



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LAURA FERREIRA ROCHA

**FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA: UMA PLATAFORMA
INTERATIVA DE TREINAMENTO COM ELEMENTOS DE
GAMIFICAÇÃO**

LONDRINA

2023

LAURA FERREIRA ROCHA

**FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA: UMA PLATAFORMA
INTERATIVA DE TREINAMENTO COM ELEMENTOS DE
GAMIFICAÇÃO**

Versão Preliminar de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Londrina para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Daniel dos Santos Kaster

LONDRINA

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Sobrenome, Nome.

Título do Trabalho : Subtítulo do Trabalho / Nome Sobrenome. - Londrina, 2017.
100 f. : il.

Orientador: Nome do Orientador Sobrenome do Orientador.

Coorientador: Nome Coorientador Sobrenome Coorientador.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Assunto 1 - Tese. 2. Assunto 2 - Tese. 3. Assunto 3 - Tese. 4. Assunto 4 - Tese. I. Sobrenome do Orientador, Nome do Orientador. II. Sobrenome Coorientador, Nome Coorientador. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. IV. Título.

ROCHA, L. F.. **Ferrugem asiática da soja: Uma plataforma interativa de treinamento com elementos de gamificação**. 2023. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso – Versão Preliminar (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

A ferrugem asiática é a mais severa doença que incide sobre a cultura da soja. Ela pode reduzir significativamente a produtividade da lavoura e o manejo por meio de fungicidas é dispendioso e complexo. Diante disso, é crucial que os futuros profissionais da área sejam capacitados de forma abrangente e dinâmica quanto a aplicação desses compostos químicos. O ensino tradicional das técnicas de manejo pode ser limitado em termos de engajamento dos alunos e efetividade no aprendizado. Nesse contexto, a gamificação surge como uma abordagem promissora, utilizando elementos de jogos para tornar o processo de aprendizado mais envolvente e motivador. A aplicação da gamificação específica no ensino do manejo de doenças da soja ainda carece de investigação científica e evidências empíricas. Portanto, este estudo busca desenvolver e avaliar um sistema de treinamento com elementos de gamificação para auxiliar no ensino do manejo da ferrugem asiática da soja. Espera-se que a aplicação de elementos de gamificação aumente o engajamento dos estudantes no estudo do manejo da ferrugem asiática, contribuindo no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Gamificação. Sistema de treinamento. Ferrugem asiática. Engajamento.

ROCHA, L. F.. **Soybean Asian rust: An interactive training platform with gamification elements**. 2023. 21p. Final Project – Draft Version (Bachelor of Science in Computer Science) – State University of Londrina, Londrina, 2023.

ABSTRACT

Asian rust is the most severe disease affecting soybean crops. It can significantly reduce crop productivity, and the management through fungicides is costly and complex. In light of this, it is crucial that future professionals in the field be comprehensively and dynamically trained in the application of these chemical compounds. Traditional teaching of management techniques may be limited in terms of student engagement and effectiveness in learning. In this context, gamification emerges as a promising approach, using game elements to make the learning process more engaging and motivating. The specific application of gamification in teaching soybean disease management still lacks scientific investigation and empirical evidence.

Therefore, this study aims to develop and evaluate a training system with gamification elements to assist in teaching Asian rust management in soybeans. It is expected that the application of gamification elements will increase student engagement in the study of Asian rust management, contributing to the teaching and learning process.

Keywords: Gamification. Training system. Asian rust. Engagement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ferrugem asiática na folha de soja[1]	10
Figura 2 – Protótipo da tela de cadastro de jogo	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Elementos de Jogos e Comportamento Afetado [2]	15
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO DA ARTE . . .	10
2.1	Ferrugem asiática da soja	10
2.2	Manejo da ferrugem asiática da soja	11
2.2.1	Modelos preditivos de severidade da ferrugem asiática baseados em dados meteorológicos	12
2.3	Plataformas de manejo de doenças e controle de cultivares . .	12
2.4	Gamificação	14
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1	Especificação do sistema	18
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja na atualidade. Entre 1973 e 2023, a produção de soja no país aumentou mais de 1.000% [3]. A crescente expansão da área de cultivo tem por consequência o desenvolvimento de doenças da soja, como a ferrugem asiática, por exemplo [4]. A ferrugem asiática é a mais severa doença que incide sobre a cultura da soja [5]. Ela forma lesões nas folhas da planta e causa a desfolha precoce, o que compromete a formação e o enchimento das vagens, podendo reduzir significativamente a produtividade [6]. Dentre as medidas de manejo da ferrugem, o uso de fungicidas se tornou ainda mais necessário, resultando em um aumento nos custos de produção. Isso demanda dos produtores e técnicos uma vigilância constante nas plantações, aquisição de conhecimento sobre os produtos e suas dosagens ideais para diferentes situações, bem como uma maior habilidade na aplicação da tecnologia associada. [7].

O modelo calendarizado de aplicação dos fungicidas pode indicar aplicações excessivamente precoces, tardias ou até desnecessárias, aumentando ainda mais o custo do manejo [8]. É preciso ter conhecimento dos produtos e intervalos de dosagens mais eficientes em cada situação, o que pode variar de acordo com condições climáticas e geográficas, por exemplo [7]. Nesse cenário, surgem estudos que buscam desenvolver modelos de previsão de severidade da ferrugem com base em dados meteorológicos, como os de chuva [9] [8].

O manejo adequado da ferrugem asiática na cultura da soja é essencial para garantir a produtividade e a rentabilidade dessa importante cultura agrícola [4]. Diante das diversas condições agrometeorológicas encontradas, é crucial que os profissionais dessa área sejam capacitados de forma abrangente e dinâmica quanto a aplicação dos fungicidas químicos. No entanto, o ensino tradicional das técnicas de manejo pode ser limitado em termos de engajamento dos alunos e efetividade no aprendizado. Nesse contexto, a gamificação surge como uma abordagem promissora, utilizando elementos de jogos para tornar o processo de aprendizado mais envolvente e motivador [10].

A aplicação da gamificação específica no ensino do manejo de doenças da soja ainda carece de investigação científica e evidências empíricas. Portanto, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma plataforma para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem que analise dados da aplicação de fungicidas na cultura da soja para tratamento da ferrugem asiática. Para tanto, tem-se como objetivos específicos: (a) desenvolver um sistema de análise de aplicação de fungicidas para o manejo da ferrugem; (b) inserir elementos de gamificação no sistema proposto para aumentar o engajamento dos usuários; (c) avaliar experimentalmente a efetividade do sistema proposto no processo de ensino-aprendizagem.

Espera-se contribuir para a melhoria das práticas educacionais nessa área, fornecendo insights sobre a viabilidade e os benefícios dessa abordagem inovadora. Os resultados obtidos podem servir de base para aprimorar o currículo e as metodologias de ensino relacionadas ao manejo de doenças da soja, como a ferrugem, bem como estimular futuras pesquisas no campo da gamificação e da educação agrícola. Espera-se que a aplicação de elementos de gamificação aumente o engajamento dos estudantes no estudo do manejo da ferrugem asiática, contribuindo no processo de ensino-aprendizagem.

Este documento está organizado como segue. A Seção 2 detalha os conceitos abordados neste trabalho, além de elencar os principais e mais recentes estudos desse contexto. A Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos que serão adotados para atingir os objetivos propostos. A Seção 4 detalha os resultados obtidos na pesquisa e os discute com base no referencial teórico. Por fim, a Seção ?? expõe objetivamente as conclusões estabelecidas com base nos resultados do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO DA ARTE

2.1 Ferrugem asiática da soja

A soja é uma leguminosa rica em proteína de qualidade e que está disponível em grandes volumes. Além de ser a matéria-prima na indústria alimentícia, o grão da soja é a base da produção de rações animais e também possui aplicações na indústria de biocombustível, cosmética e de produtos terapêuticos. A cultura da soja é uma das mais importantes no Brasil, sendo o maior produtor mundial de soja na atualidade. Entre 1973 e 2023, a produção de soja no país aumentou mais de 1.000% [3].

A produção de soja enfrenta desafios consideráveis em termos de custos, tanto para os agricultores individuais quanto para o país como um todo. A aquisição de fungicidas, representa um ônus significativo, especialmente desde que a ferrugem asiática foi identificada no cenário agrícola há mais de uma década [11]. A ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é a mais severa doença que incide sobre a cultura da soja [5]. Ela forma pequenas lesões nas folhas da planta com coloração que varia de castanho a marrom-escuro (Figura 1). Com o passar do tempo, essas folhas se tornam amarelas, ficam secas e caem. Em um estágio mais avançado, a doença gera a desfolha precoce, o que compromete a formação e o enchimento de vagens, podendo reduzir significativamente a produtividade [6].



Figura 1 – Ferrugem asiática na folha de soja[1]

Quanto mais tarde a ferrugem incide sobre a lavoura, menor o potencial de perda e mais fácil é o seu controle. Entretanto, mesmo nesses casos, a redução da produtividade pode chegar a 40% [5]. Nesse cenário, após a detecção da doença, é necessário realizar o tratamento imediato ou destruir a região afetada para evitar a proliferação do fungo [5].

2.2 Manejo da ferrugem asiática da soja

No que diz respeito ao manejo da ferrugem asiática, o controle químico por meio de fungicidas é uma das estratégias adotadas [5]. O uso desses compostos é recomendado no início do desenvolvimento da doença ou até mesmo anteriormente, como medida de prevenção [6]. Nesse processo, diversas variáveis devem ser consideradas como, por exemplo, a época de semeadura, o estágio de desenvolvimento da planta e as condições agrometeorológicas do local [5].

A diversidade de condições regionais impede a adoção de um modelo único nacional para o controle da doença. Deve-se considerar as particularidades de cada região e os fatores de risco ao longo da safra ao planejar o uso de fungicidas. O modelo de planejamento básico utilizado é o calendarizado. Uma das principais razões para a adoção de programas de aplicações calendarizadas de fungicidas é a dificuldade em identificar a doença em seu estágio inicial e o potencial de danos significativos em caso de falha no manejo [9]. No entanto, esse modelo pode indicar aplicações excessivamente precoces, tardias ou até desnecessárias [8].

É importante ressaltar que mesmo com a aplicação correta dos fungicidas, o controle do fungo pode ser interrompido devido à degradação química, física ou biológica do ingrediente ativo. Nesse contexto, a precipitação desempenha um papel fundamental, pois as chuvas podem causar diluição, redistribuição, remoção e extração física dos compostos químicos aplicados nos tecidos das plantas [6]. Além disso, o molhamento foliar contínuo somado a condições ótimas de temperatura (18°C a 26,5°C) favorecem o rápido desenvolvimento do fungo [9].

Para usar fungicidas de forma eficaz, é crucial adotar programas de controle supervisionados, com base na observação da doença e em orientação de especialistas. Esses programas utilizam dados sobre a doença, informações ambientais e modelos específicos para indicar quando e como aplicar fungicidas, visando evitar perdas de produtividade [8].

Os produtores, com o suporte de assistência técnica, devem identificar a doença e determinar o momento ideal para iniciar as aplicações, bem como estabelecer os intervalos apropriados entre elas. Além disso, é fundamental que eles definam as quantidades adequadas dos produtos, escolham as combinações apropriadas, adaptem os tratamentos de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura e as condições climáticas, entre outros fatores. Todas essas decisões desempenham um papel crucial no controle eficaz da ferrugem e, conseqüentemente, na melhoria da produtividade da lavoura [12].

2.2.1 Modelos preditivos de severidade da ferrugem asiática baseados em dados meteorológicos

A precipitação, especialmente a chuva, é identificada como um fator crítico no desenvolvimento da ferrugem da soja [9]. Nesse contexto, pesquisadores buscam desenvolver modelos de severidade da ferrugem asiática com base nesses tipos de dados.

Em um estudo realizado por [13], foram desenvolvidos modelos de regressão linear para prever a severidade final da ferrugem com base em dados meteorológicos, principalmente de chuva. Os resultados indicaram que os modelos baseados em chuva têm uma alta capacidade de previsão da severidade da ferrugem asiática da soja em diferentes regiões do Brasil. Esses modelos podem ser úteis para prever os riscos de epidemias e orientar medidas de controle da doença.

Outro estudo que faz uso de dados meteorológicos foi desenvolvido por [14]. O estudo propõe o uso de árvores de decisão, uma técnica de mineração de dados, para prever a ocorrência da doença com base em dados meteorológicos. Foram utilizados registros de ocorrência da doença e dados meteorológicos de quatro safras. O modelo gerado apresentou uma taxa de acerto de cerca de 78%, com a temperatura mínima sendo o fator mais influente.

Na Universidade Estadual de Londrina, em um projeto do Centro de Inteligência Artificial AGRO (CIA - AGRO) foi desenvolvido um sistema de previsão da severidade da ferrugem asiática na cultura da soja. O sistema faz o processamento de dados meteorológicos e, por meio de uma Inteligência Artificial, calcula a severidade da doença a partir da emergência da planta. O sistema também mostra a severidade da doença em outros três cenários: sem aplicação de fungicidas; com aplicação de fungicidas seguindo o modelo calendarizado; e com a aplicação de fungicidas de forma personalizada. Nesse último cenário, o usuário informa em quais dias da safra deseja fazer as aplicações.

2.3 Plataformas de manejo de doenças e controle de cultivares

Um trabalho desenvolvido por [15] na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul apresenta a arquitetura de um software denominado U-Agro. Essa arquitetura foi concebida com o propósito de aprimorar as práticas agrícolas, especificamente na Agricultura de Precisão, em que a tecnologia desempenha um papel fundamental. A U-Agro emprega tecnologias de Computação Ubíqua para coletar informações cruciais do solo e do ambiente em tempo real, por meio de uma Rede de Sensores Sem Fio (RSSF). Os dados coletados, como pH do solo e umidade, são processados e armazenados em uma ontologia que descreve o contexto da Agricultura de Precisão. Essa ontologia é então utilizada para inferir recomendações e alertas com base nos dados, permitindo, por exemplo, a correção do pH do solo quando necessário. Além disso, a arquitetura disponi-

biliza aos produtores uma aplicação móvel para acessar essas informações em tempo real, capacitando-os a tomar decisões informadas sobre o manejo da lavoura. A U-Agro é uma solução inovadora que integra tecnologias avançadas para coleta de dados, inferência de recomendações e comunicação direta com os agricultores, contribuindo significativamente para a eficiência e produtividade na agricultura.

Outra importante iniciativa é a da DigiFarmz Smart Agriculture, uma startup inovadora no setor agrícola, que concentra seus esforços no aprimoramento do controle fitossanitário na produção de soja. Eles desenvolveram uma plataforma digital sofisticada que permite a análise comparativa de diferentes fungicidas, combinações de fungicidas, variedades de soja, datas de semeadura, níveis de infestação por doenças e locais de cultivo para a soja. Esta plataforma oferece informações de grande valor para agricultores, consultores e outros profissionais do campo, facilitando a tomada de decisões relacionadas à compra e aplicação de produtos agrícolas. Durante a safra, a plataforma utiliza algoritmos complexos para identificar as datas ideais para a aplicação de fungicidas, considerando 31 parâmetros que englobam as características específicas das variedades de soja, tipos de fungicidas, condições climáticas, e até mesmo as coordenadas geográficas das áreas de cultivo. Esses algoritmos foram desenvolvidos com base em mais de duas décadas de coleta de dados em diversas regiões do Brasil e do Paraguai, representando um conjunto de informações valiosas que são continuamente atualizadas para apoiar a agricultura de soja de forma precisa e eficaz [12].

No contexto da aplicação da tecnologia de banco de dados no agronegócio, [16] criaram o SINDOC (Sistema de Informação de Doenças da Cana-de-Açúcar), plataforma que organiza informações sobre doenças em plantações de cana-de-açúcar. O estudo enfatiza a necessidade de bancos de dados não convencionais para lidar com informações complexas, como imagens e dados textuais, relevantes para o agronegócio. A plataforma desenvolvida se mostrou eficaz para diagnosticar doenças na cultura da cana-de-açúcar, oferecendo informações detalhadas e soluções de controle.

Em relação as ferramentas baseadas no Manejo Integrado de Pragas (MIP), a plataforma AgroPro Monitor visa fortalecer os métodos de controle não químicos, desempenhando um papel fundamental no gerenciamento de pragas e doenças na agricultura. O seu enfoque está em promover o uso responsável de defensivos agrícolas, minimizando os impactos ambientais e o efeito residual nos alimentos, ao mesmo tempo em que permite que a natureza contribua para o equilíbrio das populações de pragas. O Monitor oferece a capacidade de antecipar problemas fitossanitários e adaptar-se às condições agronômicas específicas de uma área, embasando as decisões em dados científicos sobre as populações de insetos, ácaros e doenças. Isso é combinado com informações sobre o valor da produção na área e os custos potenciais de tratamentos. Ele utiliza metodologias especializadas para avaliar problemas em campo e define níveis de ação e critérios exclusivos para interpretar

os dados coletados em diferentes culturas. Isso resulta em informações precisas que auxiliam na tomada de decisões para o uso racional de defensivos agrícolas e na implementação de biodefensivos, promovendo assim uma abordagem mais sustentável e eficaz no manejo de pragas e doenças na agricultura [17].

Outro estudo que cria um sistema para auxiliar no manejo de doenças é o desenvolvido por [18]. O foco do estudo é no míldio da videira, cuja ocorrência está relacionada ao clima e ao "microclima" criado pelas próprias plantas. O estudo apresenta um algoritmo baseado na Regra dos 3-10 que utiliza uma plataforma IoT e previsões de precipitação de 3 dias para prever o surgimento do míldio da videira. Este algoritmo se conecta a uma Interface API RESTful para fornecer probabilidades de infecção ao agricultor e notificá-lo caso ultrapasse um limite. O objetivo é melhorar a gestão da fitossanidade da cultura, reduzir tratamentos e aumentar a rentabilidade na produção de vinho.

2.4 Gamificação

Gamificação diz respeito ao uso de elementos e técnicas de design de jogos em contextos que não estão relacionados a jogos para aumentar o engajamento das pessoas [19]. A Tabela 1 apresenta os elementos de jogos e seus respectivos comportamentos afetados, propostos por [2].

Tabela 1 – Elementos de Jogos e Comportamento Afetado [2]

Conceito	Descrição	Comportamento Afetado
Reconhecimento	Todo tipo de feedback que elogia as ações específicas dos jogadores. Ex: distintivos, medalhas e troféus.	Engajamento
Competição	Quando dois ou mais jogadores competem entre si para alcançar um objetivo comum. Ex: Jogador vs. Jogador, placares e conflito.	Engajamento
Cooperação	Quando dois ou mais jogadores colaboram para alcançar um objetivo comum. Ex: trabalho em equipe e missões cooperativas.	Motivação
Economia	Transações dentro do jogo, monetizando valores e outros elementos do jogo. Ex: são mercados, transações e trocas.	Engajamento
Nível	Camadas hierárquicas presentes em um jogo, que proporcionam uma maneira gradual para o jogador obter novas vantagens à medida que avançam. Ex: níveis de personagem e nível de habilidade.	Engajamento
Objetivos	Guia as ações dos jogadores. Quantificável ou espacial, de curto a longo prazo. Ex: missões, quests e marcos.	Engajamento
Pontos	Unidade usada para medir o desempenho dos usuários. Ex: pontos, número de mortes e pontos de experiência.	Engajamento
Progressão	Isso permite que os jogadores se localizem (e seu progresso) dentro de um jogo. Ex: barras de progresso, mapas e etapas.	Engajamento
Estatísticas	Informações visíveis usadas pelo jogador, relacionadas aos seus resultados dentro do jogo. Ex: resultados, barra de saúde, barra de magia, HUD, indicadores e dados do jogo apresentados ao usuário.	Engajamento
Pressão de Tempo	Pressão por tempo dentro do jogo. Ex: contagens regressivas, relógio e temporizador.	Motivação

Um mapeamento sistemático da literatura realizado por [20], sobre a gamificação aplicada à educação, mostrou que o uso dessa técnica tem crescido. Os artigos do mapeamento tinham como semelhança a busca por promover motivação e engajamento dos alunos. Além disso, observou-se que a maioria dos autores desenvolveram suas próprias ferramentas para a validação da gamificação e que foi possível observar uma melhora do desempenho dos participantes no processo de ensino-aprendizagem.

No contexto de recursos humanos, [9] realizaram um estudo que explorou a aplicação da gamificação em atividades de treinamento e desenvolvimento. Eles conduziram entrevistas com profissionais que haviam experienciado com sucesso a gamificação e analisaram as respostas, identificando tendências e categorias de palavras-chave que surgiram nas entrevistas. Os resultados obtidos apontaram que a gamificação se mostrou eficaz na promoção do engajamento dos participantes em atividades de treinamento e desenvolvimento. Entende-se que isso ocorre devido ao feedback constante de pequenas conquistas, que motiva os participantes a continuar. Outro ponto destacado é que a ludicidade é um elemento importante da gamificação que proporciona um ambiente de aprendizado mais leve. No entanto, o exagero na "dose de diversão" pode ser prejudicial, tornando a abordagem menos eficaz.

Nos últimos anos, houve um aumento considerável na discussão sobre a gamificação [21]. Além disso, estão sendo desenvolvidas diversas soluções tecnológicas para monitorar e compartilhar dados sobre a ferrugem asiática, como U-Agro [15], DigiFarmz Smart [12], SINDOC [16] e AgroPro Monitor [17], por exemplo. Apesar disso, a criação de plataformas específicas para o processo ensino-aprendizagem do manejo da ferrugem da soja ainda carece de investigação científica e evidências empíricas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A primeira etapa dos procedimentos metodológicos envolve a especificação do problema e o levantamento de requisitos da plataforma. Serão considerados os requisitos funcionais (recursos interativos, personalização de configurações e análise de dados), técnicos (tecnologias de desenvolvimento, servidores e bancos de dados) e educacionais (experiência do usuário e gamificação). A segunda etapa compreende a definição do fluxo de funcionamento do sistema com prototipagem. Nesse passo, serão definidos os elementos de gamificação a serem incorporados.

Como terceiro passo metodológico, será realizado o levantamento de ferramentas e a implementação do sistema proposto. Após isso, um teste de usabilidade beta será realizado para identificar possíveis falhas e bugs. Tendo resolvido os problemas encontrados no teste beta, será realizado o teste de usabilidade com o grupo de usuários-alvo, que são estudantes e docentes do curso de agronomia. Durante a realização do teste, serão coletados dados para avaliar o desempenho dos usuários.

Os dados coletados são analisados estatisticamente para avaliar o impacto do sistema no aprendizado. Por fim, os graduandos e docentes são convidados a fornecer um feedback qualitativo sobre o sistema, incluindo sugestões de melhorias e comentários sobre a experiência geral de uso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Especificação do sistema

A plataforma de treinamento para manejo da ferrugem asiática da soja representa uma inovadora abordagem educacional, criada para atender às necessidades de discentes, docentes, pesquisadores e profissionais do setor agrícola. Desenvolvida como uma extensão do sistema já existente no CIA-AGRO, esta ferramenta combina elementos de jogos com análise de dados para proporcionar uma experiência de aprendizado envolvente e eficaz.

Inicialmente, o instrutor, que pode ser um docente ou técnico da área, cria uma ou mais turmas. Para esse cadastro, basta informar uma string de nome da turma. O sistema retorna um código que, posteriormente, será utilizado pelos discentes para ingressar na turma. Além de criar turmas, o instrutor pode configurar um jogo para cada turma (Figura 2), adaptando a experiência de aprendizado conforme os objetivos específicos do treinamento. Dentre as variáveis configuráveis estão a cultivar, o fungicida, o intervalo de datas para o plantio, o preço da soja e a região geográfica da simulação. As opções de cultivares oferecidas para escolha incluem todas aquelas mapeadas pela Embrapa no estado do Paraná.

Home


CIA-AGRO
AGRICULTURA INTELIGENTE

NOME DO JOGO

REGIÃO

TURMA



CULTIVAR

FUNGICIDA

INTERVALO DE DATAS DO PLANTIO



PREÇO DA SOJA

CRIAR JOGO

Figura 2 – Protótipo da tela de cadastro de jogo

Ao ingressar em uma turma, o jogador tem acesso ao jogo definido nela. Assim que iniciar um jogo, são apresentadas as informações básicas sobre o problema a ser enfrentado, aquelas definidas pelo instrutor. São apresentados também dados complementares

da cultivar em questão, como o número médio de dias da emergência à maturação plena, o número médio de dias da emergência ao início do florescimento e potencial produtivo em kg/ha. Além disso, o jogador interage com gráficos que exibem informações cruciais para a tomada de decisão. Gráficos de temperatura diária e precipitação ao longo do período da safra são apresentados, permitindo que o jogador analise as condições agrometeorológicas. A interatividade com os gráficos é aprimorada, possibilitando ao jogador obter mais detalhes ao deixar o mouse sobre a curva do gráfico, revelando valores específicos naquele ponto. O jogador também tem acesso a informações detalhadas sobre os defensivos disponíveis, incluindo nome, princípio ativo, eficiência em porcentagem, preço por hectare e quantidade da dose.

Após a análise detalhada do problema, a data de plantio e as datas para aplicações de fungicida são decisões a serem tomadas pelo jogador, com a seleção de datas realizada através de um calendário. Após indicar uma aplicação, ela é registrada no painel e permite edição conforme necessário.

De forma paralela ao processamento do jogo, o sistema coleta dados de interação do usuário para análises posteriores, como o tempo que o aluno passou em cada gráfico, quantas vezes consultou valores específicos nos gráficos e quantas vezes alterou sua resposta. Esses dados podem indicar as variáveis consideradas mais importantes pelo jogador em suas decisões.

A métrica de produtividade, calculada com base nas decisões dos jogadores e em parâmetros como custo da cultura, custo do fungicida, porcentagem de controle do fungicida, preço da soja e potencial produtivo da cultura, permite que os jogadores avaliem o impacto de suas decisões no resultado final da sessão.

Os resultados de todos os jogadores são compilados em um ranking, proporcionando comparações e análises das estratégias adotadas. É importante ressaltar que as comparações são realizadas apenas entre jogadores que compartilham as mesmas configurações de jogo para garantir a justiça nas análises.

REFERÊNCIAS

- [1] MILES, M. R.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L. Soybean rust: Is the us soybean crop at risk. *APS Net Plant Pathology Online*, 2003.
- [2] TODA, A. M. et al. A taxonomy of game elements for gamification in educational contexts: Proposal and evaluation. In: IEEE. *2019 IEEE 19th international conference on advanced learning technologies (ICALT)*. [S.l.], 2019. v. 2161, p. 84–88.
- [3] LANDRAF, L. *Ciência e tecnologia permitem safras recordes de soja nas lavouras brasileiras*. 2023. Disponível em: <

- [14] MEGETO, G. A. et al. Árvore de decisão para classificação de ocorrências de ferrugem asiática em lavouras comerciais com base em variáveis meteorológicas. *Engenharia Agrícola*, SciELO Brasil, v. 34, p. 590–599, 2014.
- [15] MORGENSTERN, M. et al. U-agro: Uma arquitetura ubíqua de gerenciamento de atividades na agricultura de precisão. *ICCEEg-10*, 2015.
- [16] DOLL, L. M. et al. Sistema interativo para consulta de doenças da cana-de-açúcar-sindoc. 2000.
- [17] SZELIGA, E. Uso da plataforma agropro monitor para o controle de pragas e doenças na agricultura. *Engenharia Agrônômica*, p. 22–22, 2020.
- [18] PEIXOTO, C. M. O. *Estudo e Aplicação de Modelos de Previsão de Doenças da Vinha Sobre Plataformas de IoT*. Tese (Doutorado) — Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro (Portugal), 2019.
- [19] DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 9–15.
- [20] SANTOS, J. d. A. dos; FREITAS, A. L. C. de. Gamificação aplicada a educação: um mapeamento sistemático da literatura. *RENOTE*, v. 15, n. 1, 2017.
- [21] BAI, S.; HEW, K. F.; HUANG, B. Does gamification improve student learning outcome? evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, Elsevier, v. 30, p. 100322, 2020.