

## **SISTEMA REMOTO DE BAIXO CUSTO PARA DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO DA SALINIDADE DO SOLO COM PLACAS DE ARDUINO**

José Vinicius Lopes da Silva (1); Hipólito Ribeiro Cavalcante Júnior (2); Mayelle dos Santos Lima de Carvalho (3); Rodrigo e Silva Souza (4); Bruna de Freitas Iwata (5)

*Graduando de ADS do Instituto Federal do Piauí, Teresina, PI, lopesvinicius1707@gmail.com; Graduando de ADS do Instituto Federal do Piauí, Teresina, PI, hipolitocavalcantejr@gmail.com; Graduando de ADS do Instituto Federal do Piauí, Teresina, PI, rodrigoesilvasouza@gmail.com; Graduando de ADS do Instituto Federal do Piauí, Teresina, PI, carvalhomayelle@gmail.com; docente do Instituto Federal do Piauí, Teresina, PI, iwata@ifpi.edu.br.*

### **RESUMO**

A salinização de solos e os longos períodos de estresse hídrico são as principais problemáticas ambientais do manejo agrícola do semiárido brasileiro. Embora um fator restritivo historicamente reconhecido, a salinidade ainda é uma importante limitação que desafia às estratégias de uso e manejo da região. Em contrapartida, a tecnologia vem se inserindo cada vez mais em diversas áreas, e com a agricultura não é diferente, de modo a resolver diversos problemas no campo. Portanto, soluções de baixo custo são consideradas alternativas essenciais, devido às necessidades de aumento de produtividade sistemática e redução de eventuais gastos. Com base na problemática levantada nesta pesquisa, propõe-se a implantação de um software computacional que colabore com a solução dos problemas enfrentados nos solos das regiões semiáridas, com o intuito especificamente de avaliação e monitoramento dos níveis de salinidade e umidade do solo em regiões do semiárido. A proposta também expõe que o foco principal está em tornar esse sistema de monitoramento acessível (em questões financeiras) para pequenos produtores. Para isso, propõe-se a utilização de placas de arduino, pois possuem baixo custo financeiro. Sendo assim, os agricultores terão medidos os níveis de salinidade dos solos da sua propriedade, de forma facilitada e sem a necessidade de custos elevados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Semiárido, Agricultura de precisão, Monitoramento ambiental, Arduino na agricultura.

### **1 INTRODUÇÃO**

A salinização de solos e os longos períodos de estresse hídrico são as principais problemáticas ambientais do manejo agrícola do semiárido brasileiro. Embora um fator restritivo historicamente reconhecido, a salinidade ainda é uma importante limitação que desafia às estratégias de uso e manejo da região.

O mundo encontra-se em constante evolução nas mais diversas áreas, facilmente visível comparado à outros tempos e é explicado pelo aprimoramento e uso da tecnologia pelo homem. Isso se deve, sobretudo, como explicam Silveira e Bazzo (2009), à tecnologia ser fator de estratégia competitiva para o desenvolvimento econômico e, por conseguinte, para o desenvolvimento social de uma região. Desse modo, há uma grande necessidade de otimização de recursos e potencialização dos resultados de produção nessas regiões, logo, se faz necessário a utilização de técnicas inovadoras para tal demanda.

Para Fürstenau (1988), a disponibilidade de recursos com a finalidade de investimento é importante, porque esse tipo de aplicação é responsável por introduzir ou ampliar o uso de técnicas mais produtivas, modificando os ganhos de produtividade da terra e do trabalho. Com isso a tecnologia ganha diversas vertentes no cultivo dos produtores. Automatização de processos e controle de dados para tomada de decisão, são os pilares para o uso de medidas inovadoras no campo. Identificar pontos cruciais que limitam a produção agrícola, facilitam a vida do cultivador, seja ele de pequeno ou grande porte, convertendo o investimento em tecnologias para auxílio do plantio, crescimento de produção e consequentemente renda.

Grandes dos problemas com a produção no solo são reconhecidos ou até mesmo solucionados com a uso e gerenciamento de sistemas informatizados. Entretanto, a salinização (fenômeno que será explicado a seguir) ainda mantêm muitas lacunas, onde dados provenientes destas tecnologias auxiliarão na tomada de decisão para correção de futuros problemas. Solos existentes em meios com a presença do clima semi-árido, tendem a acumular sais solúveis provenientes da umidade do solo, seja pelo manejo incorreto da irrigação ou até por causas naturais, como a chuva e a falta dela. A salinidade ou salinização ocorre geralmente em solos situados em regiões com baixa precipitação pluviométrica e que possuam lençol freático próximo à superfície. Nesse sentido, o uso agrícola pode ser comprometido pela influência desses compostos no campo de plantação. Redução de produtividade, problemas com germinação e até mesmo em caso mais extremos, a morte generalizada das plantas, são algumas das consequências causadas por este evento.

Diante disso, com a grande necessidade de otimização de recursos e aumento gradativo de resultados, se faz necessário a utilização de técnicas inovadoras para tal demanda. Nos últimos anos, sistemas embarcados têm sido cada vez mais atuantes na vida do trabalhador no campo. Dessa maneira, equipamentos eletrônicos, realizam inúmeros processos simultaneamente de maneira rápida e eficaz. Procedimentos estes que o homem levaria dias para realizar sem exatidão de dados, ou até mesmo nunca conseguir ter acesso a eles.

Existem plataformas que possibilitam a seu utilizador, criar as próprias funcionalidades de acordo com sua necessidade. O Arduíno possui um microcontrolador capaz de desenvolver inúmeras aplicações de controle, automação e interatividade. Possui hardware e software de fácil utilização e adaptável a diversos sistemas operacionais. Além disso, existe um atrativo maior para o lado da agricultura, que é a compatibilidade com inúmeros tipos de sensores, onde os mesmos trabalhando em conjunto com a placa, podem fornecer dados precisos e exatos sobre determinado tipo de temperatura, ambiente ou solo.

Assim, considerando a importância de criar soluções e alternativas para investigação, e gerenciamento das áreas sob essas importantes demandas, esse estudo tem como objetivo propor um sistema de identificação, controle e monitoramento em áreas sob riscos de salinização dos solos do semiárido brasileiro.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

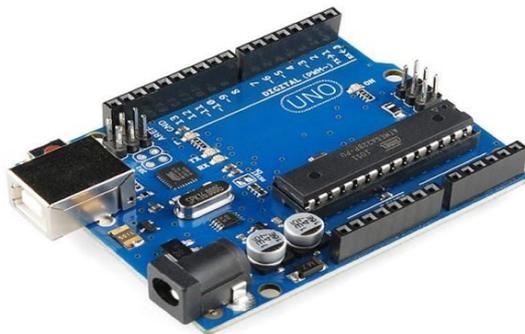
A plataforma terá como estratégia inicial a identificação dos potenciais riscos do processo de salinização, associando variáveis climatológicas e pedológicas, destacando os níveis de sais do solo e umidade. Além disso, buscar-se-á reconhecer os principais processos produtivos aplicados nestas áreas, elencar os benefícios esperados de um sensor de monitoramento dos níveis de salinidade e, elaborar estratégias que identificam e qualificam a disponibilidade do sensor para maior alcance do público final.

Com base na problemática levantada nesta pesquisa, propõe-se a implantação de um software computacional que colabore com a solução dos problemas enfrentados nos solos das regiões semiáridas, com o intuito especificamente de avaliação e monitoramento dos níveis de salinidade e umidade do solo em regiões do semiárido. O sistema proposto teve como base para sua proposta de construção uma combinação de placas de arduino com sensores de salinidade,

interligando-os por meio de fios jumpers e cabos par trançado (em caso de distâncias maiores, não suportadas pelos jumpers).

## 2.1 Placas arduino e sensores

O arduino, principal equipamento utilizado no desenvolvimento deste sistema, trata-se placas programáveis que podemos realizar diversas combinações com outros inúmeros tipos de hardwares afim de solucionar problemas do mundo real, dando possibilidades bem maiores de inovação no mundo atual. Em outras palavras, como cita Michael McRoberts (2015), “o Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada. ”, assim podemos definir como um computador minúsculo programável, capaz de processar entradas e saídas entre o dispositivo e inúmeros hardwares externos que podemos conectar a ele. Existem cada vez mais combinações possíveis com estas placas, desde o ato de uma programação capaz de acender um led, até o controle de módulos GPS e conexão com a Ethernet ou Wi-Fi.



**Figura 1** - Arduino UNO



**Figura 2** - Conectores Jumpers

## 2.2. Comunicando placas com o sistema web

O desenvolvimento de programas para tais placas de arduino, permite diversas combinações através da quantidade enorme de recursos disponíveis para este equipamento. Com isso, faremos o uso da comunicação das placas com uma API (Interface de Programação de Aplicativos).

O funcionamento ocorrerá pelos sensores e arduinos, onde os detectores serão capazes de medir os níveis de umidade do solo nesta região, enquanto o arduino terá a responsabilidade de receber esses dados comunicando-se com os sensores por meio de conexões via cabeamento

em portas analógicas e digitais, processá-los, armazenando e disponibilizando-os aos produtores.

De acordo com as possíveis consequências geradas pelos níveis de salinidade e umidade do solo para produtores da região semiárida, e o objetivo proposto neste trabalho, a abordagem levantada propõe uma solução envolvendo especialmente o uso de placas de arduino combinados com sensores de umidade do solo. Os sensores sendo capazes de medir os níveis de umidade, enquanto que o arduino será capaz de receber esses dados se comunicando com os sensores por meio de conectores jumpers (ou cabos de par trançado), e processar armazenando-os e disponibilizando aos produtores através de um painel web desenvolvido com a linguagem de programação Python, framework Django.

### 2.3 Concentração de sais no solo - classificação

Como fator de verificação das concentrações de sais nos solos, foi utilizado como parâmetro o Percentual de Sódio trocável (PST), tendo como referência a classificação adotada de Ramos (2017), tabela 1. Essa classificação está associada a variáveis de CE, PST e pH. Assim, tem-se uma estimativa das reduções da condutividade hidráulica do solo, proporcionadas pelas mudanças ocasionadas na estrutura do solo, consequentes dos mecanismos de expansão e/ou dispersão, ocasionadas pela interação dos conteúdos de sódio trocável na solução do solo. Assim sendo, ilustra-se na tabela a seguir, um detalhamento dos métodos utilizados para classificação do solo neste trabalho.

Assim sendo, ilustramos na tabela a seguir, um detalhamento dos métodos utilizados para classificação do solo neste trabalho

**Tabela 1** - Concentração de sais no solo – classificação quanto as variáveis de CE, PST e pH

<b>Classificação</b>	<b>CE<sub>es</sub> (dS m<sup>-1</sup>)</b>	<b>PST (%)</b>	<b>pH</b>
Solos sem problemas de sais	< 2	< 6	Toda a gama
Solos salinos	> 4	< 15	< 8,5
Solos salinos-sódicos	> 4	> 15	<= 8,5

Solos sódicos	< 4	> 15	> 8,5
---------------	-----	------	-------

CEes é a condutividade elétrica medida no extrato de saturação do solo e ESP a percentagem de sódio de troca

Fonte: Adaptado de Martins & Gonçalves & Ramos (2017)

Segundo Richards (1964), a classificação de solos quanto a quantidade e presença de sais segue um padrão que podemos tabular conforme mostrado na tabela 1 acima. Desta forma é possível que o sistema seja capaz de coletar as informações a respeito de condutividade elétrica do solo ( $CE_{es}$ ) e da percentagem de sódio de troca (PST), e realizar as classificações em quatro níveis: Solos sem problemas de sais, solos salinos, solos salino-sódicos e solos sódicos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Almeja-se que com a implantação deste sistema ocorra um marco importante na evolução da tecnologia aplicada a região do semiárido brasileiro, principalmente pela compreensão e aplicabilidade de soluções às demandas específicas dessa região. Visto que, proposta expõe que o foco principal está em tornar esse sistema de monitoramento acessível (em questões financeiras) para pequenos os produtores. Para isso, propomos a utilização de placas de arduino, pois possuem baixo custo financeiro. Como ponto de partida, objetiva-se levantar a quantidade de pequenos produtores do semiárido brasileiro que poderiam ser beneficiados com sensores de umidade e salinidade do solo, para que seja possível mensurar a importância e relevância do sistema proposto para o público-alvo e sua viabilidade técnica.

Sabe-se que a umidade e salinidade no solo, podem causar problemas para produtores principalmente em regiões semiáridas como mencionado nesse trabalho. Portanto, em seguida o objetivo é elencar todos os benefícios esperados de um sensor de monitoramento dos níveis de salinidade e umidade do solo para este contexto. Por fim, com o sistema proposto totalmente desenvolvido, o último passo para a aplicabilidade real do projeto torna-se elaborar estratégias que identifiquem e se necessário melhorem a disponibilidade do sensor para que se chegue até o público final: pequenos produtores.

#### 3.1 Esboço da arquitetura do software

Para o funcionamento do sistema ocorrer de forma otimizada, a placa de arduino ficará fixa em na propriedade do agricultor, de modo que se conecte à diversos detectores dispersos pelo terreno, sendo eles: sensores de umidade e temperatura, que poderão ser distribuídos

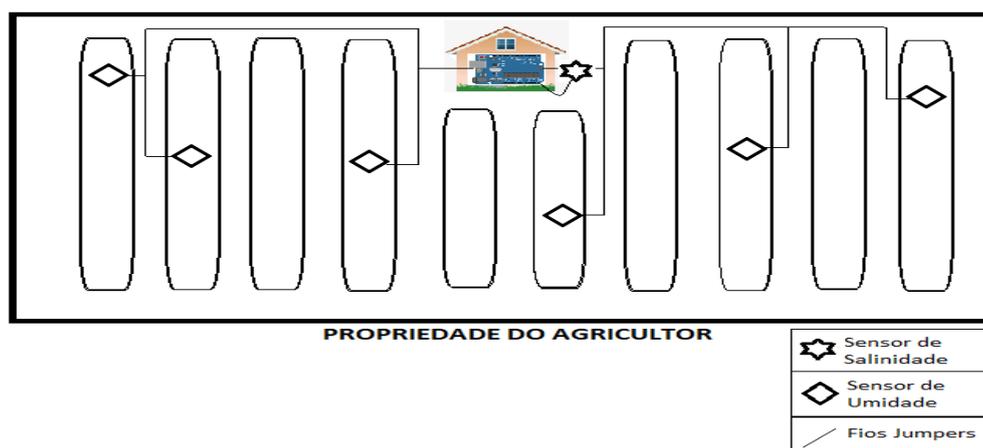
(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

[www.conadis.com.br](http://www.conadis.com.br)

quantos forem necessários diretamente no solo, e sensores de salinidade que ficarão fixos também próximos a central de processamento desses dados (arduino). Espera-se que o produtor especialmente na verificação dos níveis de sal no solo, recolha amostras do campo referenciado, já que estas serão levadas ao sensor, no qual, o mesmo realizará a mensuração. Já o monitoramento de umidade e temperatura, será completamente automático, onde serão capturadas todas as informações obtidas em campo e enviará à placa, sem a necessidade de manuseio humano.

**Figura 3** - Esquema de distribuição de sensores na propriedade



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

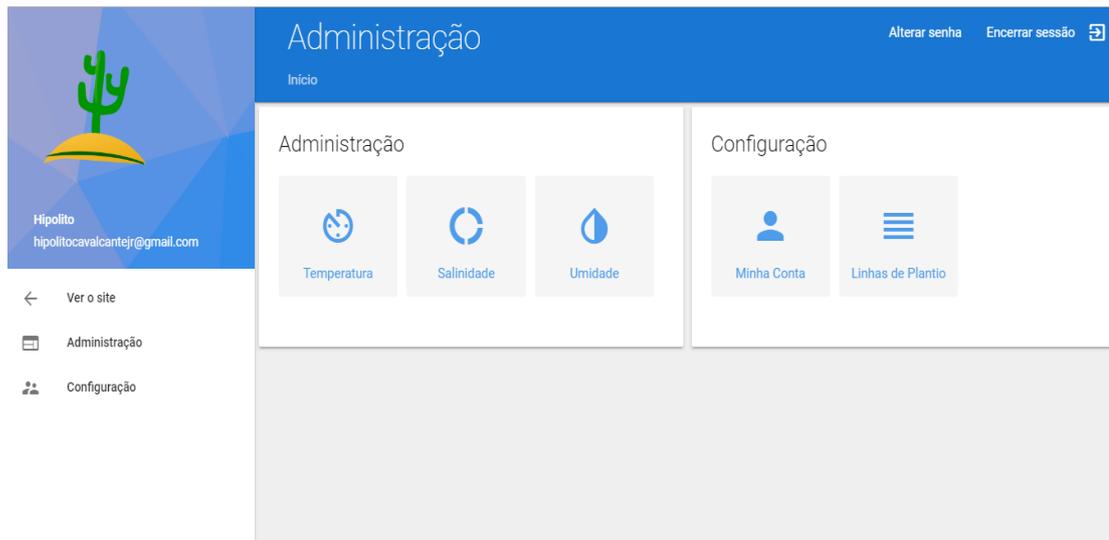
Realizar medidas de salinidade dos solos dos agricultores, ganha extrema facilidade por meio desta abordagem, pois o sistema exposto permite aos produtores a independência de laboratórios para medir níveis de salinidade em amostras de solos coletados na região do mesmo, de modo que reduz custos consideráveis.

### 3.2 Aplicação do software

As imagens a seguir, ilustram o funcionamento do sistema que permite uma interface amigável de exibição dos resultados obtidos através dos sensores desenvolvidos, de modo que o usuário seja capaz de visualizar as informações a respeito.

Na figura 4, é demonstrado a exibição do menu de opções disponíveis para ser acessado a qualquer momento, que mostraram claramente informações de coletas já realizadas no equipamento instalado na propriedade do mesmo. Dentre as funcionalidades, que estão alinhadas com os dispositivos instalados, vemos: Temperatura, Salinidade e Umidade. Além das configurações das linhas de plantio e de usuário.

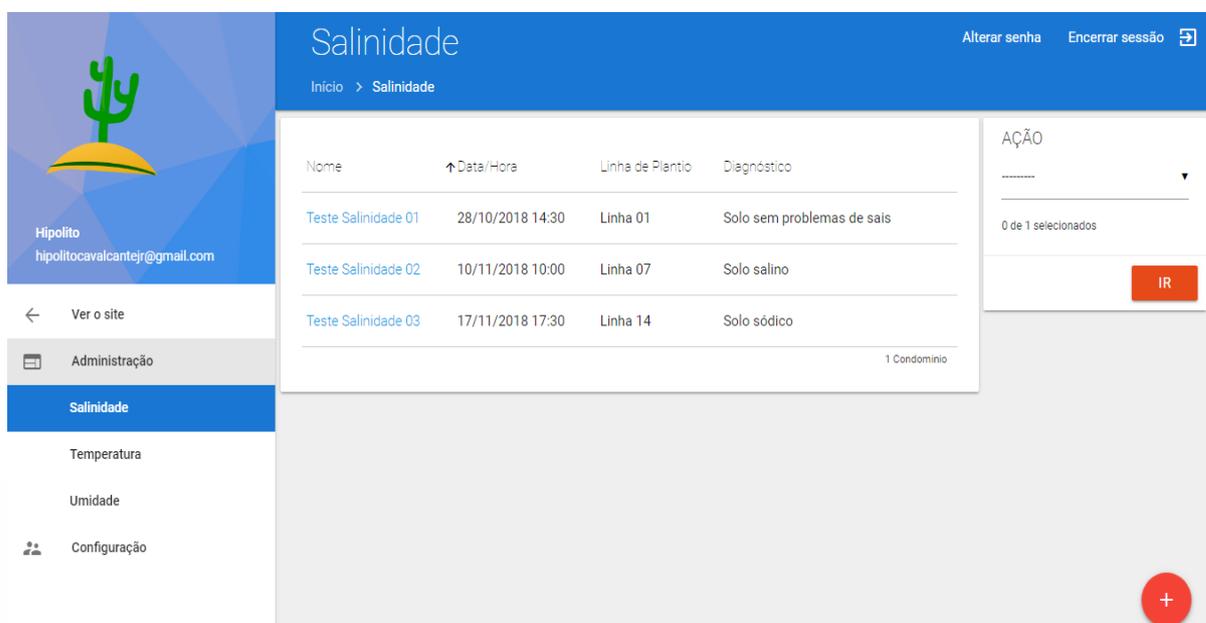
**Figura 4** - Tela de menu do sistema



Fonte: Autores (2018).

Na figura 5, observamos uma exibição de 3 possíveis exemplos de testes de salinidade realizados na propriedade do agricultor, mostrando as informações que necessitam previamente. Vemos a especificação da linha de plantio, com data e hora da amostra e o diagnóstico obtido nesta amostra, obedecendo a metodologia de classificação do solo exposta neste trabalho.

**Figura 5** - Tela de detalhamento da salinidade no sistema



Fonte: Autores (2018).

A proposta, visa principalmente, construir um sistema de monitoramento de caráter preventivo ao processo de salinização e acessível financeiramente para pequenos produtores. Ressaltando que as atuais condições de investigação, controle e monitoramento de problemas com salinidade do solo são logisticamente inviáveis e onerosos, principalmente aos pequenos produtores.

Não obstante, o uso de uma ferramenta de caráter preventivo denotará um benefício imediato ao meio, auxiliando nos processos de uso e manejo agrícola do solo com caráter conservacionistas, prevenindo a exaustão e degradação da qualidade dos solos dessas área.

#### **4 CONCLUSÕES**

Diante de todo o conteúdo proposto pelo projeto, é notável a rica contribuição do mesmo para diversos impasses existentes no meio agrícola. A tecnologia demonstra mais uma vez, o quanto pode contribuir para preencher lacunas que permaneciam por muito tempo sem respostas.

Desse modo, a importância do software apresentado é principalmente a melhoria do processo produtivo do semiárido que naturalmente já enfrentam diversos problemas como os longos períodos de estiagem, assim como a prevenção de processos de degradação pela salinização e exaustão química desses solos. Assim com os dados em mãos, o produtor consegue projetar um plantio sem maiores transtornos, ou até mesmo corrigir problemas presentes em sua safra atual.

Além disso, a utilização desta tecnologia permite a criação de uma base de dados estritamente detalhada, sobre a condição dos solos cadastrados por seus usuários. Dessa forma, estudiosos que buscam analisar regiões específicas do semiárido, possuirão um histórico aprofundado sobre o comportamento do solo naquele terreno. Estes dados também serão de grande valia, para produtores que pretendem iniciar o plantio em terras que não se possui grande quantidade de informações.

Por fim, ressalta-se também a relevância na redução de custos para análise de salinidade nas amostras de solo coletadas da propriedade do agricultor, que atualmente são realizadas apenas em laboratórios. É perceptível que estes custos são elevados quando consideramos que em qualquer propriedade há a necessidade de verificar diversas amostras para que se tenha uma análise concreta do solo.

É evidente que a aplicação de tecnologias de baixo custo aliadas a práticas agrícolas é de grande importância para o produtor, seja ele de pequeno ou grande porte. Nesse sentido, a solução apresentada busca atender aos fatores de baixo custo para os agricultores, além de otimizar e facilitar o trabalho de acordo com as técnicas apresentadas.

## REFERÊNCIAS

DIAS, Nildo da Silva. **Manejo da Salinidade Na Agricultura: Estudo básico e aplicados**. il. Fortaleza INCT Sal. 2010. 472p.

CORRÊA, Marcel Roberto Osti & GOMES, Evandro L. B. **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 jun/2016.

SILVEIRA, R M C F. & BAZZO, W. **Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica**. Ciência & Educação, v. 15, n.3, p. 681-694. 2009.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. 2 ed. São Paulo, Novatec. p. 24-46. 2015.

MARTINS, José Casimiro & GONÇALVES, Maria da Conceição & RAMOS, Tiago Brito. **A Salinidade dos solos: extensão, prevenção e recuperação**. Disponível em: < [http://www.inia.vpt/fotos/editor2/a\\_salinidade\\_dos\\_solos.pdf](http://www.inia.vpt/fotos/editor2/a_salinidade_dos_solos.pdf) >. Acesso em: 07 dez. 2018.