

Ferrugem asiática da soja: Uma plataforma interativa de treinamento com elementos de gamificação

Laura Ferreira Rocha¹, Daniel dos Santos Kaster¹

¹Departamento de Computação – Universidade Estadual de Londrina (UEL)
Caixa Postal 10.011 – CEP 86057-970 – Londrina – PR – Brasil

`laura.ferreira@uel.br, dskaster@uel.br`

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.

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.*

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% [13]. A crescente expansão da área de cultivo tem por consequência o desenvolvimento de doenças da soja, como a ferrugem asiática, por exemplo [11]. A ferrugem asiática é a mais severa doença que incide sobre a cultura da soja [9]. Ela forma lesões nas folhas da planta e causa a desfolha precoce, o que compromete a formação e o enchimento de vagens, podendo reduzir significativamente a produtividade [10]. Dentre as medidas de manejo, o uso de fungicidas se tornou ainda mais necessário [3].

O modelo calendarizado de aplicação dos fungicidas pode indicar aplicações excessivamente precoces, tardias ou até desnecessárias, aumentando ainda mais o custo do manejo [17]. 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 [3]. Nesse cenário, surgem estudos que buscam desenvolver modelos de previsão de severidade da ferrugem com base em dados meteorológicos, como os de chuva [20] [17].

O manejo adequado da ferrugem asiática na cultura da soja é essencial para garantir a produtividade e a rentabilidade dessa importante cultura agrícola [11]. 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 [4].

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. Além disso, 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 apresenta o objetivo geral e objetivos específicos deste trabalho. A Seção 4 descreve os procedimentos metodológicos que serão adotados para atingir os objetivos propostos. A Seção 5 exhibe a organização das atividades a serem desenvolvidas de acordo com os prazos estabelecidos. Por fim, a Seção 6 expõe objetivamente os resultados que espera-se alcançar neste trabalho.

2. Fundamentação Teórico-Metodológica 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% [13].

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 [12]. A ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é a mais severa doença que incide sobre a cultura da soja [9]. 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 [10].



Figura 1. Ferrugem asiática na folha de soja[15]

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% [9]. Nesse cenário, após a detecção da doença, é necessário realizar o tratamento imediato ou destruir a região afetada para evitar a proliferação do fungo [9].

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 [9]. O uso desses compostos é recomendado no início do desenvolvimento da doença ou até mesmo anteriormente, como medida de prevenção [10]. 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 [9].

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 [20]. No entanto, esse modelo pode indicar aplicações excessivamente precoces, tardias ou até desnecessárias [17].

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 [10]. Além disso, o molhamento foliar contínuo somado a condições ótimas de temperatura (18°C a 26,5°C) favorece o rápido desenvolvimento do fungo [20].

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 [17].

Os produtores, com o suporte de assistência técnica, devem identificar as doenças 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 das doenças e, conseqüentemente, na melhoria da produtividade da lavoura [18].

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 [20]. Nesse contexto, pesquisadores buscam desenvolver modelos de severidade da ferrugem asiática com base nesses tipos de dados.

Em um estudo realizado por [5], 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, mais especificamente no 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 com o passar dos dias. O sistema também mostra a severidade da doença em outros dois cenários: sem aplicação de fungicidas; e com aplicação de fungicidas seguindo o modelo calendarizado.

2.3. Plataformas de manejo de doenças e controle de cultivares

Um trabalho desenvolvido por [16] 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, através 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 disponibiliza 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 [18].

No contexto da aplicação da tecnologia de banco de dados no agronegócio, [7] 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 bio defensivos, promovendo assim uma abordagem mais sustentável e eficaz no manejo de pragas e doenças na agricultura [21].

Outro estudo que cria um sistema para auxiliar no manejo de doenças é o desenvolvido por [19]. 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 [6]. A Tabela 1 apresenta os elementos de jogos e seus respectivos comportamentos afetados, propostos por [22].

Tabela 1. Elementos de Jogos e Comportamento Afetado [22]

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

Um mapeamento sistemático da literatura realizado por [8], 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, [20] 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 [1]. Além disso, estão sendo desenvolvidas diversas soluções tecnológicas para monitorar e compartilhar dados sobre a ferrugem asiática, como U-Agro [16], Di-giFarmz Smart [18], SINDOC [7] e AgroPro Monitor [21], 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. Objetivos

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.

4. Procedimentos metodológicos/Métodos e técnicas

4.1. Procedimentos metodológicos

A primeira etapa 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 feedback qualitativo sobre o sistema, incluindo sugestões de melhorias e comentários sobre a experiência geral de uso.

4.2. Sistema de treinamento gamificado

A plataforma de treinamento para manejo da ferrugem asiática da soja é uma inovadora proposta de ferramenta educacional destinada a discentes e docentes de agronomia; pesquisadores; e profissionais do setor agrícola. Seu objetivo é aprimorar as habilidades de recomendação de aplicação de defensivos agrícolas, combinando elementos de jogos e análise de dados para criar uma experiência de aprendizado envolvente e eficaz.

O funcionamento básico da plataforma funcionará como segue. O instrutor (um docente ou técnico da área, por exemplo), cria uma sala e determina vários aspectos do jogo. Os aspectos configuráveis do jogo são a região geográfica, o intervalo de datas para o plantio e o potencial produtivo da região. Isso permite adaptar a experiência de aprendizado de acordo com os objetivos específicos do treinamento.

Os jogadores têm acesso a uma variedade de dados, incluindo gráficos de temperatura diária, precipitação e severidade da doença. Esses dados refletem as condições climáticas e a evolução da doença ao longo da safra. Os jogadores são então desafiados a tomar decisões estratégicas sobre a aplicação de fungicidas com base nos dados disponíveis. Eles selecionam as datas em que gostariam de aplicar os fungicidas.

Uma métrica de produtividade é 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. Essa métrica permite que os jogadores avaliem o impacto de suas decisões no resultado final. Além disso, é apresentado ao usuário um gráfico da severidade da ferrugem com base na aplicação calendarizada do fungicida; outro caso não haja aplicação; outro baseado no modelo de severidade com dados de chuva e, por fim, o gráfico da severidade conforme a aplicação que o usuário escolheu. Essa plataforma será desenvolvida como uma extensão do sistema desenvolvido pelo CIA-AGRO que, atualmente, já faz todas as análises descritas, com exceção da última, que é personalizada conforme a entrada do usuário.

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

O ranking é um dos elementos de gamificação descritos por [22]. A implementação de outros elementos de gamificação bem como a metodologia de validação do sistema ainda serão definidos.

5. Cronograma de Execução

As atividades que detalham os procedimentos metodológicos apresentados na Seção 4 são listados a seguir.

Atividades:

1. Revisão bibliográfica;
2. Delineamento do sistema proposto;
3. Prototipação do fluxo de funcionamento do sistema;
4. Implementação do sistema;
5. Teste beta para identificação de falhas;
6. Correção de falhas no sistema;
7. Teste de usabilidade;
8. Coleta de feedback;
9. Análise de dados;
10. Escrita do relatório de TCC.

Tabela 2. Cronograma de Execução

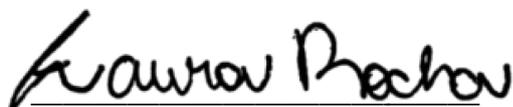
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai
Atividade 1	x								
Atividade 2	x	x							
Atividade 3		x	x						
Atividade 4		x	x	x	x				
Atividade 5					x	x			
Atividade 6					x	x			
Atividade 7							x		
Atividade 8							x		
Atividade 9								x	
Atividade 10	x	x	x	x	x	x	x	x	x

6. Contribuições e/ou Resultados esperados

Espera-se que o sistema proposto se torne uma ferramenta didática para o ensino do manejo de doenças da soja. Além disso, se espera que o sistema gere engajamento e motivação dos usuários, fomentando debates construtivos durante as aulas. Por fim, é esperado que essa proposta da gamificação no contexto da agronomia estimule o desenvolvimento de outros sistemas de gamificação, tanto para a agronomia, quanto para outras áreas do conhecimento.

7. Espaço para assinaturas

Londrina, 18 de setembro de 2023.



Discente

Orientador

Referências

- [1] Shurui Bai, Khe Foon Hew, and Biyun Huang. Does gamification improve student learning outcome? evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30:100322, 2020.
- [2] Marihus Baldotto. Descubra qual o momento ideal para a colheita da soja, 2019. Acessado em 8 de setembro de 2023.
- [3] Ricardo Barros. Doenças da cultura da soja. *Barros, R. Tecnologia e produção de soja e milho*, 2009:109–122, 2008.
- [4] Íris Maria Alves de Sá, Brisa do Svadeshi Cabral de Melo, and Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo. Um aplicativo para gamificação no ensino de agroecologia. *Brazilian Journal of Development*, 6(11):86606–86611, 2020.
- [5] EM Del Ponte, CV Godoy, Xun Li, and XB Yang. Predicting severity of asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. *Phytopathology*, 96(7):797–803, 2006.
- [6] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, pages 9–15, 2011.
- [7] Luciano Mathias Doll, Valter Schastai, Marcelo Giovanetti Canteri, and Maria Salete Marcon Gomes Vaz. Sistema interativo para consulta de doenças da cana-de-açúcar-sindoc. 2000.
- [8] Júlia de Avila dos Santos and André Luis Castro de Freitas. Gamificação aplicada a educação: um mapeamento sistemático da literatura. *RENOTE*, 15(1), 2017.
- [9] C GODOY. Ferrugem-asiática da soja: sem perder o controle. 2018.
- [10] Cláudia Vieira GODOY, CDS Seixas, MC Meyer, and RM Soares. Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência. 2020.
- [11] Ademir Assis HENNING et al. Manejo de doenças da soja (*glycine max l. merrill*). *Informativo Abrates*, 19(3):9–12, 2009.
- [12] Margarida Fumiko ITO. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. *Nucleus*, 10(3):83–101, 2013.
- [13] Lebna Landraf. Ciência e tecnologia permitem safras recordes de soja nas lavouras brasileiras, Apr 2023.
- [14] Guilherme AS Megeto, Stanley R de M Oliveira, Emerson M del Ponte, and Carlos AA Meira. Árvore de decisão para classificação de ocorrências de ferrugem asiática em lavouras comerciais com base em variáveis meteorológicas. *Engenharia Agrícola*, 34:590–599, 2014.
- [15] Monte R Miles, Reid D Frederick, and Glen L Hartman. Soybean rust: Is the us soybean crop at risk. *APS Net Plant Pathology Online*, 2003.
- [16] Marcos Morgenstern, Roger Alves, G Battisti, and V Maran. U-agro: Uma arquitetura ubíqua de gerenciamento de atividades na agricultura de precisão. *ICCEEg-10*, 2015.

- [17] Cley Donizeti Martins Nunes, José Francisco da Silva Martins, and Emerson Medeiros Del Ponte. Validação de modelo de previsão de ocorrência da ferrugem asiática da soja com base em precipitação pluviométrica. *Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, pages 1–13, 2018.
- [18] Bruna Alana Haupt Pacini. Acompanhamento da adoção de plataformas digitais para controle fitossanitário na cultura da soja. 2023.
- [19] Carlos Manuel Olo Peixoto. *Estudo e Aplicação de Modelos de Previsão de Doenças da Vinha Sobre Plataformas de IoT*. PhD thesis, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal), 2019.
- [20] Lara Line Pereira de Souza. Efeito do momento de aplicação de fungicida e da época de semeadura no controle da ferrugem asiática da soja. 2016.
- [21] Emerson SZELIGA. Uso da plataforma agropro monitor para o controle de pragas e doenças na agricultura. *Engenharia Agrônômica*, pages 22–22, 2020.
- [22] Armando M Toda, Wilk Oliveira, Ana C Klock, Paula T Palomino, Marcelo Pimenta, Isabela Gasparini, Lei Shi, Ig Bittencourt, Seiji Isotani, and Alexandra I Cristea. A taxonomy of game elements for gamification in educational contexts: Proposal and evaluation. In *2019 IEEE 19th international conference on advanced learning technologies (ICALT)*, volume 2161, pages 84–88. IEEE, 2019.