.

No sistema de cadastrar novo usuário funciona de forma bem similar ao do formulário de login. O usuário informa os valores necessários, como nome, email, senha e data de nascimento e em seguida é realizado um fetch para o servidor. Antes de realizar um novo insert usuário verificamos se não possui nenhum usuario cadastrado com o e-mail caso já tenha é informado para o cliente se não é realizado o insert e retornado um alerta informando que a operação foi realizada com sucesso.

Assim que o cliente realizar seu login ele é direcionado para a página principal e em seguida são realizadas duas requisições ao banco. A primeira é para obter todos os valores dos sensores do cliente de acordo com as últimas 4 horas. A segunda é a

média desses valores, usando `avg()` no próprio select do banco, para apresentar de forma mais precisa ao usuário.

Outra implementação realizada nesta mesma página é a modificação dos menus drop down de acordo com as plantações e sensores vinculados ao usuário. Neste caso, quando o usuário clica no botão é realizado um requisição ao banco para retornar a lista de plantações ou sensores vinculados. De acordo com a quantidade informada, criamos diversos objetos no JS, cada um com suas propriedades, e adicionamos ao HTML para visualização do cliente.

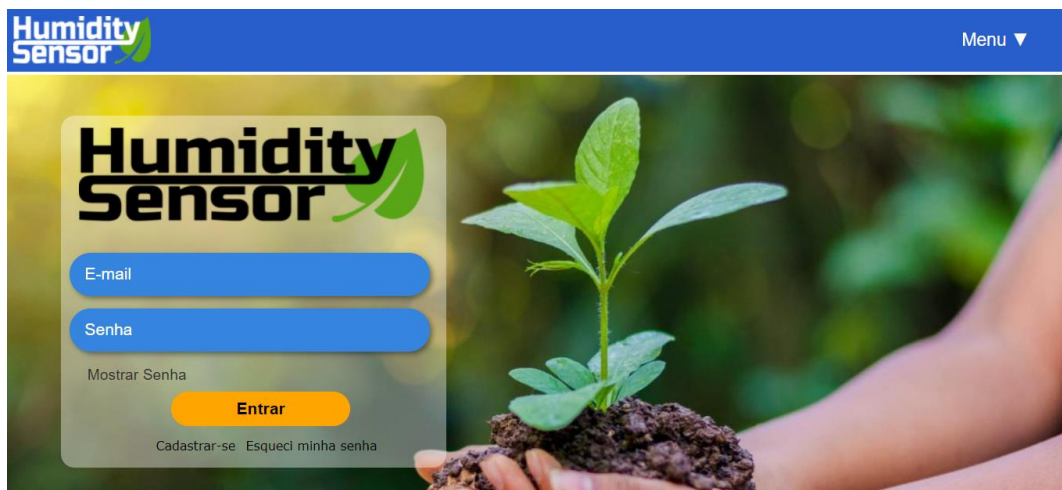
O processo da construção do sistema foi muito repetitivo, depois da construção da primeira requisição é necessário apenas adaptar em alguns pontos para realizar as próximas. Desta maneira, pode se dizer que apenas o início foi dificultoso, quando estávamos criando as primeiras requisições, funções e selects de consulta ao banco. Mesmo parecendo ser simples o sistema de maneira geral era grande e precisou de um certo tempo para que fosse implementado, mas nem tudo foi possível.

Entre as coisas não implementadas temos o nodemailer para envio de email de troca de senha, realizando um update no banco. Também temos questões como slides na página principal, cadastro de lavouras e uma busca mais detalhada sobre um sensor ou plantação que o usuário escolher durante sua interação.

### **3 Resultados**

#### **3.1 Módulo de Login**

Neste módulo temos todo o sistema de login (Figura 5) do usuário para ele ter acesso a página principal informando seu login e senha. Neste caso o email e a senha devem ser idênticos ao informado durante o cadastro, até mesmo os espaços em branco caso tenha. Caso esse usuário não seja encontrado é emitido uma mensagem de usuário ou senha invalido.

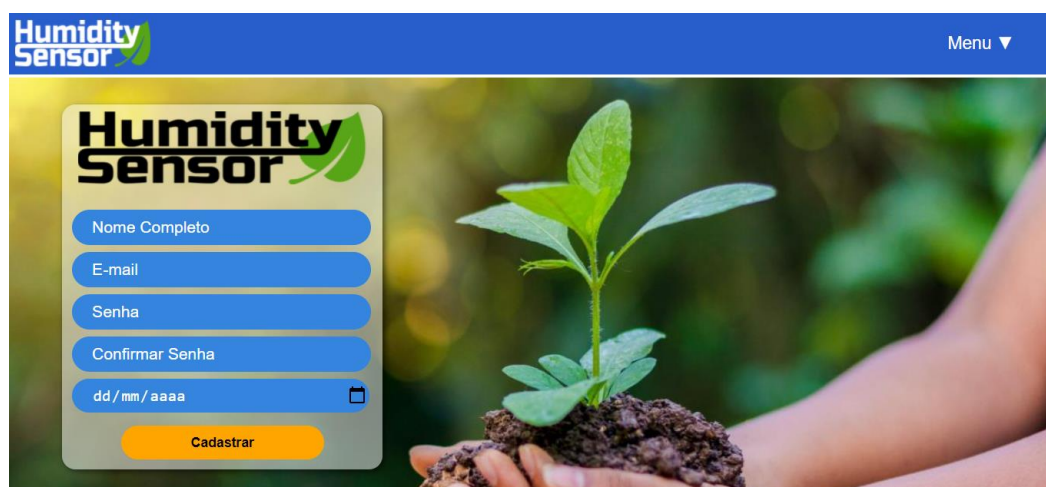


**Figura 5 - Tela de Login.**  
Fonte: Produzido pelo autor

Além da parte básica esperada do módulo, temos outras funções nessa mesma seção, como o redirecionamento para o sistema de cadastro ou o redirecionamento para recuperar a senha caso tenha esquecido. Outra função, mas utilizando javascript é para trocar o tipo do botão senha e assim o usuário consegue ver o que escreveu.

### 3.1 Módulo de Cadastro

No sistema de cadastro (Figura 6) não é muito diferente do sistema de login, só que nesse caso estamos registrando um novo usuário, realizando um insert, com algumas informações extra para se adequar ao modelo de negócio. Da mesma forma que tínhamos uma verificação para o usuário no login, no cadastro vamos ter algumas verificações. Como por exemplo, saber se o usuário já está cadastrado, se houve algum problema durante o cadastro ou se a requisição foi realizada com sucesso.



**Figura 6 - Tela de Cadastro.**  
Fonte: Produzido pelo autor

Nesta página não temos funções adicionais, delimitando o usuário a realizar apenas o seu cadastro. Caso o usuário obtenha êxito no seu cadastro ele é

redirecionado para a página de login, já apresentada, após a confirmação do alerta de usuário cadastrado com sucesso.

### 3.1 Módulo Principal

Esse módulo é a parte principal do sistema, nele apenas usuários cadastrados e com sensores registrados para seu nome tem acesso e podem usufruir do sistema. De maneira geral é nessa tela que é apresentado todos os dados dos sensores(Figura 7), de diversas formas seja ela gráfica ou numérica.



**Figura 7** - Tela de Cadastro.

Fonte: Produzido pelo autor

No menu drop down da esquerda temos algumas funções básicas de navegação, lá o usuário pode ver as plantações cadastradas em seu nome e os sensores vinculados a ele. Esse menu se atualiza cada vez que o usuário clica no botão pai. Neste mesmo local temos um botão de desconectar que encerra a seção do usuário e ele é retornado para a página de login.

Da parte de dados temos as funções mais complexas, já que é necessário realizar algumas requisições antes da página ser renderizada. Quando tiver dados que atende ao select o sistema cria um único gráfico com os valores de umidade do solo, umidade atmosférica e temperatura atmosférica. Com esses mesmos valores coletados calculamos a média para apresentar nas *divs* à direita do gráfico.

## **Conclusão**

Neste presente trabalho abordamos o desenvolvimento de software focado para internet, apresentando uma solução para o desperdício da água com base em um monitoramento de umidade do solo e alguns outros parâmetros. Concluimos que o presente trabalho aborda o desenvolvimento integrado de um sistema, utilizando do melhor potencial de cada linguagem para resolução de um problema apresentado, e assim, construir um sistema completo para internet.

Ao final concluímos o grande objetivo geral, de construir um sistema para monitoramento de alguns parâmetros climáticos, que seja acessado pela internet, Mesmo com todo o sistema funcionando, faltou implementação de tecnologias para construção de alguns objetivos específicos, responsividade e outras funções úteis para o usuário, devido ao curto prazo de desenvolvimento.

Esse trabalho tão duradouro, se tornou extremamente importante para a consolidação de conhecimentos ensinados ao longo do curso e para integrar novas tecnologias. Assim explorando mais o mundo da tecnologia e ampliando as áreas do

conhecimento técnico. Além de tudo isso, me fez crescer como pessoa, trabalhando com maior organização, determinação de prazo, responsabilidade, entregas e me fez aprender a lidar com as críticas sofridas por trabalhos acadêmicos .



## Referências Bibliográficas

- BAGGIO, Aline. Wireless sensor networks in precision agriculture. In: **ACM Workshop on Real-World Wireless Sensor Networks (REALWSN 2005)**, Stockholm, Sweden. 2005. p. 1567-1576. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.120.46&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 19 jun. 2020.
- BERNARDI, AC de C.; PEREZ, Naylor B. Agricultura de precisão em pastagens. **Embrapa Pecuária Sul-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003689/agricultura-de-precisao-em-pastagens>> Acesso em: 29 maio 2020.
- DIAS, LÚCIA BORGES. Água nas plantas. **Monograph, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG**, 2008. Disponível em: <<https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:qGlXcxsDeEJ:scholar.google.com/>> Acesso em 18 jul. 2021
- DIAS, N. da S.; BLANCO, Flávio F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **Embrapa Meio-Norte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/889229/1/Efeitos0002.pdf>> Acesso em 19 jul. 2021.
- EMBRAPA. **Soja em números (safra 2020/21)**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 19 jul. 2021
- GANDOLFO, Marco Antonio et al. Demanda de água atual e futura nas aplicações de agroquímicos. **Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste**, v. 1, p. 85-98, 2008. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Aline-Sauer-2/publication/237582033\\_DEMANDA\\_DE\\_AGUA\\_ATUAL\\_E\\_FUTURA\\_NAS\\_APLICACOES\\_DE\\_AGROQUIMICOS/links/0c960530fbf31e4860000000/DEMANDA-DE-AGUA-ATUAL-E-FUTURA-NAS-APLICACOES-DE-AGROQUIMICOS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Aline-Sauer-2/publication/237582033_DEMANDA_DE_AGUA_ATUAL_E_FUTURA_NAS_APLICACOES_DE_AGROQUIMICOS/links/0c960530fbf31e4860000000/DEMANDA-DE-AGUA-ATUAL-E-FUTURA-NAS-APLICACOES-DE-AGROQUIMICOS.pdf)> Acesso em 19 jul. 2021.
- GOMES, Flávio Henrique Ferreira et al. Calibração de um sensor de umidade do solo de baixo custo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 4, p. 1509 - 1516, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/318666453\\_CALIBRACAO\\_DE\\_UM\\_SENSOR\\_DE\\_UMIDADE\\_DO\\_SOLO\\_DE\\_BAI\\_XO\\_CUSTO](https://www.researchgate.net/publication/318666453_CALIBRACAO_DE_UM_SENSOR_DE_UMIDADE_DO_SOLO_DE_BAI_XO_CUSTO)> Acesso em: 12 jun. 2020.
- LAMAS, F. M. Artigo: A tecnologia na agricultura. **Embrapa**. 2017. Notícias. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30015917/artigo-a-tecnologia-na-agricultura>> Acesso em: 29 maio 2020.
- OLIVEIRA, Cintia Carvalho *et al.* Introdução Prática à Internet das Coisas: Prática utilizando Arduino e Node.js. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2016. Disponível em: <<https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:Exl5BTBQbX4J:scholar.google.com/>> Acesso em: 28 jan. 2021.
- RABER, Anderson *et al.* **Aplicação de redes de sensores sem fio (rssf) na**

**agricultura**. 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/902225-Aplicacao-de-redes-de-sensores-sem-fio-rssf-na-agricultura.html>> Acesso em: 12 jun. 2020.

ROQUE, Wellington *et al.* **Desenvolvimento de um multi-sensor eletrônico para medida da umidade, temperatura e condutividade elétrica do solo**. 2008.

Disponível em:

<[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/259314/1/Roque\\_Wellington\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/259314/1/Roque_Wellington_M.pdf)> Acesso em: 29 maio 2020.