

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
CURSO DE AGRONOMIA  
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Daniele Bobsin de Almeida  
00301890**

**O Papel da Digitalização da Agricultura para a Resiliência Climática: Um Estudo de  
Caso da Maior Rede de AgData da América Latina**

Porto Alegre, novembro de 2024.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**O Papel da Digitalização da Agricultura para a Resiliência Climática: Um  
Estudo de Caso da Maior Rede de AgData da América Latina**

**Daniele Bobsin de Almeida**  
**00301890**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito para obtenção do Grau de Engenheira Agrônoma,  
Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Agr. Marcos Antônio Pereira da Fonseca Maltez

Orientadora Acadêmica do Estágio: Profa. Dra. Amanda Posselt Martins

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

Prof. Alexandre de Mello Kessler ..... Depto. de Zootecnia (Coordenador)  
Prof<sup>a</sup>. Renata Pereira da Cruz ..... Depto. de Plantas de Lavoura  
Prof. Clesio Gianello ..... Depto. de Solos  
Prof. José Antônio Martinelli ..... Depto. de Fitossanidade  
Prof<sup>a</sup>. Lucia Brandão Franke ..... Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia  
Prof. Gilmar Arduino Bettio Marodin..... Depto. de Horticultura e Silvicultura

Porto Alegre, novembro de 2024.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por Sua infinita bondade, pelo dom da vida e por me conduzir e abençoar ao longo dessa trajetória.

Aos meus pais, Paulo Jesus e Tânia Bobsin, minha eterna gratidão. Vocês vibraram com cada uma das minhas conquistas, como se fossem suas próprias vitórias.

Às minhas avós, Dona Neco, grande educadora, que sempre me incentivou e serviu de exemplo. Sei que, de onde estiver, continua orando por mim. E à Dona Gelcy, minha companheira, que sempre me recebeu com um sorriso no rosto e com uma refeição deliciosa ao final de cada dia de faculdade. Seu carinho me deu forças para continuar.

Agradeço aos meus grandes amigos, Witória Martins, Jordana Cardoso, Elisa Cardoso e Henrique Costa, sou imensamente grata por me acompanharem em tantas fases da vida, por me apoiarem e me amarem em cada uma delas. Vocês são para mim verdadeiras testemunhas do amor de Deus e me fortaleceram em todos os momentos.

Agradeço às amigas que surgiram no ensino médio, Amanda Bedra e Mariana Trescastro, por me fazerem acreditar mais no meu potencial e por estarem ao meu lado desde a adolescência, sempre me incentivando a seguir meus sonhos.

Aos meus colegas e verdadeiros amigos de faculdade: Verônica Groff, Amanda Rech, Juliano Fernandes, Juliana Horlle, Dionatan Gabriel, Iure Vaz, Caroline Fiorenzano e Jenifer Ramos. Vocês tornaram os dias melhores, mesmo em meio às responsabilidades. Sei que se tornarão bons profissionais, pois são pessoas leais, dedicadas e generosas. Ao meu primo e irmão de vida, Luis Henrique Ebeling, por ser meu fiel parceiro nessa trajetória, dividindo caronas, lanches, histórias e muitas alegrias, ter você ao meu lado fez toda a diferença.

À minha orientadora, professora Amanda Posselt Martins, agradeço profundamente. Sua acolhida, orientação e exemplo durante toda a minha formação fizeram diferença no meu aprendizado e crescimento.

Agradeço à AgroSmart pela oportunidade de estagiar e aprender sobre agricultura digital. E ao meu supervisor, Marcos Maltez, por seu apoio, pelas trocas de conhecimento e pela compreensão em relação à minha rotina de estudos.

Por fim, ao movimento CLJ (Curso de Liderança Juvenil), onde participo há mais de 10 anos. Neste lugar conheci o amor mais puro e perfeito: o amor de Deus. Foi ali que criei amizades extremamente importantes, fui desafiada a ser uma pessoa melhor e aprendi o que realmente importa: seguir e servir a Jesus Cristo.

Agradeço a todos que me acompanharam e torceram por mim na graduação.

## RESUMO

A agricultura digital é uma realidade mundial e está cada vez mais interconectada e remota, coletando e processando dados importantes nas diferentes etapas do ciclo produtivo. O estágio foi realizado na empresa AgroSmart, na equipe de vendas e *Customer Success*, no período de 1º de junho de 2023 até 02 de junho de 2024. O objetivo principal foi descrever sobre a parametrização e *input* de dados, suporte oferecido aos clientes e elaboração de relatórios, destacando pontos positivos e melhorias necessárias nos relatórios e na plataforma, visando melhor atender às demandas dos clientes. Discute-se a importância de ferramentas digitais, como a *Booster Pro* no auxílio de tomada de decisão na agricultura, e a necessidade da utilização da agricultura digital em um cenário de mudanças climáticas.

**Palavras-Chave: Agricultura digital, Irrigação, Clima.**

## LISTA DE FIGURAS

1. Exemplo de Relatório de Manejo de Irrigação.....16
2. Imagem do Mapa de chuva.....17
3. Escala NDVI da AgroSmart.....18
4. Modelo de novo relatório de Mapa de Chuva.....24

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA AGROSMART.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Digitalização da agricultura .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Dados meteorológicos .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>Manejo de irrigação.....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>ATIVIDADES REALIZADAS .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>Relatórios.....</b>	<b>15</b>
4.1.1	Relatório de manejo de irrigação.....	17
4.1.2	Relatório de mapa de chuva.....	17
4.1.3	Relatório de dados meteorológicos.....	17
4.1.4	Relatório de NDVI .....	18
<b>4.2</b>	<b>Parametrização e <i>input</i> de dados .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3</b>	<b>Outras atividades .....</b>	<b>20</b>
4.3.1	Reuniões com os clientes.....	20
4.3.2	Suporte aos clientes.....	20
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>
	<b>ANEXO A – Modelo de explicação usado no relatório de NDVI sobre as faixas capturadas e padrão de cores NDVI .....</b>	<b>32</b>
	<b>ANEXO B – Aba do Booster Pro para adicionar e configurar módulos automáticos.....</b>	<b>33</b>
	<b>ANEXO C – Aba do Booster Pro para adicionar e atualizar manejos .....</b>	<b>33</b>
	<b>ANEXO D – Aba do Booster Pro sobre a previsão do tempo e indicações para pulverizações .....</b>	<b>34</b>

<b>ANEXO E – Tabela de dados metereológicos gerado da telemetria dos equipamentos.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXO F – Aba de manejo de irrigação.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO G – Aba de manejo de <i>insights</i>.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO H – Aba da previsão de tempo diária.....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos e pesquisas apontam que nos próximos 50 anos a população mundial enfrentará como desafios centrais a falta de energia, água e alimentos. Neste contexto, o setor agrícola possui grande responsabilidade para sustentar a segurança alimentar e gerar energia limpa visando a sustentabilidade em todos os processos (Massruhá; Leite, 2018). Para atingir esses aspectos a agricultura precisará otimizar ainda mais os ciclos de produção, visando o aumento da produtividade. Dessa forma, as atividades agrícolas devem englobar conhecimentos agronômicos, tecnologias inovadoras, como o uso de *software* e plataformas, sensores, satélites, robôs, máquinas, bem como usufruir de bases de dados agrícolas para aprimorar o gerenciamento da produção (Basso *et al.*, 2019).

No contexto mundial o Brasil é reconhecido por avançar na agricultura digital. A utilização de aplicativos é uma realidade no país e tem sido essencial para monitorar questões fitossanitárias, aplicação de agrotóxicos, manejo de irrigação e solo, controle biológico e gestão de maquinários (Bolfe *et al.*, 2020). Ao adotar tecnologias para gerir e monitorar os fatores citados anteriormente, espera-se que as vantagens superem os custos de investimento. No manejo de irrigação ao considerar e seguir as estratégias recomendadas por meio das tecnologias diversos benefícios econômicos e ambientais podem ser alcançados, como aumento de produtividade, economia de água e energia, aumento da qualidade dos produtos agrícolas e redução da utilização de defensivos agrícolas (Marouelli *et al.*, 2000).

Considerando essas perspectivas e objetivando contribuir para a construção de uma agricultura sustentável, econômica e inovadora, o estágio curricular obrigatório foi realizado na empresa AgroSmart no setor de vendas e *Customer Success*<sup>1</sup>, com início em 01 de junho de 2023 até 02 de junho de 2024. A escolha por esse estágio se deu pela motivação de ingressar em uma nova área tendo contato com uma *startup*, com a agricultura digital, com a tecnologia e com a inovação, em complementação ao conteúdo abordado ao longo do curso de Agronomia. Por isso, foi possível aprender muito sobre esses aspectos durante o estágio.

Os objetivos principais do estágio foram desenvolver conhecimentos técnicos a respeito de manejo de irrigação, aprender e dominar novas tecnologias usadas na agricultura,

---

<sup>1</sup> *Customer Success* é um cargo de trabalho comumente presente em startups, o profissional tem como metas auxiliar o cliente a bem utilizar o produto e alcançar as expectativas criadas a respeito dos benefícios do produto e serviços adquiridos, por isso está em constante contato com o cliente realizando atendimentos (Ingizza *et al.*, 2019).



compreendendo as ferramentas digitais e respectivos benefícios para o setor, contribuir na elaboração de relatórios, aprimorando a escrita e apresentação, acompanhar projetos que englobam diversas propriedades agrícolas, entrando em contato com produtores, participando de reuniões e aprendendo mais sobre gestão na agricultura.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA AGROSMART

A AgroSmart foi fundada em 2014 por estudantes do curso de administração de empresas e de engenharia elétrica e eletrônica, através da incubadora de empresas da Universidade Federal de Itajubá, no Estado de Minas Gerais (MG). O objetivo era modernizar as práticas agrícolas, incluindo tecnologias que auxiliam no aumento da eficiência e da sustentabilidade dos sistemas produtivos. Para isso, foi necessária uma equipe multidisciplinar composta por agrônomos(as), engenheiros(as) e especialistas em tecnologia da informação. A AgroSmart recebeu o primeiro recurso do Sebraetec pela linha de inovação, o que proporcionou a criação dos protótipos de *hardware*. Com isso, foi possível aplicar o projeto no Programa Nacional de Aceleração de *Startups*, denominado de ‘*Startup* Brasil’. Este programa é gerido pela Organização Social Civil de Interesse Público (Softex) e possui apoio de aceleradoras, para fomentar a presença e crescimento das *startups*.

A AgroSmart possui importantes investidores, sendo eles: SP Ventures, Banco SP Ventures, Banco Bradesco (Inovabra), Positivo Tecnologia e Silicon Valley Global Ventures. A empresa se destaca por ser a maior rede de AgData<sup>2</sup> da América Latina, onde une *design* e tecnologia para auxiliar na construção de uma agricultura com práticas mais resilientes às mudanças climáticas. Os pilares da empresa são: cultivo inteligente, diversidade, propósito e impacto.

A AgroSmart conta com três produtos inovadores, sendo eles o ‘Booster Pro’, o ‘Booster Agro’ e o ‘AgroSmart Nexus’. O Booster Pro é uma plataforma de inteligência climática, onde o cliente opta por adquirir equipamentos como estação meteorológica, pluviômetros, sensores de solo e através da plataforma tem acesso aos respectivos dados dos

---

<sup>2</sup> Uma rede AgData refere-se a um sistema integrado que reúne, armazena, processa e distribui grandes quantidades de dados gerados no setor agrícola, abrangendo informações como condições meteorológicas, dados de solo, imagens de satélite e dados de colheitas. Esse processo visa melhorar a tomada de decisões no setor agrícola, pois as redes AgData possibilitam a gestão eficiente da agricultura ao promover a sustentabilidade e a produtividade, utilizando-se de decisões embasadas em dados para otimizar o uso de recursos naturais e aumentar a eficiência operacional (Wolfert *et al.*, 2017).

equipamentos, como previsão do tempo, programação de alertas climáticos, telemetria dos sensores e gráficos das informações meteorológicas. O Booster Agro app é um aplicativo que disponibiliza previsões meteorológicas, mapas de chuva e imagens de satélite a produtores e consultores, bem como facilita no planejamento de pulverização e organização da equipe da fazenda, pois permite adicionar informações e compartilhar aos integrantes da equipe. O AgroSmart Nexus é uma plataforma que oferece ferramentas como dados tabulares + API<sup>3</sup>, *dashboard* estático e dinâmico e relatórios personalizados, para monitoramento em tempo real, análise de dados e tomada de decisões estratégicas, permitindo que os agricultores maximizem seus resultados e minimizem impactos ambientais.

Atualmente, a empresa conta com 28 funcionários trabalhando em diversos estados do Brasil. A AgroSmart atua em nove países, atendendo mais de 100 mil produtores, monitorando mais de 48 milhões de hectares e no seu banco de dados há o registro de mais de 90 culturas. Recebeu premiações no âmbito de sustentabilidade e inovação, e é certificada pela “*Great place to work*”, “iImpact<sup>4</sup>” e “empresa B certificada”.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Digitalização da agricultura**

Nos últimos séculos, a agricultura tem sido transformada para alcançar as necessidades mundiais. Nesse contexto, é possível observar quatro fases da agricultura. A ‘Agricultura 1.0’, caracterizada pelo trabalho manual e pela tração animal, que compreende o período da agricultura rudimentar até por volta de 1960. O início da tecnificação da agricultura é proveniente da Revolução Verde, onde o intuito era práticas agrícolas diferentes para aumentar a produtividade como inovações na fertilização dos solos, criação aprimorada do gado, alterações genéticas das sementes, bem como o uso de equipamentos com motor a

---

<sup>3</sup> As Application Programming Interface (APIs) consistem em coleções de definições de subrotinas, protocolos de comunicação e ferramentas usadas para desenvolver *software*, com métodos claros de interação entre diversos componentes. Dessa forma, os sistemas de gestão agrícola que utilizam APIs têm evoluído para se tornar plataformas digitais inteligentes, podendo ofertar dados de alta qualidade e grande valor agregado ao produtor rural (Basso *et al.*, 2019).

<sup>4</sup> O iImpact, liderado pela Fundação Dom Cabral e Innovation Latam, é uma iniciativa que avalia o impacto socioambiental de startups na América Latina com base nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) e práticas Environmental, Social and Governance (ESG), oferecendo o selo iImpact como reconhecimento. Além disso, promove conexões entre diferentes atores em um ecossistema comprometido com a sustentabilidade (Innovation Latam, 2024).

combustão. O uso de mecanização foi bem difundido após a Segunda Guerra Mundial, marcando o período da ‘Agricultura 2.0’, com a utilização de máquinas, equipamentos e fertilizantes, e maior produção por unidade de área (Massruhá *et al.*, 2020).

A agricultura 3.0 iniciou na década de 1990, onde passou a ser implementado o uso das tecnologias digitais, também conhecidas como tecnologias da informação e comunicação. Esse período foi marcado pela introdução de sistemas integrados de gerenciamento agropecuário e gestão de fazendas, monitoramento remoto de cultivos e práticas de agricultura de precisão (Viola; Mendes, 2022). A agricultura de precisão é definida como uma prática de manejo que engloba a variabilidade espacial e possibilita a aplicação de diferentes doses de insumos em uma mesma área, tais como fertilizantes, corretivos, sementes, água, entre outros (Basso *et al.*, 2019). Ademais, essa técnica engloba também a variabilidade temporal gerando vantagens econômicas e ambientais, pois torna possível racionalizar mais o uso dos insumos, definindo de forma mais assertiva o momento, local e dose adequados (Ezenne *et al.*, 2019). A agricultura de precisão possibilita vincular os sistemas de produção agrícolas ao meio digital, devido à sua dependência de dados e informações de campo atualizadas, digitalizadas e georreferenciadas (Basso *et al.*, 2019).

Com o passar dos anos surgiram diversas demandas no setor agrícola como agricultura de base biológica, eficiência na utilização da água no sistema agropecuário, maior produção de alimentos em sistemas denominados limpos e sustentáveis, a necessidade da produção de alimentos, fibras e bioenergia baseada em sistemas que utilizem eficientemente os recursos naturais e promovam serviços ambientais. Conseqüentemente, são necessárias tecnologias que concretizem essas demandas atuais (Massruhá *et al.*, 2020). A partir dessas diversas necessidades dos meios de produção da agricultura e das novas tecnologias emerge a agricultura digital, considerada a ‘Agricultura 4.0’, cujo conceito é baseado na Indústria 4.0, pois as cadeias precisaram se tornar mais autônomas e inteligentes, incluindo diversas novas tecnologias nos sistemas. A Internet das Coisas<sup>5</sup> (IoT), robótica, big data, inteligência artificial (IA) e tecnologia blockchain são alguns exemplos dos emergentes meios tecnológicos para avanço na indústria e agricultura (Liu *et al.*, 2021).

---

<sup>5</sup> O termo Internet das Coisas refere-se a uma infraestrutura global capaz de conectar objetos físicos e virtuais, permitindo serviços avançados através da interconexão entre tecnologias de informação e comunicação. Os objetos, que podem ser do mundo físico ou virtual, são identificados e conectados às redes de comunicação, por meio de redes com ou sem gateways intermediários (Souza *et al.*, 2020).

A agricultura 4.0 promove um avanço significativo na sofisticação e intensidade tecnológica dos sistemas agroindustriais, como consequência, há uma produção massiva de dados sobre a agricultura no Brasil, que podem servir como base para a formulação de políticas públicas setoriais. Além disso, observa-se uma diminuição contínua na necessidade de mão de obra, o que provoca mudanças no mercado de trabalho agrícola, exigindo uma maior qualificação dos trabalhadores. Nesse contexto, o papel da agricultura 4.0 na transição para uma economia de baixo carbono está em debate e pode ser analisado a partir de abordagens voltadas para a sustentabilidade (Viola; Mendes, 2022).

A agricultura digital pode ser definida como o uso de métodos computacionais e soluções analíticas para processamento de dados e construção de sistemas que auxiliam na tomada de decisão na agricultura, buscando promover maiores produtividades, uso de insumos de forma eficiente e redução dos impactos ao meio ambiente (Massruhá; Leite, 2018). O setor da agricultura digital se destaca cada vez mais interconectado e remoto, dedicado à coleta e ao processamento de uma vasta quantidade de dados oriundos de todos os elos das cadeias produtivas, abrangendo as etapas de pré-produção, produção e pós-produção (Souza *et al.*, 2020). Na agricultura digital se realiza a coleta de dados por métodos tradicionais, ou através de plataformas colaborativas e mídias sociais, os dados são coletados por uma variedade de tecnologias digitais, incluindo sensores instalados em plataformas orbitais, suborbitais, aerotransportadas e sistemas autônomos, como drones e máquinas agrícolas, que operam diretamente no campo ou em dispositivos conectados ('Internet das Coisas') ao longo das cadeias produtivas (Souza *et al.*, 2020).

### **3.2 Dados meteorológicos**

Os dados meteorológicos são as variáveis medidas da atmosfera, como temperatura, pressão, radiação solar, chuva, umidade e vento. A medição ocorre através de sensores instalados em satélites, estações meteorológicas, aviões comerciais, radares meteorológicos e navios mercantes (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2018). A estação meteorológica automática é composta por instrumentos meteorológicos, que correspondem a equipamentos específicos para a captação de dados meteorológicos. Conforme Santos e Balbino (2016) as estações são compostas por quatro sensores fundamentais, sendo eles:

- a. Anemômetro: Mede a velocidade do vento (em m/s) e, dependendo do modelo do instrumento, é capaz de medir também a direção (em graus);
- b. Piranômetro: Mede a radiação solar global ou difusa ( $W/m^2$ );

c. Pluviômetro: Mede a quantidade de precipitação pluvial (chuva) acumulada, em milímetros (mm);

d. Sensor de temperatura e umidade: Medem a temperatura (°C) e umidade (em %), são sensores termistores.

Os dados meteorológicos são de grande importância, pois fornecem uma vasta quantidade de informações que auxiliam na tomada de decisões não apenas na agricultura, mas também em áreas como engenharia, transportes e construção civil (Bambini; Furtado, 2010). O acesso a dados meteorológicos oferece diversos benefícios à agricultura, especialmente na tomada de decisões com base em múltiplas variáveis. Os equipamentos meteorológicos, além de fornecerem dados em tempo real, armazenam informações desde o momento de sua instalação. Com isso, é possível analisar o histórico das condições de cultivo e das decisões tomadas, o que facilita um planejamento mais eficiente das atividades agrícolas. Por consequência, ocorre o aumento da produtividade a partir de uma irrigação assertiva, pois ao monitorar diversas variáveis meteorológicas é possível ajustar as lâminas de irrigação suprimindo a demanda hídrica das plantas. Com isso, também há economia de energia e combustível, pois não serão realizadas irrigações com lâmina de água em excesso (Santos; Balbino, 2016).

Bambini e Furtado (2010) detalham a história da meteorologia, discorrendo sobre as inovações implementadas em equipamentos meteorológicos e automatizações ao longo do tempo, enfatizando a relevância dos avanços da meteorologia e os benefícios para as diversas áreas do conhecimento. A formação de redes de observação foi essencial para coletar grandes volumes de dados atmosféricos, fundamentais para a previsão do tempo. Essas redes surgiram inicialmente na Europa, facilitando o intercâmbio de informações. A coleta e a análise de dados meteorológicos são fundamentais para setores como agricultura, energia, transporte e defesa. As previsões auxiliam no planejamento de atividades e podem ser decisivas para o sucesso de uma propriedade rural.

### **3.3 Manejo de irrigação**

O manejo de irrigação é uma prática de elevada relevância no meio agrícola, buscando-se irrigar no momento e na quantidade adequada para suprir a demanda hídrica das plantas, sendo que essa demanda altera segundo o estágio de desenvolvimento (Silva; Neves, 2020). A cultura sofre consequências quando há aplicação excessiva de água, pois satura o solo e a aeração deste para as raízes é reduzida (Silva; Neves, 2020). Portanto, deve-se avaliar

as necessidades hídricas das plantas e o armazenamento de água do solo na camada de exploração das raízes para evitar déficit ou excesso de irrigação, beneficiando a qualidade do desenvolvimento vegetal e reduzindo a perda de água, a lixiviação de nutrientes e os impactos ao meio ambiente (Marouelli *et al.*, 2011). Em contrapartida, em condições de baixas precipitações e cultivos com irrigação insuficiente, ocorre diminuição do teor de água no solo, desencadeando mudanças fisiológicas, impactando na anatomia, fenologia e desenvolvimento das plantas, e conseqüentemente, com impactos na produtividade e na qualidade do produto agrícola (Marouelli *et al.*, 2011).

Com o intuito de aumentar produtividade e melhorar a eficiência, diversos manejos de irrigação vem sendo estudados, pois ao comparar com cultivos de sequeiro admite-se que áreas irrigadas têm maiores chances de elevar a produtividade das culturas agrícolas (Silva; Neves, 2020). De acordo com Marouelli *et al.* (2008) o adequado manejo de irrigação gera diversos pontos positivos no cultivo agrícola, sendo eles:

- a. Diminuição das condições de excesso ou falta de água;
- b. Atenuação de escoamento e lixiviação da água e menores perdas de nutrientes e eficiência de uso dos fertilizantes;
- c. Auxílio na redução de ocorrência de doenças de solo e parte aérea;
- d. Manutenção de níveis adequados de salinidade na zona radicular;
- e. Atenuação de complicações de encharcamento do solo;
- f. Aeração e drenagem;
- g. Eleva a produtividade e qualidade dos cultivos;
- h. Economia de custos com água, energia, mão de obra, fertilizantes, agrotóxicos e sistema de irrigação;
- i. Limita a ocorrência de percolação profunda e erosão;
- j. Possibilita aumentar a qualidade das águas;
- k. Concede o retorno dos investimentos por meio de maior receita bruta e menores custos;
- l. Permite aumentar a área de cultivo irrigada, devido à economia de água.

No manejo de irrigação diversos indicadores podem ser utilizados para determinar quando e quanto irrigar. Há indicadores baseados na planta, no solo ou na atmosfera. No manejo de irrigação baseado na planta os indicadores podem ser a aparência visual do organismo vegetal, o potencial de água e a temperatura da folha e o índice de estresse hídrico da planta (Marouelli *et al.*, 2011). Os equipamentos que captam os indicadores são os tensiômetros e sensores, sendo importante ter atenção a alguns aspectos

como a profundidade efetiva do sistema radicular, a profundidade de amostragem de solo e o local e profundidade de instalação dos equipamentos. Os indicadores relacionados ao solo são o teor de água no solo, a tensão de água no solo, a curva de retenção de água no solo e a disponibilidade de água no solo. Os indicadores com base na atmosfera contam com os seguintes fatores: coeficiente da cultura ( $K_c$ ), evapotranspiração e precipitação efetiva.

## **4 ATIVIDADES REALIZADAS**

### **4.1 Relatórios**

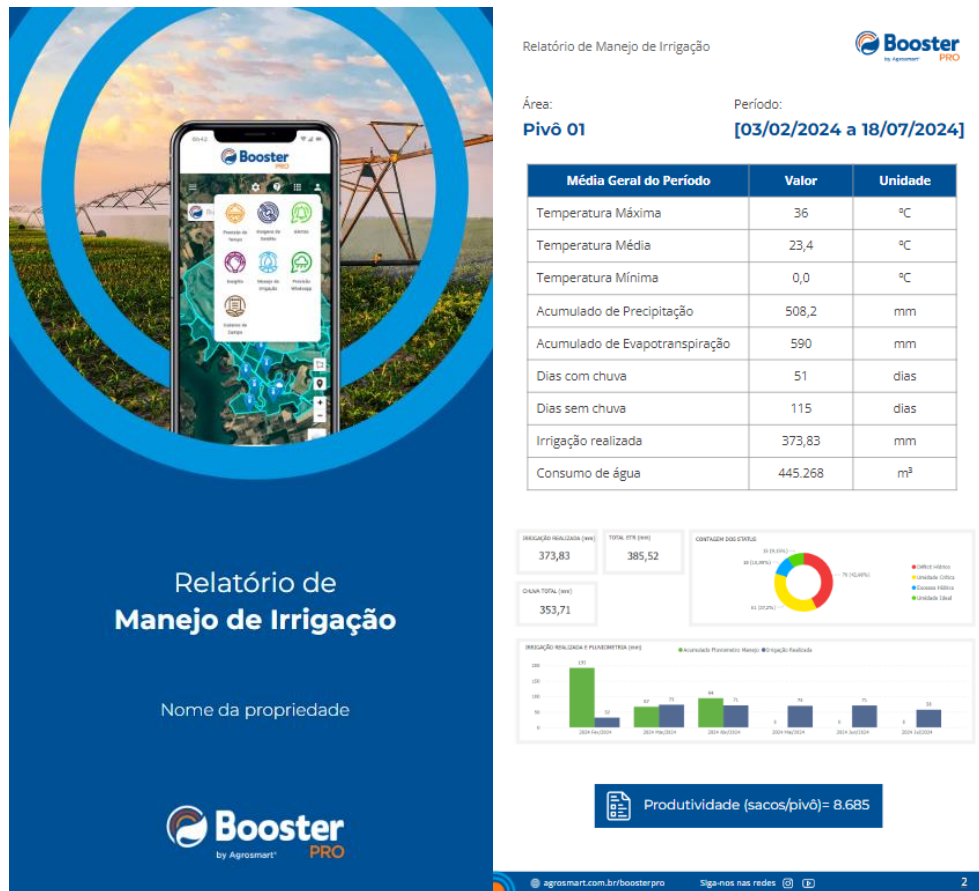
A principal atividade realizada no estágio foi a elaboração dos relatórios informativos, que consistem basicamente em um dos serviços disponibilizados aos clientes da Booster Pro e Booster Agro. Com os dados meteorológicos coletados a campo e organizados na plataforma, eram elaborados relatórios específicos para auxiliar os clientes na tomada de decisão.

#### **4.1.1 Relatório de manejo de irrigação**

A frequência de envio do relatório era de acordo com o ciclo das culturas. Para culturas perenes, o envio era mensal; enquanto que para culturas de plantas de lavoura, o envio era a cada final de safra. Para elaboração do relatório de manejo de irrigação coletava-se os dados das estações meteorológicas de cada cliente, sendo eles temperatura (máxima, média e mínima), precipitação, evapotranspiração e quantidade de dias com e sem chuva. Através da plataforma extraí-se a informação da quantidade de irrigação realizada e um gráfico que indica o *status* hídrico daquela área, classificando em três categorias sendo elas déficit hídrico, umidade crítica, umidade ideal ou excesso hídrico. Além disso, como um meio de analisar melhor os períodos mais críticos do cultivo era possível visualizar na plataforma um gráfico de irrigação realizada e volume de pluviometria de cada mês.

A partir de todas essas informações coletadas, o relatório de manejo de irrigação era elaborado (Figura 1).

**Figura 1. Exemplo de Relatório de Manejo de Irrigação.**



Fonte: A autora (2024).

Os *Customer Success* e os vendedores analisavam o perfil e os objetivos de cada cliente para ofertar o envio desse tipo de relatório e solicitavam o relatório, sendo a elaboração do mesmo uma das atividades principais do estágio. Os aspectos considerados para ofertar o relatório são:

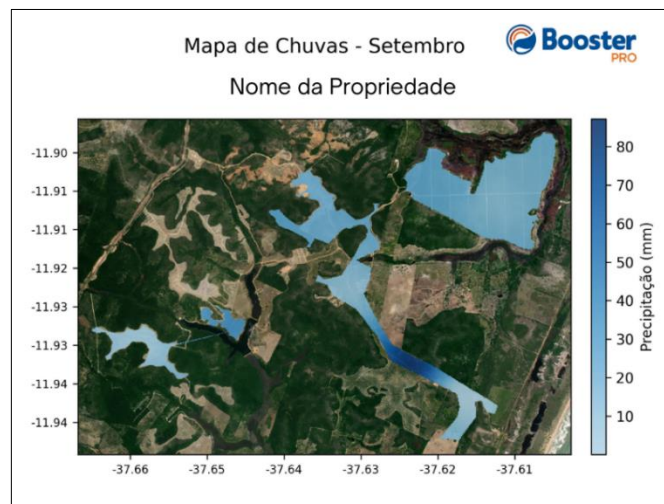
1. Clientes com diversos manejos ativos e que precisavam apresentar à sua equipe ou coordenadoria os dados da irrigação;
2. Clientes que precisavam montar apresentações sobre a irrigação para apresentar em eventos, consultorias e encontros de pesquisa e inovação;
3. Clientes com potencial para adquirir novos equipamentos, sendo o relatório um meio para incentivar o cliente a investir nas tecnologias da AgroSmart e aprimorar o manejo de irrigação;
4. Clientes que não estão seguindo as recomendações da plataforma a respeito das irrigações, gerando déficits hídricos. O envio do relatório evidenciava essas falhas e auxiliava a realizar possíveis ajustes.



#### 4.1.2 Relatório de mapa de chuva

O relatório de mapa de chuva era preparado baixando a imagem onde se visualiza as áreas e respectivos volumes de precipitação (Figura 2). Juntamente, coletava-se os volumes de precipitação registrados em cada equipamento e os dados de temperaturas mensais. O intuito de disponibilizar este relatório era auxiliar o cliente a distribuir de forma adequada a irrigação na propriedade e ter conhecimento do volume de chuva em cada área. Os mapas de chuvas foram enviados mensalmente através de um aplicativo de comunicação via mensagem, para facilitar o acesso. Este relatório era apresentado a todos os novos clientes, ficando a cargo deles comunicar se desejavam ou não receber mensalmente.

**Figura 2. Imagem do Mapa de chuva.**



Fonte: AgroSmart (2024).

#### 4.1.3 Relatório de dados meteorológicos

Para elaboração do relatório eram baixados os dados da estação meteorológica, bem como os gráficos gerados de precipitação, temperatura e rajada de vento.

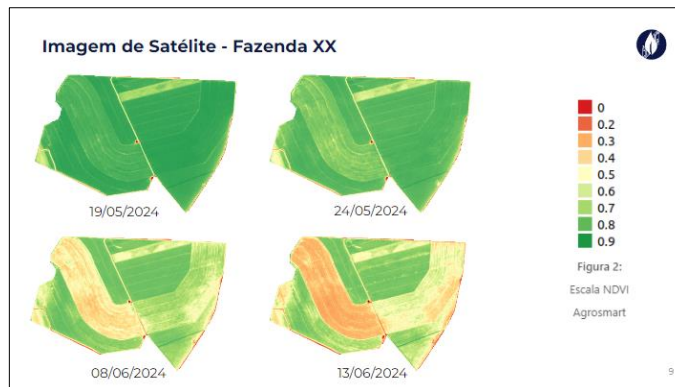
Neste relatório, foram organizadas tabelas com os dados da estação meteorológica e dos pluviômetros, possibilitando a análise sobre as condições meteorológicas durante o período, bem como os volumes de precipitação, observando os momentos mais chuvosos ou de escassez de água na área. O objetivo deste relatório era apresentar os dados coletados pela estação meteorológica, permitindo ao cliente analisar os dados meteorológicos, relacionar as informações desses dados com as condições e necessidades dos cultivos, avaliando os

volumes de precipitação durante o período para melhor dimensionar as irrigações. Esse relatório era oferecido a todos os clientes que desejavam acompanhar as condições meteorológicas, podendo ser escolhida a periodicidade de envio.

#### 4.1.4 Relatório de NDVI

Para elaboração do relatório de NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) selecionava-se na plataforma o serviço de imagens de satélites, selecionando abas para indicar a área, o período e o tipo de imagens desejado (RGB e NDVI). Assim, as imagens eram carregadas e poderiam ser baixadas. No relatório NDVI era adicionada uma explicação mais detalhada sobre NDVI e os padrões de cores da escala da AgroSmart, conforme ilustrado no anexo A. Adicionava-se a tabela com dados da estação meteorológica e uma página com as respectivas imagens de satélite (Figura 3). Os *Customer Success* e os vendedores são responsáveis por analisar para qual tipo de cliente poderiam ser enviados os relatórios. A frequência de envio era definida pelo cliente e por suas necessidades, podendo ser semanal, quinzenal ou mensal.

**Figura 3. Escala NDVI da AgroSmart.**



Fonte: AgroSmart (2024).

## 4.2 Parametrização e *input* de dados

A segunda atividade mais recorrente do estágio foi a parametrização e *input* de dados na plataforma. Após o cliente contratar os serviços da AgroSmart era necessário configurar a sua página de acesso ao Booster Pro. Para isso, ocorria uma reunião com o cliente para fazer um treinamento inicial, explicando sobre a plataforma e coletando informações como áreas de cultivo, culturas da propriedade, análise de solo e sistemas de irrigação. Posteriormente à

coleta de dados criava-se a nova organização onde o cliente passa a ter um número de identificação e inicia-se a parametrização da organização. Para adicionar as delimitações das áreas de cultivo da propriedade solicitava-se um arquivo do desenho das áreas em formato kml, kmz ou shp. Quando o cliente não possuía esses arquivos ele repassava um croqui das áreas e assim fazia-se os desenhos das respectivas áreas ou pivôs na plataforma. Além disso, solicitava-se as informações da análise granulométrica do solo (porcentagem de argila, silte e areia), e a partir dessas informações a plataforma calculava automaticamente a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, sendo esses fatores essenciais para gerar as indicações do manejo de irrigação.

Outras parametrizações importantes a serem realizadas correspondem à definição das culturas de interesse da organização e a configuração do sistema de irrigação. A Booster Pro possui um banco de dados de culturas e respectivos parâmetros padrões elaborado a partir de dados da literatura, como indicação se a cultura é perene ou não, profundidade inicial e final da raiz, número de dias de crescimento da raiz, fração de água disponível no solo e fases fenológicas. Após a definição das culturas de interesse do cliente, a cada nova safra eram inseridas informações de plantio na plataforma, indicando a cultura e data de plantio. Os clientes passavam essas informações através de um aplicativo de comunicação via mensagem.

A AgroSmart enviava os equipamentos e um vendedor ou Customer Success realizava a instalação. A partir da instalação, havia a necessidade de adicionar na plataforma as informações dos equipamentos (Anexo B), que eram chamados na empresa de módulos automáticos, se referindo às estações meteorológicas, sensores e pluviômetros. Após adicionar os módulos automáticos, os sistemas de irrigação podiam ser configurados. Para tal, adicionava-se as seguintes informações: área, tipo de sistema de irrigação, eficiência do sistema de irrigação, potência da bomba, método de limitação da máxima lâmina de irrigação diária, tempo máximo de irrigação diário por operação, fabricante, número de operações de irrigação, vazão dos emissores, espaçamento entre plantas e entre linhas e porcentagem da área irrigada. A partir disso, a plataforma calculava o tempo por operação e a lâmina por operação.

Desse modo, com todas as informações do cliente parametrizadas, a plataforma permitia a criação dos respectivos manejos de irrigação de cada área. Para criar os manejos era necessário informar a área de interesse, a perda de água acumulada ideal para irrigar, sendo neste caso necessário selecionar se é um limite fixo (mm) ou se está a 25%, 50% e 70% da água facilmente disponível média. Solicitava-se também o turno de rega, a porcentagem de

disponibilidade hídrica e os respectivos equipamentos e análise de solo, como pode ser observado no Anexo C.

### 4.3 Outras atividades

#### 4.3.1 Reuniões com os clientes

Foram realizadas algumas reuniões com os clientes durante o período do estágio. No início eram realizadas juntamente com o *Customer Success* ou os vendedores e o cliente e, posteriormente, apenas com os clientes. Realizavam-se reuniões de demonstrações, reuniões iniciais (denominadas de *onboarding*, onde era apresentada toda a plataforma e coletava-se algumas primeiras informações da propriedade), reuniões de treinamentos e reuniões de alinhamentos. As reuniões de alinhamento eram as mais frequentes, realizadas com o intuito de acompanhar os projetos de cada cliente, ajustar os sistemas de irrigação e para buscar fazer novas vendas de equipamentos e serviços aos clientes.

#### 4.3.2 Suporte aos clientes

Fornecer suporte aos clientes também era uma atividade do estágio. Havia certas demandas que os clientes relatavam em relação à manutenção dos equipamentos. Acompanhava-se as solicitações feitas por clientes em reuniões *online* ou através de aplicativo de comunicação via mensagem. Desta forma, coletava-se ao máximo informações do estado atual do equipamento, se possível com fotos e vídeos. Acessava-se a plataforma de solicitação de manutenção, chamada de “Jira”<sup>6</sup>, e lá se criavam as solicitações de manutenções com as devidas descrições para que dessa forma a equipe de suporte pudesse verificar e corrigir esses equipamentos. No Jira era necessário ficar acompanhando as correções, dado que a equipe de suporte poderia solicitar mais informações ou atualizar a situação dos equipamentos, sendo importante estar sempre com as informações atualizadas, pois cada equipamento que ficava *offline* poderia ser prejudicial para os usuários.

---

<sup>6</sup> Trata-se de uma ferramenta usada por equipes para gestão de projetos, agilizando o planejamento, monitoramento e dando suporte a *softwares*. Com o Jira, as informações são centralizadas na plataforma, possibilitando que as equipes verifiquem o andamento das atividades e mantenham uma boa organização e comunicação (Atlassian, 2024a).

Outra tarefa era realizar o atendimento dos clientes do Booster Agro e Booster Pro via *chat* da plataforma AgroSmart, onde tirava-se dúvidas e auxiliava-se a respeito da plataforma e das configurações. A equipe de vendas era responsável pelos equipamentos que estavam em campo. Dessa forma, além de enviar os equipamentos quando há um novo cliente, também era necessário recolher caso o cliente não tivesse mais o interesse de utilizar os serviços. Portanto, quando o cliente relatava que gostaria de finalizar o contrato, usava-se a plataforma Trello<sup>7</sup>, onde registrava-se informações do cliente e juntamente com as demais equipes da empresa realizava-se o processo de desligamento daquele cliente e recuperação dos equipamentos.

## 5 DISCUSSÃO

Foi possível perceber que a plataforma Booster Pro proporciona aos produtores o acesso a diversas ferramentas que auxiliam no melhor manejo agrícola para irrigação, mas também contribui para outras atividades agrícolas. Sistemas como esse têm surgido como ferramentas estratégicas para auxiliar os agricultores. A Embrapa Meio-Norte, em parceria com especialistas da Embrapa Informática Agropecuária, tiveram a iniciativa de desenvolver um sistema *web* projetado para facilitar o acesso a dados meteorológicos com o objetivo de apoiar o manejo de irrigação no Piauí. Os dados meteorológicos foram coletados por estações meteorológicas automáticas instaladas em diferentes regiões e, em intervalos regulares, são transmitidas a um servidor que armazena e organiza os dados (Silva *et al.*, 2008). Os pesquisadores relataram que a disponibilização desses dados por meio de uma plataforma *online* não só auxiliava os agricultores a tomarem decisões mais informadas sobre a irrigação, como também otimizava o uso da água, um recurso vital, especialmente em regiões onde a escassez hídrica é um problema recorrente.

Na aba de *dashboard* era possível acompanhar informações básicas como variação de precipitação e temperatura, bem como eram verificadas informações a respeito de velocidade e rajada de vento para realizar pulverizações nas lavouras. A própria plataforma na aba de previsão do tempo correlacionava as variáveis de vento e indicava se estava próprio ou impróprio para pulverizações, conforme exemplo no Anexo D. Esse mecanismo pode

---

<sup>7</sup> O Trello é uma plataforma de gestão com função de gerir projetos, por meio de listas de automatização de tarefas, fluxos de trabalho, ferramentas de organização, bem como facilita a comunicação das equipes durante os processos (Atlassian, 2024b).

contribuir na redução da contaminação ambiental e reduzir o uso excessivo de insumos. Os relatórios elaborados através dos dados dos equipamentos e *dashboards* da plataforma eram essenciais para a tomada de decisão dos clientes. Este relatório era mais simples, mas se tornava um documento importante e solicitado pelos clientes para poderem analisar os dados meteorológicos e os períodos de possíveis estresses hídricos. Em alguns casos, dependendo das culturas da área, os clientes solicitavam um gráfico básico de amplitude térmica para observar o efeito que esse fator estava causando nas plantas.

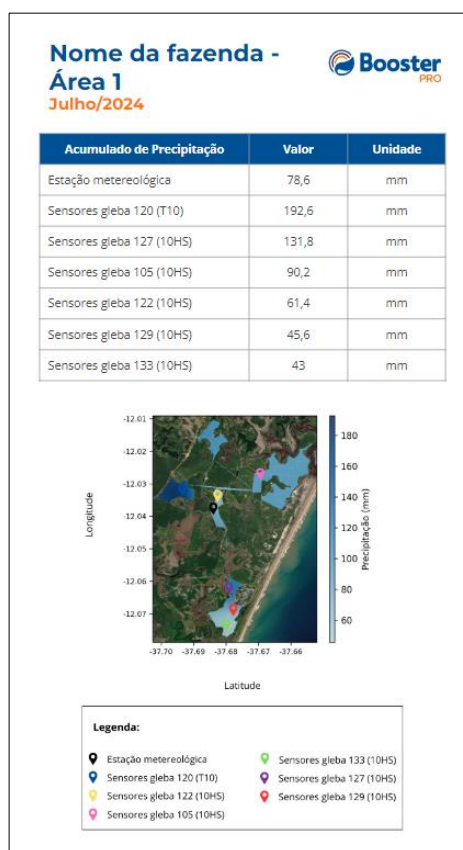
A aba de *dashboard* do Booster Pro poderia ser aperfeiçoada para melhorar e facilitar a visualização dos dados. A plataforma disponibilizava os dados tabelados e possibilitava que fossem baixados (Anexo E). Contudo, os dados estavam organizados de forma decrescente. Assim, era necessário baixar e filtrar para os dados ficarem na ordem correta de início do período até o último dia solicitado. Ademais, essa tabela poderia ser ajustada para gerar uma tabela com as cores da empresa e mais atrativa, com gráficos de amplitude térmica, precipitação e rajada de vento. Na plataforma, uma das abas essenciais era a de manejo de irrigação e a de *insights*, pois nesses espaços os clientes avaliavam através de gráficos interativos como estava sendo feito o manejo, desde o plantio até a colheita da cultura (Anexos F e G). No relatório de manejo de irrigação eram observadas informações essenciais sobre a assertividade do manejo que estava sendo realizado em cada área, sendo um documento de grande valia para decisões futuras em relação à irrigação.

Rosa *et al.* (2000) discutiram a importância do manejo adequado da irrigação com o uso de uma estação meteorológica e *software* especializado para determinar o balanço hídrico. A coleta de dados meteorológicos, como precipitação e evapotranspiração, demonstrou que, mesmo em regiões com alta precipitação, como Cruz Alta (RS), a irrigação suplementar ainda é necessária devido à distribuição desigual das chuvas. A análise mostra que, embora a precipitação total na área fosse significativa, a irrigação foi necessária durante períodos críticos, como o florescimento do milho, para evitar déficits hídricos que comprometem o rendimento (Rosa *et al.*, 2000). Este cenário reforça a importância de ter controle e informação sobre as variáveis meteorológicas, como a chuva, temperatura e a evapotranspiração, pois isso permite um manejo mais eficiente da irrigação, evitando perdas de produtividade e garantindo um uso mais eficiente da água. O relatório de manejo de irrigação possuía essa funcionalidade, pois informava os clientes a respeito das variáveis meteorológicas do período, bem como identificava se os lançamentos de irrigação estavam sendo realizados no momento e na quantidade adequada.

No relatório de manejo de irrigação alguns clientes solicitavam que fosse adicionado a produtividade da área, para poder usar esse relatório em apresentações para equipes ou eventos, tornando assim esse documento um informativo aos demais. Devido à alta demanda deste relatório, a equipe de produto da AgroSmart poderia criar um *layout* de fácil aplicação, onde os clientes pudessem selecionar as datas e áreas de interesse e o relatório fosse gerado, contendo a tabela com os dados da estação meteorológica, os gráficos e um campo onde o cliente pudesse adicionar a produtividade da área, para assim ter acesso a um relatório completo podendo baixar esse documento em formato pdf.

Um dos objetivos dos clientes ao adquirirem os produtos e serviços da AgroSmart era o acesso à informação sobre volume de chuva. Os relatórios de mapas de chuvas serviam como uma ferramenta para o cliente analisar a distribuição de chuvas nas diferentes glebas e melhor dimensionar a quantidade de irrigação nos locais. Em alguns relatórios desse tipo, os clientes solicitaram a adição de dados da estação meteorológica para que ficasse mais completo o documento, bem como solicitaram a geração de gráficos comparando as precipitações. Os mapas de chuva eram gerados através de um sistema da empresa que não estava dentro da plataforma, mas que correlacionava os dados da plataforma. Seria interessante que fosse adicionado uma aba na plataforma onde os próprios clientes pudessem selecionar o mês de interesse e baixar o mapa de chuva, assim eles teriam acesso mais facilitado e poderiam avaliar as precipitações entre vários períodos. Na figura 4 há um modelo de relatório de mapa de chuva que poderia ser gerado pela plataforma, contendo uma tabela com os dados de precipitação de todos os equipamentos da organização e um mapa de chuva com a identificação do local de cada equipamento, facilitando assim que o cliente conseguisse observar a distribuição de chuvas em sua propriedade.

**Figura 4. Modelo de novo relatório de Mapa de Chuva.**



Fonte: AgroSmart (2024).

Com o relatório de NDVI, o cliente avaliava a estimativa de biomassa de uma área ou entre áreas ao longo do tempo, bem como podia identificar se havia falhas de plantio ou clareiras, tirando conclusões de como estava sendo a resposta das plantas à adubação ou se havia formação de palhada adequada. Além disso, a determinação dos índices de vegetação permitia o manejo espacial da adubação nitrogenada. Também é possível realizar uma colheita seletiva através dos índices de NDVI, pois o índice de vegetação permite avaliar a distribuição espacial e condições das vegetações. Um exemplo é a colheita seletiva em videira para vinho (Costa *et al.*, 2018).

Os serviços da AgroSmart, junto com o produto Booster Pro, ofereciam diversos benefícios para os produtores rurais, especialmente na otimização dos processos agrícolas e no aumento da eficiência da produção. O monitoramento constante reduz a necessidade de visitas ao campo, economizando tempo e recursos. A plataforma recomendava a quantidade e o momento ideal para realizar a irrigação, gerando economia de água. O setor agropecuário é pressionado para reduzir o consumo de água, devido a um cenário global de escassez hídrica, regulamentações mais severas, mudanças climáticas e por uma exigência de mercado por uma



produção com sustentabilidade. Em regiões agrícolas mais intensivas o uso de água para irrigação pode levar à sobrecarga de aquíferos. Em situações como essas os produtores são desafiados a conciliar a demanda por alimentos com a conservação de recursos naturais.

As mudanças climáticas são outro fator de pressão, pois devido às secas e mudanças de precipitações, os produtores acabam por utilizar mais os recursos hídricos, por isso há uma cobrança de que o uso seja de forma racional e planejada. Ademais, os consumidores e investidores do setor estão exigindo cada vez mais uma produção que não impacte tanto o meio ambiente. Essa questão implica muito em incentivos financeiros e nas vendas, pois o não cumprimento de práticas sustentáveis, pode reduzir a procura ou gerar restrições de mercado. Soluções da agricultura digital podem auxiliar a garantir maior sustentabilidade no manejo dos recursos hídricos sem comprometer a produtividade. Nesse contexto, o uso de ferramentas digitais, como as oferecidas pela AgroSmart, emerge como uma resposta eficaz. Ao integrar variáveis meteorológicas e condições específicas das áreas, essas tecnologias permitem um manejo de irrigação mais preciso, reduzindo o uso de água e ajudando os produtores a responder de forma econômica às demandas ambientais e regulatórias.

Moura (2004) descreve a importância da utilização de dados agrometeorológicos, especialmente a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), para o manejo eficiente da irrigação na cultura da videira no Submédio São Francisco. Os resultados evidenciaram que a irrigação que estava sendo feita era superior à necessidade das plantas durante as fases fenológicas, sendo possível ajustar o manejo de irrigação, evitando o desperdício. Isso é essencial para garantir o desenvolvimento adequado das plantas nas diferentes fases fenológicas e reduzir o impacto do uso excessivo de água, um recurso vital e escasso, especialmente em regiões semiáridas. O estudo concluiu que o manejo baseado em parâmetros meteorológicos, como a evapotranspiração e os coeficientes de cultura são fundamentais para otimizar o consumo de água.

O mercado atual exige uma agricultura mais sustentável com práticas de menor impacto ambiental. Nesse sentido, os serviços da AgroSmart podem auxiliar os produtores rurais a usar de forma mais eficiente água e insumos. Ademais, através dos relatórios gerados, os clientes visualizaram que estavam realizando manejos adequados e com conformidade ambiental, podendo comprovar o cumprimento de regulamentações e certificações. Com os relatórios, o cliente não perdia tempo analisando os dados meteorológicos, podendo se concentrar em áreas estratégicas, pois a plataforma automatiza diversas tarefas operacionais.

Os métodos paleoclimáticos diretos e indiretos (pré-instrumentais) e meteorológicos diretos (instrumentais), são as formas mais utilizadas para identificar os mecanismos

modificadores do clima, sendo que os dados meteorológicos se destacam por ser o meio mais confiável para ter conclusões a respeito do clima (Oliveira *et al.*, 2006). Por meio dos dados e do histórico de previsões meteorológicas, é possível estudar e prever épocas de ocorrência de eventos climáticos prejudiciais, como seca, chuvas intensas e ventanias, sendo este um fator muito importante no contexto atual onde há ocorrência de eventos extremos em decorrência dos efeitos das mudanças climáticas.

No início do ano de 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou a maior tragédia climática da história. Os volumes de precipitação em algumas cidades, como Porto Alegre, foram os maiores já registrados na história, ultrapassando marcas importantes como a da enchente de 1941 e de 2023 (Fantinel, 2024). As chuvas intensas e o despreparo do Estado sem adequados planos de gestão, medidas de previsão e mitigação de riscos, foram motivos que intensificaram as perdas, pois certos municípios que foram atingidos primeiramente não receberam o apoio necessário e estavam desolados sofrendo até com uma segunda inundação (Fantinel, 2024). O negacionismo climático ignora os avisos da comunidade científica, insistindo na ideia de que eventos extremos são fenômenos naturais que ocorrem de tempos em tempos. Além disso, rejeita a realidade de que esses eventos estão se tornando mais frequentes e intensos, resultado direto do aquecimento global provocado pelas atividades humanas (Rizotto *et al.*, 2024).

A tragédia climática afetou diversos municípios, gerando inundações e deslizamentos em zonas rurais, com mais de 206 mil propriedades atingidas com perdas significativas de produção e infraestrutura, além de ficarem sem acesso à água potável (Rio Grande do Sul, 2024). As enchentes que assolaram o Rio Grande do Sul destacaram a vulnerabilidade do setor agrícola frente a eventos climáticos extremos, reforçando a necessidade de investimentos em soluções tecnológicas avançadas. Ferramentas digitais são essenciais porque oferecem monitoramento contínuo de variáveis meteorológicas. No contexto atual, se torna primordial pensar em resiliência climática especialmente na agricultura, que acaba sofrendo com prejuízos a curto, médio e principalmente a longo prazo. O sistema da Booster Pro possibilita que os produtores tomem decisões informadas com base em dados precisos e atualizados através da previsão do tempo, conforme exemplo no anexo H. Além disso, auxilia na gestão eficiente da água e contribui com menor pressão sobre os recursos naturais.

Os desafios enfrentados pela AgroSmart eram a falta de recursos para adquirir novos equipamentos. Havia a demanda de compra de novos equipamentos por razão do aumento de vendas de equipamentos, bem como pela necessidade de troca de equipamentos, devido aos desgastes ou danos decorrentes do tempo. Contudo, os equipamentos eram caros e para que a

empresa adquirisse novos, precisaria de mais investimentos ou aumentar de forma expressiva a lucratividade. Há custos contínuos de manutenção nos equipamentos, em decorrência de umidade, avarias ou danos. Essas falhas ou desligamentos dos equipamentos acabavam por desanimar o cliente em relação ao uso, e se não eram corrigidas em tempo hábil faziam o proprietário desistir do projeto. A troca de pilhas era de responsabilidade do cliente, e em alguns casos eles não adquiriram as pilhas da marca indicada ou deixavam por semanas o equipamento desligado, prejudicando a coleta de dados. Havia certos equipamentos com placa solar; contudo, não havia a quantidade necessária de placas para enviar a todos os clientes que solicitavam.

O investimento inicial nos serviços da AgroSmart é um obstáculo para alguns produtores. Em certas tentativas de vendas os produtores relataram ter interesse, mas ao ser passado os valores para aquisição desistiram, pois já possuíam diversos investimentos e não consideravam o uso dessa tecnologia como um fator essencial. Essas são barreiras enfrentadas principalmente por pequenos produtores. Uma alternativa para fomentar o uso dessa tecnologia entre eles seria ter o auxílio do governo nesses casos ou parcerias da Emater/Embrapa, como incentivo às propriedades agrícolas, pois o uso dessas tecnologias podem promover diversas vantagens.

Outra opção para facilitar o acesso dos produtores a essas ferramentas digitais seria a atuação em conjunto com cooperativas ou associações de produtores. Essas entidades têm o intuito de unir interesses semelhantes dos associados e negociar em nome de todos eles, o que facilita na diminuição de custos. Dessa forma, as entidades poderiam contratar os serviços da AgroSmart por meio do poder de compra coletivo, através de descontos, acesso a créditos e facilidades de pagamento. Ademais, cooperativas e associações geralmente promovem apoio na gestão, fornecendo capacitação técnica, apoio na utilização das ferramentas, gerando maior engajamento e persistência dos produtores ao aderir às tecnologias.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A agricultura digital vem promovendo transformações significativas no setor agrícola, especialmente no manejo de recursos e monitoramento de culturas. A análise do Booster Pro evidencia a relevância dessas ferramentas na geração de informações essenciais para ajustes de irrigação, visando atender à demanda hídrica das plantas. O acesso a dados meteorológicos permite que os produtores monitorem variáveis climáticas, planejem e adaptem suas práticas

agrícolas diante de cenários climáticos adversos, mitigando riscos e aumentando a eficiência operacional.

Os relatórios disponibilizados aos clientes da AgroSmart, como os de manejo de irrigação e NDVI, são documentos fundamentais para a gestão agrícola. No entanto, a experiência do usuário pode ser aprimorada com a criação de layouts mais intuitivos e personalizáveis, incluindo informações sobre produtividade e comparações entre áreas. Essa melhoria tornaria as ferramentas mais práticas e acessíveis, facilitando a tomada de decisões e aumentando o valor agregado da plataforma.

Para atender às demandas de uma agricultura mais sustentável e eficiente é essencial expandir a digitalização no campo. Combinada a tecnologias emergentes, como inteligência artificial e *big data*, a digitalização permite a geração de dados, organização de documentos e facilidade no monitoramento. Entretanto, o custo inicial ainda é uma barreira que limita o acesso dos produtores, especialmente dos pequenos. Por isso, políticas públicas e parcerias são fundamentais para ampliar o uso dessas ferramentas digitais. Assim, a agricultura digital surge como um caminho para aumentar a produtividade, sustentabilidade e resiliência das práticas agrícolas, enfrentando os desafios globais das mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

- ATLASSIAN a. **Introdução ao Jira: O que é o Jira?**. Disponível em: <https://www.atlassian.com/br/software/jira/guides/getting-started/introduction#what-is-jira-software>. Acesso em: 18 out. 2024.
- ATLASSIAN b. **Explore as funções que ajudam no sucesso do time**. Disponível: <https://trello.com/pt-BR>. Acesso em: 21 out. 2024.
- BAMBINI, M. D.; FURTADO, A. T. Redes observação e a evolução tecnológica contribuindo para o desenvolvimento de modelos matemáticos na Meteorologia no século XX. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 12.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 7., 2010, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Sociedade Brasileira da História da Ciência, 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/874184>. Acesso em: 04 out. 2024.
- BASSOI, L. H. *et al.* Agricultura de precisão e agricultura digital. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, São Paulo, ano 19, n. 20, p. 17-36, jul/dez, 2019. Disponível em: <dx.doi.org/10.23925/1984-3585.2019i20p17-36>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- BOLFE, E. L. *et al.* Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. *In*: MASSRUHÁ *et al.* (ed.). **Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília: Embrapa, 2020. pt. 3, cap. 16, p. 380-406. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126213>. Acesso em: 13 out. 2024.
- COSTA, B. R. S. *et al.* Delimitação de zonas homogêneas em vinhedo por meio de análise geoestatística e multivariada de diferentes índices de vegetação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2018. **Anais [...]**. Curitiba, PR: AsBraAP, 2018. p. 45-51. Disponível em: [https://www.asbraap.org/files/arquivo/arquivo\\_Zjvd9IEh.pdf](https://www.asbraap.org/files/arquivo/arquivo_Zjvd9IEh.pdf). Acesso em: 08 out. 2024.
- EZENNE, G. I. *et al.* Current and potential capabilities of uas for crop water productivity in precision agriculture. **Agricultural Water Management**, Amsterdã, ano 19, v. 218, p. 158-164, jun, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.034>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- FANTINEL, L. A intrusão das águas. **Caderno De Administração**, Maringá, v. 32, n.1, p. 1-5, jun. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/cadadm.v32i1.72688>. Acesso em: 11 out. 2024.
- INGIZZA, C. *et al.* **Customer Success é o cargo da moda nas startups**. 03/10/2019. Disponível em: <https://exame.com/carreira/customer-success-e-o-cargo-da-moda-nas-startups/>. Acesso em: 20 out. 2024.
- INNOVATION LATAM. **Todas as startups que geram impacto devem participar!**. São Paulo, SP, 2024. Disponível em: <https://innovationlatam.com/ch/iimpact-br>. Acesso em: 20 de out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **Princípios de Meteorologia e Meio Ambiente**. 2018. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>. Acesso em: 05 out. 2024.

LIU, Y. *et al.* From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current status, enabling technologies, and research challenges. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, Macau, v.17, n.6, p.4322-4334, jun., 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/342368607\\_From\\_Industry\\_40\\_to\\_Agriculture\\_40\\_Current\\_Status\\_Enabling\\_Technologies\\_and\\_Research\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/342368607_From_Industry_40_to_Agriculture_40_Current_Status_Enabling_Technologies_and_Research_Challenges). Acesso em: 03 out. 2024.

MARQUELLI, W. A. *et al.* Eficiência econômica do manejo racional da irrigação em tomateiro para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 3, p. 238-243, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/vNwpGcMHsHwnfZKS3bWfQ7t/?format=pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

MARQUELLI, W. A. *et al.* Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F. de; *et al.* (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. cap. 5, p. 158-232. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/915574>. Acesso em: 12 ago. 2024.

MARQUELLI, W. A. *et al.* **Irrigação por aspersão em hortaliças**: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/762590>. Acesso em: 17 ago. 2024.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0 - Rumo à Agricultura Digital. **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade**: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2 ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2018. cap. 2, n. 235, p. 56-59. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073150>. Acesso em: 07 de ago. 2024.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* **Agricultura digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília: Embrapa, 2020. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126213>. Acesso em: 06 ago. 2024.

MOURA, M. S. B. de. A informação agrometeorológica e o manejo de irrigação na cultura da videira. In: SEMINÁRIO NOVAS PERSPECTIVAS PARA O CULTIVO DA UVA SEM SEMENTES, 2004, Petrolina. **Anais[...]**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Documentos, 185). Disponível em : <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/29105/1/OPB590.pdf>. Acesso em: 21 out. 2024.

OLIVEIRA *et al.* Inferência de mudanças climáticas na região de Manaus (AM) usando dados geotermiais e meteorológicos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 24, p. 169 - 187. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbg/a/YTtBmy3GDxkM3q4Nc43fBmQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 out. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. GOVERNO DO ESTADO. SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO. Mais de 206 mil propriedades

rurais foram afetadas pelas enchentes no RS. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/mais-de-206-mil-propriedades-rurais-foram-afetadas-pelas-enchentes-no-rs>. Acesso em: 11 out. 2024.

RIZOTTO *et al.* Crise climática e os novos desafios para os sistemas de saúde: o caso das enchentes no Rio Grande do Sul/Brasil. **Saúde em debate**, v. 48, n. 141, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2358-28982024141EDP>. Acesso em: 11 out. 2024.

ROSA, G. M. da; *et al.* Manejo da irrigação com a utilização de estação meteorológica compacta associada a software para a determinação do balanço hídrico. *In: XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, Santa Maria, 2000. **Anais [...]**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p. 373-374. Disponível em: <https://sbagro.org/files/biblioteca/4983.pdf>. Acesso em: 21 out. 2024.

SANTOS, D.; BALBINO, A. **Estação meteorológica**: como funciona e sua importância na agricultura. São Paulo, 11/09/2016. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/estacao-meteorologica-funciona-importancia-agricultura/>. Acesso em: 07 out. 2024.

SILVA, A. J. S. *et al.* Um sistema web para a consulta de dados meteorológicos como ferramenta de apoio no manejo de irrigação no Estado do Piauí. *In: I ENCONTRO NACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA*, 2008, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Universidade de Fortaleza, 2008. p. 1-23. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/70510/1/SistemaWebConsultaDadosMeteorologicosApoioManejoIrrigacaoPiauiENH2008.pdf>. Acesso em: 21 out. 2024.

SILVA, S.; NEVES, E. Importância do manejo da irrigação. **Enciclopédia biosfera**, Jandaia, v. 17, n.34., p. 217-288, 2020. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2078>. Acesso em: 14 ago. 2024.

SOUZA, K. X. S *et al.* Agricultura digital: definições e tecnologias. *In: MASSRUHÁ, S. M. F. S. et al. Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília: Embrapa, 2020. pt. 1, cap. 2, p. 46-66. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126213>. Acesso em: 06 ago. 2024.

VIOLA, E.; MENDES, V. Agricultura 4.0 e mudanças climáticas no Brasil. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 25, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200246r2vu2022L3OA>. Acesso em: 03 de out. 2024.

WOLFERT, S. *et al.* Big Data in Smart Farming – A review. **Agricultural System**, Wageningen, v. 153, p. 69-80, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>. Acesso em: 01 out. 2024.

## ANEXO A - Modelo de explicação usado no relatório de NDVI sobre as faixas capturadas e padrão de cores NDVI.

### Faixas Capturadas



Entre as faixas que podem ser capturadas pelo equipamento presente no satélite estão a banda do vermelho (RED) e do infravermelho próximo (NIR), utilizadas para o cálculo NDVI, mostrado na equação 1.

Equação 1:  $NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED)$

Uma folha sadia absorve bastante luz da banda do vermelho (ou reflete pouco, ex.: 8%), para execução da fotossíntese, enquanto reflete bastante o infravermelho (ex.: 50%) pois a clorofila bloqueia a sua passagem.

Já uma planta seca não absorve a luz do vermelho (reflete bastante, ex.: 30%), pois não produz fotossíntese e reflete menos (ex.: 40%) o infravermelho porque existe pouca clorofila para reter a passagem da luz.

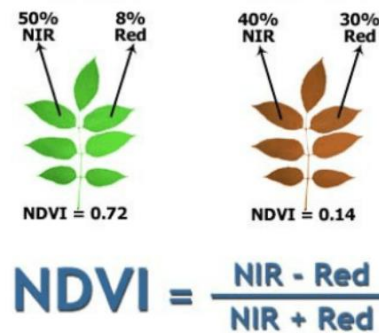


Figura 1: Exemplo do cálculo NDVI e as folhas sadia a esquerda e a seca a direita.

### Padrão de cores NDVI

O padrão de cores adotado pela Agrosmart segue os seguintes valores de NDVI:

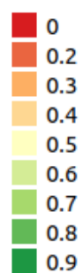


Figura 2:  
Escala NDVI  
Agrosmart

Nas imagens de satélite com NDVI da Agrosmart esse valores são transformados em cores para facilitar a identificação, valores próximos a zero de NDVI com cor vermelha representando ausência de vegetação, amarelo representando a vegetação seca e a cor verde representando alto índice de NDVI com altas taxas de fotossíntese.

Quanto maior o valor de NDVI, mais alta a taxa de fotossíntese da lavoura, representada pela cor verde. À medida que diminui o valor de NDVI a cor muda de tonalidade do amarelo para o laranja, finalizando na cor vermelha, que representa a ausência de atividade fotossintética.



## ANEXO B - Aba do Booster Pro para adicionar e configurar módulos automáticos.

**Atualizar Módulo Automático**

Fabricante\*  
Agrosmart

Part Number\*  
ABPRFP0040022 - Módulo para Sensores Satélite

Nome\*  
Estação Meteorológica | 40C

Latitude\*  
-22,742437

Longitude\*  
-47,109416

Observações  
anterior:1965

Código de Barras\*  
5091

Código de Barras\*  
5091

PIN\*  
43MEI

Configuração\*  
Estação Meteorológica (Davis)

**Sensores**

	Ativo	Nome	Ações
>	<input checked="" type="checkbox"/>	Davis - Pluviometro	
>	<input checked="" type="checkbox"/>	Davis - Temperatura e Umidade	
>	<input checked="" type="checkbox"/>	Davis - Radiação Solar	
>	<input type="checkbox"/>	Davis - Temperatura do Solo	
>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bateria da Estação	
>	<input checked="" type="checkbox"/>	Davis - Anemometro	

VOLTAR **ATUALIZAR MÓDULO AUTOMÁTICO**

Fonte: AgroSmart (2024).

## ANEXO C - Aba do Booster Pro para adicionar e atualizar manejos.

**Atualizar Manejo**

Área\*  
Quadra 21

Algoritmos de Irrigação Disponíveis\*  
Avançado

Perda de água acumulada ideal para irrigar\*  
50% da AFD Média

Limite Fixo (mm)

Turno de Rega\*  
Variável

Valor em Dias

Porcentagem de disponibilidade hídrica\*  
80,0

Cultivos\*  
Anuais\*

Sistemas de Irrigação\*  
Aspersão 20 mm

Estações Meteorológicas  
Estação Meteorológica | 40C

Sensores de Solo

Pluviômetros

Ponto de Previsão  
Previsão Bayer

Análises de Solo\*  
Quadra 21

ALTERAR CONFIGURAÇÕES AVANÇADAS

VOLTAR **ATUALIZAR MANEJO**

Fonte: AgroSmart (2024).

## ANEXO D - Aba do Booster Pro sobre a previsão do tempo e indicações para pulverizações.

### Previsão do Tempo

Visualização

Hora em Hora  Diária

Ponto de Previsão \*  
Previsão Celeiro ...

Data da Previsão	↑ Temperatura instantânea ponto de orvalho	Umidade relativa instantânea	Velocidade instantânea do vento	Direção instantânea do vento	Chuva acumulada	Chuva	Temperatura do ar instantânea	Gota Grossa	Gota Média	Gota Fina
Terça-feira, 15/10/24, 14h	11	36	10	Leste	0.00	0.00	29	Impróprio	Impróprio	Impróprio
Terça-feira, 15/10/24, 15h	13	44	10	Sudeste	0.00	0.00	28	Impróprio	Impróprio	Impróprio
Terça-feira, 15/10/24, 16h	14	40	9	Sudeste	0.00	0.00	30	Impróprio	Impróprio	Impróprio
Terça-feira, 15/10/24, 17h	14	42	7	Sudeste	0.00	0.00	30	Impróprio	Impróprio	Impróprio
Terça-feira, 15/10/24, 18h	16	59	13	Sudeste	1.80	1.80	27	Impróprio	Impróprio	Impróprio
Terça-feira, 15/10/24, 19h	18	62	9	Sudeste	1.80	0.00	27	Ideal	Ideal	Marginal
Terça-feira, 15/10/24, 20h	18	67	8	Sul	1.80	0.00	27	Ideal	Ideal	Marginal
Terça-feira, 15/10/24, 21h	17	68	9	Sudeste	4.80	3.00	25	Impróprio	Impróprio	Impróprio
Terça-feira, 15/10/24, 22h	16	72	4	Sudoeste	4.80	0.00	23	Ideal	Ideal	Marginal
Terça-feira, 15/10/24, 23h	16	71	4	Leste	4.80	0.00	23	Ideal	Ideal	Marginal

10 linhas | < > 1-10 de 48 > >

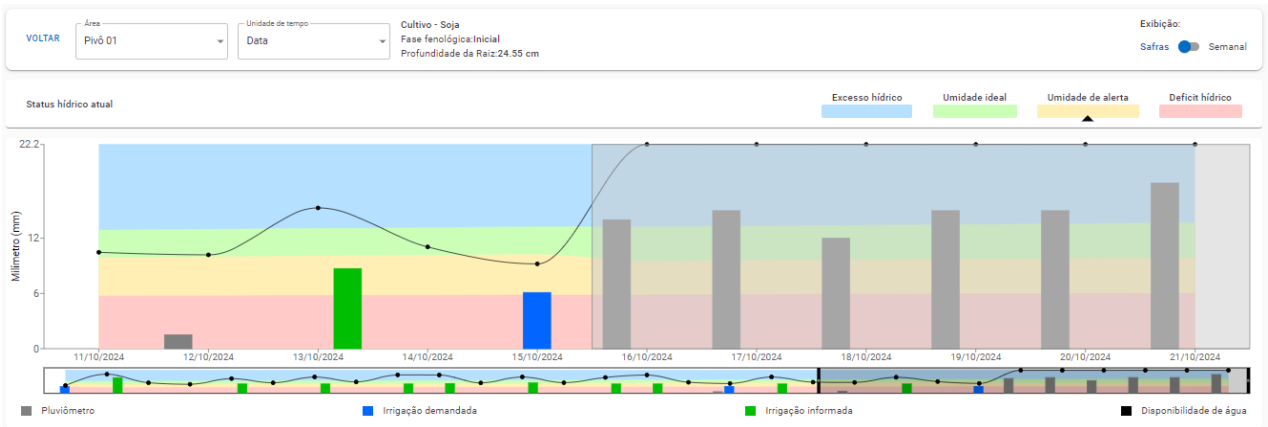
Fonte: AgroSmart (2024).

## ANEXO E - Tabela de dados metereológicos gerado da telemetria dos equipamentos.

Data/Hora	Precipitação (mm)	Temperatura do Ar (°C)			Umidade do Ar (%)			Velocidade do Vento (Km/h)		Direção do Vento (°)	Radiação solar média (W/m²)			Tensão da Bateria (V)			E (n)
	Soma	Min	Média	Máx	Min	Média	Máx	Rajada	Média	Média	Min	Média	Máx	Min	Média	Máx	
13/08/2024	0.0	21	<b>24</b>	28.2	78	<b>91.1</b>	99	14.4	<b>1.2</b>	Sudoeste	0.0	<b>117.1</b>	553	5.7	<b>5.7</b>	5.7	
12/08/2024	0.0	22.8	<b>26</b>	30.3	72	<b>85</b>	96	18	<b>3.5</b>	Sudoeste	0.0	<b>228.1</b>	940	5.7	<b>5.7</b>	5.8	
11/08/2024	0.0	21.7	<b>25.4</b>	29.4	73	<b>85.4</b>	95	21.6	<b>3.6</b>	Oeste	0.0	<b>200.7</b>	971	5.7	<b>5.7</b>	5.8	
10/08/2024	0.0	19.2	<b>24</b>	28.8	67	<b>83.7</b>	98	25.2	<b>3.7</b>	Sul	0.0	<b>238.6</b>	914	5.7	<b>5.8</b>	5.8	
09/08/2024	0.0	21.4	<b>24.5</b>	28.3	69	<b>84.6</b>	99	18	<b>3.2</b>	Oeste	0.0	<b>245.2</b>	945	5.7	<b>5.8</b>	5.8	
08/08/2024	36.6	22.1	<b>23</b>	25.3	90	<b>96</b>	99	21.6	<b>3.2</b>	Sul	0.0	<b>65.9</b>	493	5.8	<b>5.8</b>	5.8	
07/08/2024	6.8	21.6	<b>24.8</b>	29.8	70	<b>86.3</b>	98	21.6	<b>4.3</b>	Oeste	0.0	<b>209.2</b>	892	5.8	<b>5.8</b>	5.8	
06/08/2024	1	19.9	<b>24.6</b>	29.6	68	<b>82.7</b>	97	21.6	<b>4.4</b>	Noroeste	0.0	<b>206.3</b>	982	5.8	<b>5.8</b>	5.8	

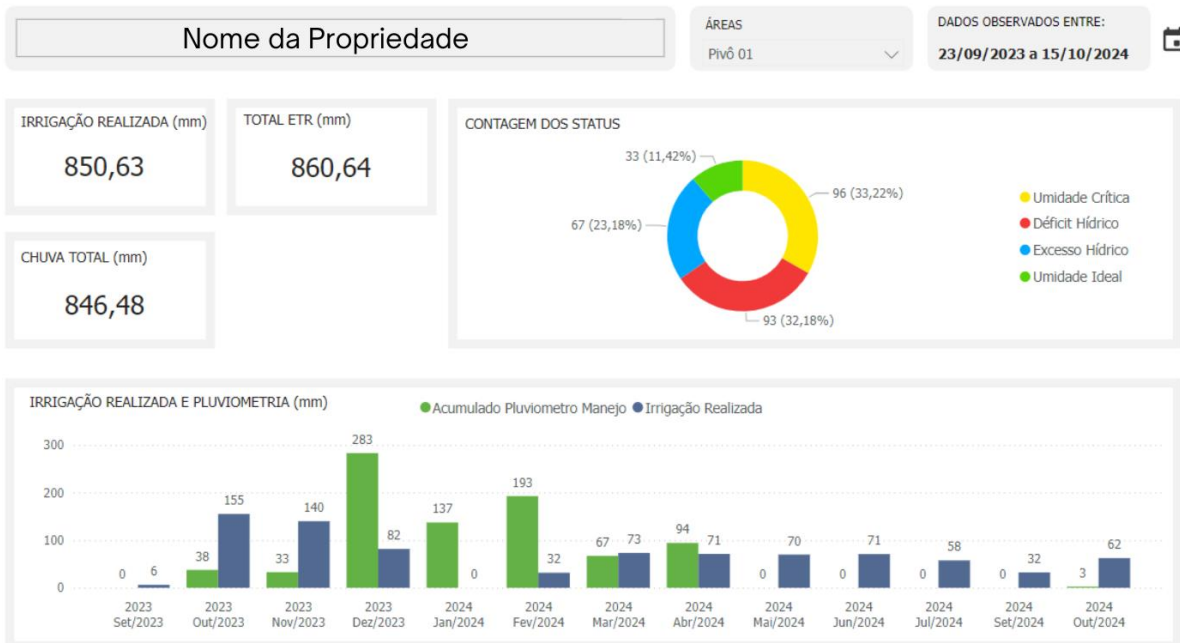
Fonte: AgroSmart (2024).

### ANEXO F - Aba de manejo de irrigação.



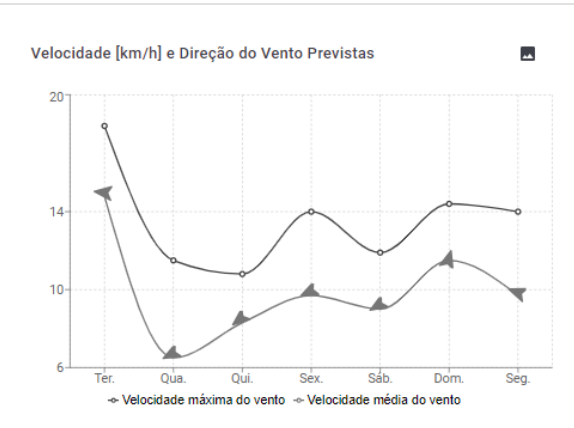
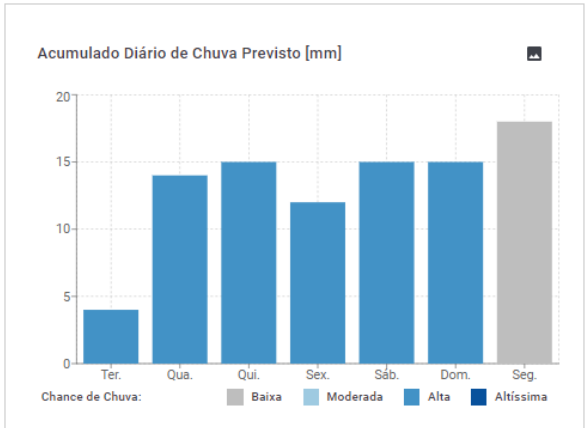
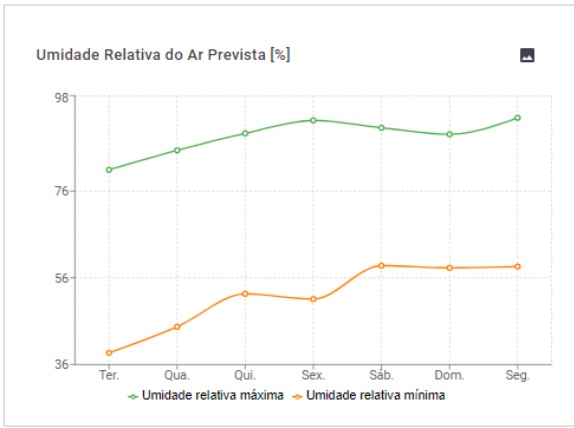
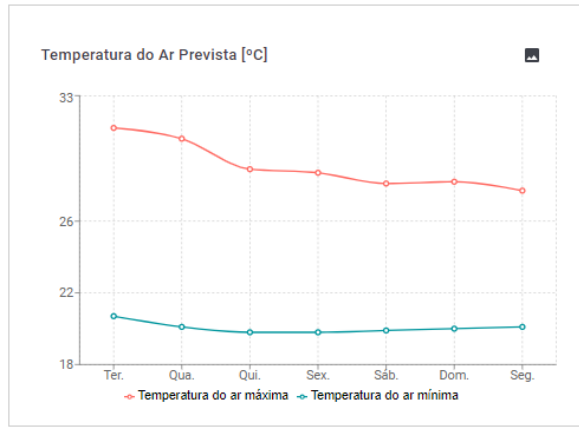
Fonte: AgroSmart (2024).

### ANEXO G - Aba de insights.



Fonte: AgroSmart (2024).

### ANEXO H - Aba da previsão de tempo diária.



Fonte: AgroSmart (2024).