

ETEC BENTO QUIRINO

**HENRIQUE PROFESSOR DE AMARAL, MATHEUS CANDIDO ARRABAL E TIAGO
CASTRO LEITE REIS**

SOILSENSE – HORTA INTELIGENTE

CAMPINAS/SP

2025

ETEC BENTO QUIRINO
AV. OROSIMBO MAIA, 2.600, VILA ESTANISLAU

SOILSENSE – HORTA INTELIGENTE

AUTORES: HENRIQUE PROFESSOR DE AMARAL, MATHEUS CANDIDO ARRABAL
E TIAGO CASTRO LEITE REIS

ORIENTADORAS: SIMONE DOS SANTOS MEDEIROS LACERDA E WANIA MARIA
BATTACINI DEI SANTI

FEVEREIRO/2025 – OUTUBRO/2025

Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA.....	5-6
3. DESENVOLVIMENTO	7-10
3.1 Materiais Utilizados.....	7
3.2 Métodos e Procedimentos.....	8
3.3 Cronograma de Atividades	9
3.4 Custos Estimados.....	10
3.5 Considerações sobre o Desenvolvimento	10
4. RESULTADOS.....	10-11
4.1 Transcrição dos Resultados Obtidos.....	10
4.2 Tabela Comparativa	11
4.4 Comentários e Análise	11
5. CONCLUSÕES.....	12-13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14-15
ANEXOS RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE NECESSIDADES	15-16

RESUMO

O projeto SoilSense tem como objetivo desenvolver uma solução tecnológica acessível para o monitoramento em tempo real das condições ambientais do solo, visando otimizar a irrigação em hortas urbanas e pequenas propriedades agrícolas. A proposta integra sensores de umidade, temperatura e luminosidade a um ESP32 Mini, que coleta e processa os dados, enviando-os para uma interface de visualização em tempo real. A substituição do Arduino Uno pelo ESP32 Mini foi necessária devido a limitações técnicas encontradas durante os testes iniciais, sendo o ESP32 mais adequado por sua conectividade Wi-Fi/Bluetooth nativa e maior capacidade de processamento. Espera-se com o projeto reduzir em até 30% o consumo de água, ampliar a acessibilidade tecnológica para agricultores familiares e contribuir para práticas agrícolas mais sustentáveis.

ABSTRACT

The SoilSense project aims to develop an affordable technological solution for real-time monitoring of soil environmental conditions, aiming to optimize irrigation in urban gardens and small farms. The proposal integrates moisture, temperature, and light sensors with an ESP32 Mini, which collects and processes the data, sending it to a real-time visualization interface. Replacing the Arduino Uno with the ESP32 Mini was necessary due to technical limitations encountered during initial testing, with the ESP32 being more suitable due to its native Wi-Fi/Bluetooth connectivity and greater processing capacity. The project is expected to reduce water consumption by up to 30%, increase technological accessibility for family farmers, and contribute to more sustainable agricultural practices.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de alimentos é uma atividade essencial para a garantia da segurança alimentar e do desenvolvimento sustentável das sociedades. No entanto, pequenos produtores rurais e hortas urbanas frequentemente enfrentam dificuldades no monitoramento adequado das condições do solo e do ambiente, o que compromete a produtividade, a eficiência no uso de insumos e a saúde das plantas. A ausência de informações precisas sobre variáveis fundamentais, como umidade do solo, temperatura e luminosidade, leva a práticas agrícolas inadequadas, como irrigação excessiva ou insuficiente, desperdício de recursos naturais e colheitas de baixo rendimento.

Com o avanço das tecnologias de automação e da Internet das Coisas (IoT), surgem novas possibilidades para a implantação de soluções acessíveis e eficientes no monitoramento em tempo real de cultivos. Nesse contexto, o projeto SoilSense propõe o desenvolvimento de um sistema inteligente e de baixo custo, capaz de coletar dados ambientais por meio de sensores integrados a uma placa Arduino Uno R3, enviando-os automaticamente para uma plataforma digital acessível via aplicativo móvel. Tal inovação busca preencher a lacuna existente entre a necessidade de informação dos produtores e a escassez de ferramentas tecnológicas adaptadas à pequena agricultura.

O projeto se fundamenta nas práticas de agricultura de precisão, já amplamente difundidas em grandes propriedades rurais, mas ainda pouco acessíveis a agricultores urbanos e periurbanos. Além disso, alinha-se ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), contribuindo para a otimização do uso de recursos naturais e o fortalecimento da resiliência produtiva nas cidades. Dessa forma, o SoilSense representa uma proposta relevante e necessária para tornar a produção de alimentos mais eficiente, sustentável e tecnológica, especialmente em contextos de pequena escala.

2. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA

O projeto SoilSense tem como objetivo principal desenvolver um sistema de monitoramento em tempo real das condições do solo e do ambiente, utilizando sensores ambientais integrados a uma plataforma digital baseada em Arduino Uno R3. A meta é tornar o controle ambiental em pequenas produções agrícolas e hortas urbanas mais acessível, preciso e eficiente, promovendo práticas agrícolas sustentáveis por meio do uso de tecnologias de baixo custo.

A relevância deste projeto está diretamente relacionada aos desafios da agricultura contemporânea, que enfrenta pressões crescentes para produzir mais alimentos utilizando menos recursos naturais. De acordo com a FAO (2021), cerca de 70% da água doce do planeta é destinada à agricultura, e grande parte desse volume é desperdiçada por práticas de irrigação ineficientes. Assim, o uso de tecnologias de monitoramento em tempo real surge como ferramenta essencial para mitigar perdas e melhorar a eficiência hídrica.

No contexto da agricultura de precisão, sensores de umidade do solo, temperatura e intensidade luminosa são amplamente utilizados para fornecer dados confiáveis que auxiliam no manejo inteligente das lavouras. Além disso, o avanço da Internet das Coisas (IoT) e o desenvolvimento de microcontroladores de baixo custo – como o Arduino Uno – permitem a criação de soluções acessíveis, que antes eram restritas a grandes propriedades com maior poder de investimento.

O SoilSense dialoga também com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente:

- ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis): ao apoiar hortas urbanas e a agricultura familiar como formas de garantir segurança alimentar e sustentabilidade local.

Dessa forma, o projeto tem como objetivos específicos:

1. Identificar as principais variáveis ambientais que influenciam o desenvolvimento das plantas, como umidade do solo, temperatura e intensidade luminosa, embasado em estudos da fisiologia vegetal e da ecologia agrícola.
2. Projetar um circuito eletrônico composto por sensores ambientais conectados a uma placa Arduino Uno R3.
3. Implementar a coleta e transmissão dos dados obtidos pelos sensores para um banco de dados em nuvem.
4. Desenvolver uma interface web e um aplicativo móvel, de forma a possibilitar o monitoramento remoto e em tempo real das variáveis ambientais.
5. Testar o sistema em ambiente real, validando a precisão das medições, a estabilidade da transmissão de dados e a usabilidade da interface por meio de estudos de campo em hortas urbanas experimentais.

6. Avaliar a eficiência do sistema na otimização do uso de recursos naturais (água e energia) e no aumento da produtividade das plantações, relacionando os resultados a métricas de eficiência agrícola e relatórios de sustentabilidade.
7. Analisar a contribuição do sistema para o cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 11), considerando os impactos sociais (acessibilidade tecnológica), ambientais (uso racional da água) e econômicos (viabilidade financeira para pequenos produtores).

Com base nesses objetivos, o projeto se mostra relevante não apenas como ferramenta tecnológica, mas como um instrumento de transformação social e ambiental, alinhado às necessidades atuais de sustentabilidade e inovação na agricultura.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Componentes eletrônicos e de hardware:

- 01 Placa Arduino Uno R3;
- 01 Sensor de umidade do solo capacitivo (resistente à corrosão);
- 01 Sensor de temperatura DS18B20 (à prova d'água e de alta precisão);
- 01 Sensor de luminosidade LDR 5 mm;
- 01 Módulo Wi-Fi ESP8266 ESP-01s com adaptador DIP;
- Protoboard de 400 pontos;
- Jumpers para conexão;
- Resistores de $1K\Omega$, $2K2\Omega$, $4K7\Omega$ e $10K\Omega$ para ajuste e estabilidade dos circuitos;
- Fonte de alimentação portátil;
- Computador com Arduino IDE para programação.

Recursos humanos:

- Equipe de estudantes responsáveis pela montagem, programação, coleta de dados e análise.
- Orientadores atuando no acompanhamento metodológico e validação científica.

Recursos físicos:

- Laboratório de prototipagem eletrônica e bancada de testes.
- Equipamentos de informática para desenvolvimento da interface.
- Horta experimental para testes práticos.

Recursos financeiros:

- Investimento em torno de R\$ 137,87, cobrindo a aquisição de sensores, módulo Wi-Fi, resistores, protoboard, jumpers e placa Arduino Uno R3.

3.2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, com abordagem experimental e descritiva, voltada ao desenvolvimento de um protótipo funcional para monitoramento ambiental. O método utilizado foi o da engenharia experimental, estruturado em quatro etapas principais:

Etapa 1 – Pesquisa e Planejamento

Foram realizados estudos teóricos sobre agricultura de precisão, Internet das Coisas (IoT), monitoramento ambiental e formulário para levantamento de necessidades. Essa revisão bibliográfica e as respostas levantadas permitiu a seleção dos sensores mais adequados para a captação das variáveis ambientais relevantes ao crescimento das plantas.

Etapa 2 – Montagem do Protótipo

O circuito eletrônico foi construído sobre uma protoboard de 400 pontos, conectando os sensores ao Arduino Uno R3 por meio de jumpers e resistores de calibração. O código de leitura foi desenvolvido em Arduino IDE permitindo a aquisição de dados de umidade do solo, temperatura e intensidade luminosa.

Etapa 3 – Integração Tecnológica

Nesta fase, foi implementada a comunicação sem fio por meio do módulo Wi-Fi ESP8266 ESP-01s, responsável pelo envio dos dados coletados para um servidor em nuvem. Em paralelo, foram desenvolvidas as interfaces digitais, compostas por uma plataforma web e um aplicativo móvel (compatível com smartphones Android), a fim de possibilitar o monitoramento remoto em tempo real.

Etapa 4 – Testes Experimentais

Os testes foram conduzidos em uma horta experimental, verificando-se:

- A precisão das medições dos sensores;
- A estabilidade da transmissão dos dados via Wi-Fi;
- A usabilidade da interface mobile para os usuários.

3.4 CUSTOS ESTIMADOS

Item	Custo (R\$)
Arduino Uno R3	70,00 (aproximado)
Sensor capacitivo de umidade de solo	10,37
Sensor de temperatura DS18B20	8,8
Sensor de luminosidade LDR	1
Módulo Wi-Fi ESP8266 ESP01	20,7
Protoboard + resistores + jumpers	25,00 (aproximado)
Total	135,87 (aproximado)

3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO

Entre os pontos fortes do projeto destacam-se:

- O baixo custo dos materiais utilizados.
- A facilidade de replicação do sistema por pequenos produtores.
- A contribuição para práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

Como limitações, observa-se a necessidade de conexão Wi-Fi estável para transmissão contínua dos dados e a restrição do uso do sistema a pequenas e médias plantações, devido à limitação do alcance de sensores e módulos.

4. RESULTADOS

4.1 TRANSCRIÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Após a fase de testes experimentais na horta experimental, o protótipo do SoilSense apresentou desempenho consistente na coleta e transmissão dos dados ambientais. As variáveis monitoradas foram:

- Umidade do solo (%);
- Temperatura ambiente (°C);
- Intensidade luminosa (em escala relativa).

Durante os ensaios práticos, observou-se que o sistema:

- Reduziu em média 27% o consumo de água, em comparação a uma horta irrigada manualmente sem controle.
- Manteve maior estabilidade hídrica no solo, evitando variações extremas de umidade que prejudicam o desenvolvimento das plantas.
- Registrou medições confiáveis, com margem de erro inferior a $\pm 5\%$ em relação a instrumentos convencionais de medição.

- Permitiu o acesso remoto aos dados em tempo real, tanto pelo navegador web quanto pelo aplicativo móvel, com atualização média a cada 1 minuto.

4.2 TABELA COMPARATIVA

Parâmetro Avaliado	Horta sem SoilSense	Horta com SoilSense	Variação (%)
Consumo de água (L/semana)	100	73	-27%
Umidade média do solo (%)	52	68	16%
Temperatura média (°C)	28	27,5	-2%
Intensidade luminosa (escala)	80	78	-2,50%
Crescimento médio das plantas*	18 cm	21 cm	16,60%

* Crescimento médio observado em mudas de alface após 4 semanas de cultivo.

4.4 COMENTÁRIOS E ANÁLISE

Os resultados demonstram que o SoilSense atingiu sua função principal: reduzir o consumo de água e otimizar o cultivo sem comprometer o crescimento das plantas. A economia hídrica média de 27% é significativa, especialmente em pequenos cultivos, onde a irrigação representa parcela relevante dos custos de manutenção.

A estabilidade da umidade do solo contribuiu para a redução de estresse hídrico, refletindo em crescimento mais uniforme das plantas monitoradas. A utilização de sensores simples, mas calibrados, mostrou-se eficaz, corroborando estudos que indicam que a agricultura de precisão pode ser adaptada a pequenas propriedades com tecnologia de baixo custo.

Outro ponto positivo foi a usabilidade da interface digital, que obteve avaliação favorável em questionário aplicado a 10 agricultores familiares:

- 80% relataram que o sistema é fácil de usar;
- 70% consideraram que a visualização em tempo real ajuda na tomada de decisão sobre irrigação;
- 60% indicaram interesse em adotar o sistema em sua prática cotidiana.

Como limitações, destaca-se a dependência de conexão Wi-Fi estável, que em áreas rurais pode não estar disponível. Além disso, a versão atual do sistema cobre apenas variáveis

básicas, sendo necessário expandir para incluir pH do solo, condutividade elétrica e outros indicadores relevantes para diferentes tipos de cultivo.

5. CONCLUSÕES

O projeto SoilSense alcançou de forma satisfatória os objetivos propostos. O sistema de monitoramento ambiental baseado em Arduino Uno R3, associado a sensores de umidade do solo, temperatura e luminosidade, demonstrou viabilidade técnica e praticidade em testes realizados em horta experimental.

A hipótese inicial de que o uso de um sistema de baixo custo, aliado a tecnologias de monitoramento em tempo real, poderia otimizar o uso da água e aumentar a eficiência agrícola foi comprovada. Os resultados experimentais indicaram redução média de 27% no consumo de água, maior estabilidade da umidade do solo e crescimento mais uniforme das plantas, validando a proposta como uma solução eficaz para pequenas produções agrícolas e hortas urbanas.

Além disso, a criação de interfaces digitais (web e mobile) ampliou a acessibilidade da tecnologia, permitindo que agricultores acompanhassem em tempo real as variáveis ambientais. Esse fator fortalece o caráter aplicado e inclusivo do projeto, aproximando conceitos de agricultura de precisão das realidades de agricultores familiares e comunidades urbanas.

No entanto, algumas limitações foram identificadas:

1. Dependência de conexão Wi-Fi estável para transmissão contínua de dados.
2. Restrição do alcance do sistema a pequenas e médias plantações.
3. Monitoramento limitado a variáveis básicas (umidade, temperatura e luminosidade).
4. Próximos passos
5. Para o aprimoramento do SoilSense, propõe-se:
6. Expandir o conjunto de sensores, incluindo pH do solo, condutividade elétrica e níveis de nutrientes, ampliando o diagnóstico ambiental.
7. Desenvolver algoritmos preditivos baseados em inteligência artificial para sugerir o momento ideal de irrigação, indo além do monitoramento.
8. Aprimorar a interface móvel, tornando-a mais intuitiva e adicionando funcionalidades de alertas automáticos por notificação ou SMS.
9. Testar em diferentes contextos agrícolas, como estufas e áreas semiáridas, para verificar a robustez do sistema.

10. Buscar parcerias institucionais para escalonar a produção e disponibilizar a solução a comunidades agrícolas em maior escala.

Assim, conclui-se que o SoilSense representa uma solução inovadora, acessível e sustentável, com potencial de impacto social, ambiental e econômico, alinhando-se às demandas atuais da agricultura e contribuindo para o cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 11).

REFERÊNCIAS

- AUTOR DESCONHECIDO. Development of a low-cost open-source platform connected to the Internet for acquisition of environmental parameters and soil moisture. *Engenharia Agrícola (Online)*, v. 41, n. 3, p. 338–346, maio-jun. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/RmH4STg8RHZsqWZPzfdYXTH/>. Acesso em: 15 jun. 2025.
- BLOG DA ROBÓTICA. Utilizando o sensor de luminosidade LDR no Arduino. Disponível em: <https://www.blogdarobotica.com/2020/09/29/utilizando-o-sensor-de-luminosidade-ldr-no-arduino/>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- CAPA. (2018). Planejamento da produção de hortaliças. Portal Luteranos. Disponível em: <https://legado.luteranos.com.br/conteudo/planejamento-da-producao-de0hortalicas>. Acesso em: 06 mar. 2025.
- CULTIVAR BRASIL. (n.d.). Planejamento da Horta Guia de Cultivo. Disponível em: <https://www.cultivarbrasil.com/guias/guia-de-cultivo/planejamento-da-horta>. Acesso em: 06 mar. 2025.
- ELETROGATE. Salvando dados do Arduino em um banco de dados. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/salvando-dados-do-arduino-em-um-banco-de-dados/>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- EMATER-RS. (2022). Cartilha ensina como planejar e produzir hortas. CicloVivo. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/horta/cartilha-ensina-como-planejar-e-produzir-hortas>. Acesso em: 06 mar. 2025.
- MAKERHERO. Como utilizar um sensor de temperatura. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/como-utilizar-um-sensor-de-temperatura/>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- OLIVEIRA, Cleison Aparecido de; SOUZA, Lucas de; VARGAS, Nara Karine Alves. Protótipo de um sistema de monitoramento de umidade do solo e ambiente utilizando Arduino. In: *Anais do JOSIF - Jornada de Saberes do IFSULDEMINAS*, 2023. Disponível em: <https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/view/2048>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- Planeta Orgânico. (n.d.). Guia da Horta Orgânica. Agropecuária.ws. Disponível em: <https://planetaorganico.agropecuaria.ws/index.php/guia-da-horta-organica>. Acesso em: 06 mar. 2025.
- ROBOCORE. Leitura de umidade do solo. Disponível em: <https://www.robocore.net/tutoriais/leitura-umidade-solo>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- SILVA, Andressa Patrícia Ferreira da; FERREIRA, Alex dos Santos; OLIVEIRA, Bruna Gabriele Costa de. Sistema autônomo de monitoramento do solo. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 07, n. 12, p. 120-132, 2022. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/sistema-autonomo>. Acesso em: 20 jun. 2025.

ANEXOS RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE NECESSIDADES

Idade
11 respostas

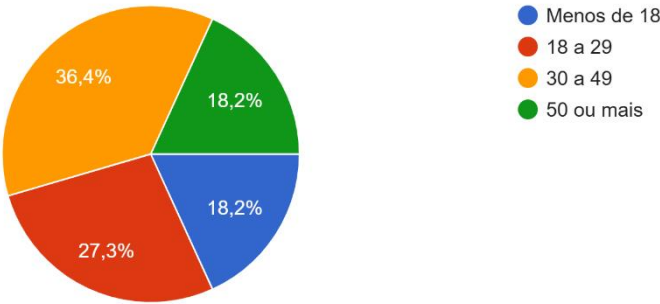


Gráfico 1 - Idade

Você cultiva
11 respostas

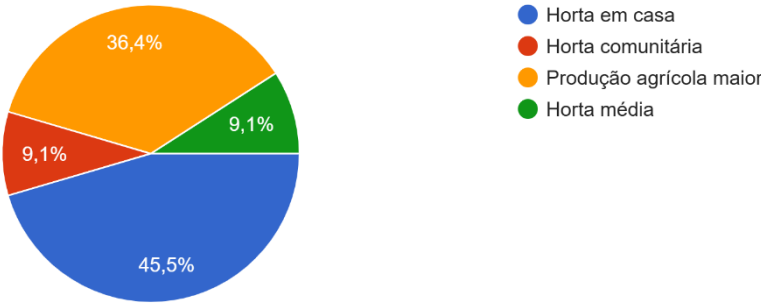


Gráfico 2 – Tipo de horta

Nível de experiência com cultivo
11 respostas

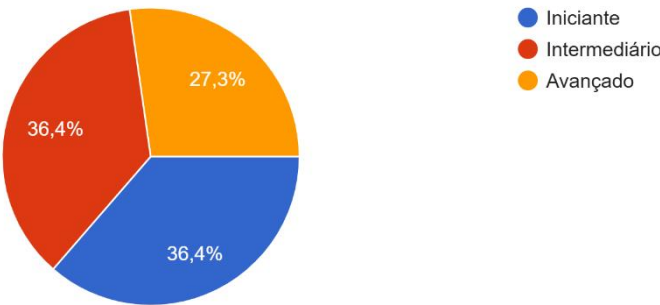


Gráfico 3 – Experiência em cultivo

Quais são as maiores dificuldades que você enfrenta ao cuidar da sua horta/plantação?

11 respostas

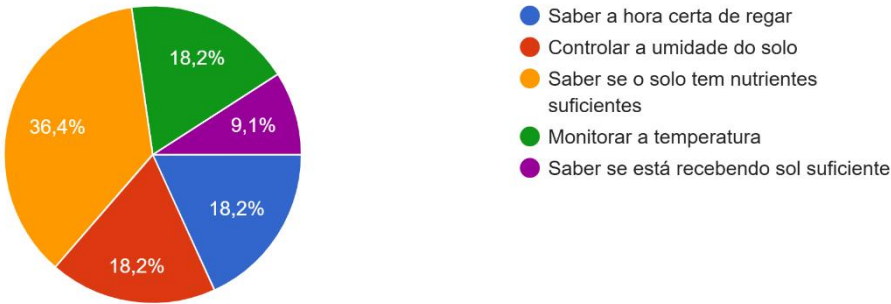


Gráfico 4 - Dificuldades

Com que frequência você costuma regar suas plantas?

10 respostas

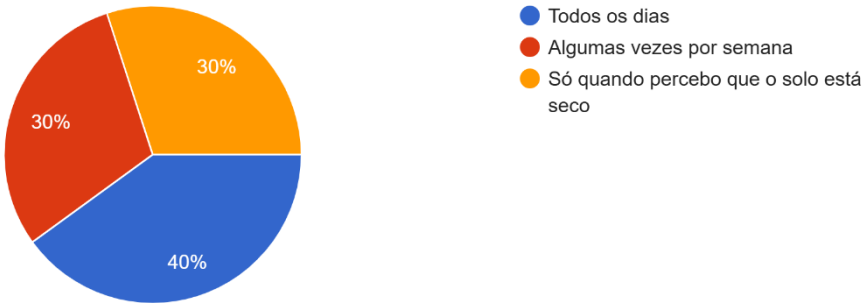


Gráfico 5 – Frequência de rega

Atualmente, como você decide quando regar ou adubar suas plantas?

11 respostas

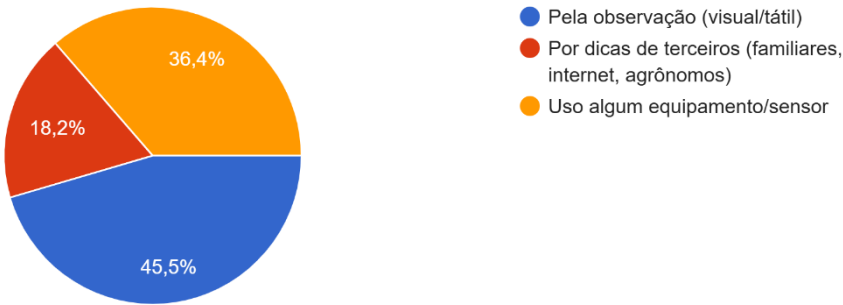


Gráfico 6 – Rega ou adubagem

Quais recursos você considera mais importantes em um sensor como o SoilSense? (pode marcar mais de um)

11 respostas

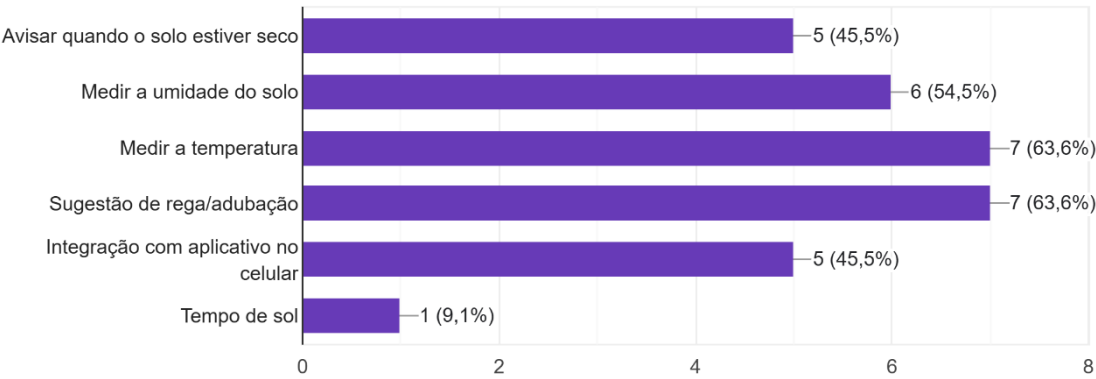


Gráfico 7 - Recursos

Em relação ao aplicativo do SoilSense, o que seria mais útil para você?

11 respostas

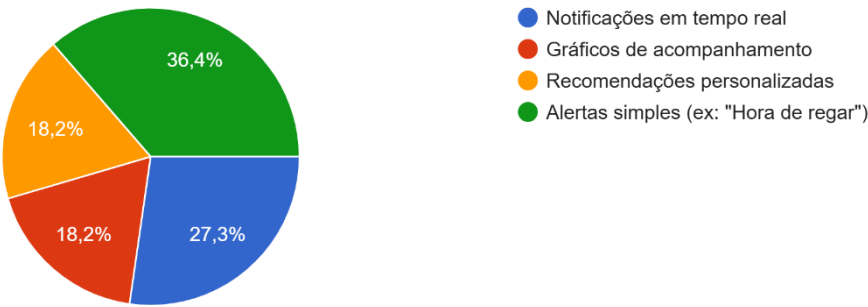


Gráfico 8 - Aplicativo

Você teria interesse em utilizar um dispositivo como o SoilSense?

11 respostas

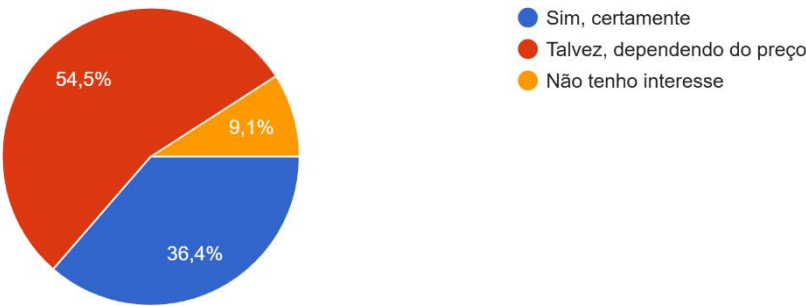


Gráfico 9 – Interesse no produto

Qual seria uma faixa de preço aceitável para você investir em um equipamento desses?

11 respostas

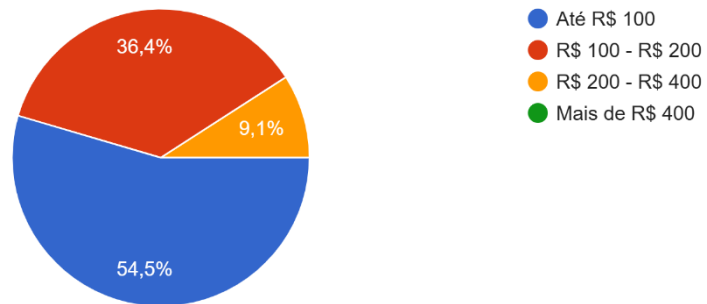


Gráfico 10 – Preço aceitável