






Revista  
**Educar Mais**

## Uso do herbário virtual para o ensino de fitopatologia

*Use of the virtual herbarium for teaching phytopathology*

*Uso del herbario virtual para la enseñanza de fitopatología*

Daniela da Silva<sup>1</sup>  • Adriani Cilene da Silva<sup>2</sup>  • Maíra Angélica Bolfe<sup>3</sup> 

### RESUMO

O herbário virtual de fitopatologia representa uma fonte de informação sobre doenças de plantas disponível na *internet*. O objetivo desse estudo foi apresentar uma revisão de literatura sobre o uso do herbário virtual fitopatológico, explorando suas competências, desafios e perspectivas de emprego na área da Educação. Apesar das potencialidades dessa ferramenta, ainda há limitações no seu emprego nos ambientes acadêmicos. Além disso, a questão da continuidade e da necessidade de atualização constante é um desafio que requer ações de médio e longo prazo para ser superado. Torna-se necessário conduzir um maior número de estudos para investigar as possibilidades exploratórias desta ferramenta em contextos acadêmicos.

**Palavras-chave:** Tecnologia em Fitossanidade; Base de dados; Identificação de doenças em plantas.

### ABSTRACT

*The virtual phytopathology herbarium represents a source of information about plant diseases available on the internet. The objective of this study was to present a literature review on the use of the phytopathological virtual herbarium, exploring its skills, challenges and employment prospects in the area of Education. Despite the potential of this tool, there are still limitations to its use in academic environments. Furthermore, the issue of continuity and the need for constant updating is a challenge that requires medium and long-term actions to be overcome. It is necessary to conduct a greater number of studies to investigate the exploratory possibilities of this tool in academic contexts.*

**Keywords:** Plant Health Technology; Data base; Identification of diseases in plants.

### RESUMEN

*El herbario virtual de fitopatología representa una fuente de información sobre enfermedades de las plantas disponible en Internet. El objetivo de este estudio fue presentar una revisión de la literatura sobre el uso del herbario virtual fitopatológico, explorando sus capacidades, desafíos y perspectivas de empleo en el área de Educación. A pesar del potencial de esta herramienta, aún existen limitaciones para su uso en entornos académicos. Además, el tema de la continuidad y la necesidad de actualización constante es un desafío que*

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Especialista em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica, Mestra em Fitotecnia e Doutoranda em Agronomia (UPF), Passo Fundo/RS – Brasil. E-mail: daniela.dsilva@gmail.com

<sup>2</sup> Licenciada em Matemática e Pedagogia, Especialista em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica, Mestra em Ensino de Ciências e Matemática e Professora de Matemática na rede pública de ensino, Tapejara/RS – Brasil. E-mail: adrianidasilva15@gmail.com

<sup>3</sup> Licenciada, Mestra e Doutora em Física (UFSM) e Professora substituta no Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSul), Fundo/RS – Brasil. E-mail: mairabolfe@gmail.com

*requiere acciones de mediano y largo plazo para ser superado. Es necesario realizar un mayor número de estudios para investigar las posibilidades exploratorias de esta herramienta en contextos académicos.*

**Palabras clave:** *Tecnología Sanitaria Vegetal; Base de datos; Identificación de enfermedades en plantas.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os herbários fitopatológicos virtuais são bancos de imagens digitalizadas com sintomas de doenças de plantas e estruturas de patógenos que têm emergido como uma alternativa eficiente e acessível para reunir, armazenar e compartilhar informações fitopatológicas. Essa ferramenta destaca-se por permitir uma abordagem moderna e acessível para o estudo das doenças de plantas e dos respectivos agentes causais. Com o avanço da tecnologia e uma maior disponibilidade de recursos digitais, esses repositórios *online* oferecem uma vasta coleção de informações detalhadas sobre doenças de plantas de importância econômica, proporcionando um acervo rico em imagens, dados e descrições taxonômicas.

A fitopatologia, como área da ciência agrônoma, desempenha um papel crucial na preservação da saúde das plantas cultivadas e, conseqüentemente, na garantia da segurança alimentar e na sustentabilidade da produção agrícola. Até pouco tempo atrás, o estudo e identificação de doenças de plantas baseavam-se em herbários físicos, que demandavam custos logísticos e espaço para armazenamento.

No entanto, a ascensão dos herbários virtuais veio para suprir essa demanda, proporcionando uma alternativa prática e eficiente para o compartilhamento e acesso a informações fitopatológicas. Através dessas plataformas digitais, pesquisadores, fitopatologistas e estudantes têm a oportunidade de explorar espécies vegetais com doenças, patógenos, métodos de diagnóstico e estratégias de manejo, tudo isso de forma bastante facilitada.

A proposta desse estudo é apresentar uma revisão bibliográfica sobre o uso de herbários virtuais fitopatológicos, com foco nas suas potencialidades, desafios e contribuições para o ensino da fitopatologia. Também serão avaliados os principais recursos oferecidos por essas plataformas, destacando a importância da colaboração e do compartilhamento de conhecimento para aprimorar o entendimento das doenças que infectam plantas e aprimorar a capacidade de diagnóstico e controle.

Além disso, serão discutidos os avanços tecnológicos que possibilitaram o desenvolvimento e a disseminação desses herbários virtuais e como eles têm influenciado positivamente a prática da fitopatologia moderna. Por fim, destacam-se as perspectivas futuras e o potencial contínuo dessas ferramentas para aprimorar a pesquisa científica, a educação e a tomada de decisões em agricultura e segurança alimentar.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Introdução à Fitopatologia e necessidade de inovação educacional

As disciplinas da área de fitopatologia fazem parte do currículo essencial dos cursos de Agronomia e constituem a base do conhecimento na área de proteção vegetal. O seu conteúdo básico inclui

conhecimentos de áreas afins das ciências biológicas, como microbiologia, fisiologia vegetal, micologia, bacteriologia, bioquímica, parasitologia, entre outras (SCHNEIDER; DEL PONTE, 2007).

A Fitopatologia é definida como:

(...) o estudo das doenças das plantas. A palavra grega "pathos" significa "doenças" (phyton = planta; logos = estudo) e envolve tanto as desordens causadas por patógenos quanto por condições ambientais. A fitopatologia também envolve o estudo da identificação do patógeno, etiologia da doença, ciclos da doença, impacto econômico, perdas de colheitas e o manejo econômico de doenças (DASGUPTA, 1988, p.1, *grifo do autor*).

Patógenos fúngicos de plantas potencialmente incitam danos ecológicos e econômicos devastadores à agricultura e à silvicultura e, também, podem causar graves danos aos ecossistemas naturais (HYDE et al., 2018). Por sua vez, a ocorrência de doenças de plantas é o resultado da interação de três fatores: hospedeiro suscetível, patógeno virulento e ambiente favorável, de tal forma que mudanças em qualquer fator ambiental podem favorecer o hospedeiro, o patógeno ou ambos, ou ser mais favorável para um do que para outro (AGRIOS, 2005). Uma vez que, nas plantas, as doenças são uma das causas da diminuição da produtividade, é crucial identificá-las e estudá-las, a fim de encontrar métodos de controle eficientes (FAGANELLO; ALMANÇA, 2015). Aliás, em Fitopatologia aprendemos que a primeira etapa do processo para alcançar um controle eficiente de doenças é realizando a correta diagnose do agente causal, seja ele um fungo, bactéria ou nematoide, e conseqüentemente da doença associada.

Uma definição de doença de plantas bastante ampla considera que:

(...) a doença nas plantas, então, pode ser definida como a série de respostas invisíveis e visíveis das células vegetais e tecidos a um organismo patogênico ou fator ambiental que resulte em mudanças adversas na forma, função ou integridade da planta e pode levar à deficiência parcial ou morte de partes da planta ou toda a planta (AGRIOS, 2005, p.5).

No contexto da Fitopatologia, observa-se a necessidade de abordagens inovadoras no ensino da disciplina, pois é um treinamento para uma área da prática profissional de extrema relevância para o engenheiro agrônomo. Na prática docente, o desafio dos professores é ministrar o conteúdo de forma dinâmica, clara e objetiva (MEDEIROS et al., 2019). Para uma abordagem inovadora, a aprendizagem deve ir além da aplicação imediata, impulsionando o sujeito a criar e responder a desafios, a ser capaz de gerar tecnologias e de manter a habilidade de aprender e recriar de forma permanente (SILVA; VASCONCELOS, 2006). Nesse contexto, o herbário virtual de fitopatologia pode proporcionar uma maior dinâmica na aprendizagem dos estudantes para suas atividades acadêmicas (ANDERSEN et al., 2020).

## 2.2 Evolução dos Recursos Educacionais

Os herbários físicos foram, por muito tempo, locais preferenciais para busca por informações sobre doenças de plantas (FAGANELLO; ALMANÇA, 2015). Na área da Fitopatologia, o Herbário Fitopatológico Verlande Duarte Silveira, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), fundado em 1916, é considerado um dos dez mais antigos do Brasil. Dentre as ações que estão sendo realizadas para resgate da funcionalidade do herbário destaca-se o gerenciamento da informação através do registro das exsicatas depositadas em um banco de dados elaborado no sistema

Microsoft® Office Access® nominando as colunas de maneira que contemplem itens descritos nas exsicatas (FARIA; INÁCIO, 2020).

Nos últimos anos, verifica-se que as teorias e conceitos de visão computacional foram integrados a algoritmos de processamento de imagem em várias aplicações para a agricultura (BARBEDO et al., 2018). Alguns deles incluem a classificação de plantas, separação de plantas espontâneas de plantas com interesse agrônômico, monitoramento do crescimento das plantas, manejo de fertilizantes, sistemas de monitoramento da água de irrigação, classificação e detecção de doenças, dentre outros (CHOUHAN et al., 2019).

Considerando-se que os meios digitais já fazem parte da rotina de muitos estudantes, o uso dessa tecnologia pode tornar-se uma importante ferramenta educacional, para atrair a atenção dos alunos no processo de ensino e aprendizagem (GRESCZYSCZYN; CAMARGO FILHO; MONTEIRO, 2016).

Nesse contexto, o uso do herbário virtual, por ser baseado em imagens, permite que os alunos façam uma comparação com o que se vê a campo sobre o comportamento que a planta apresenta e características dos patógenos, tornando possível a identificação e solução do problema com maior eficiência e agilidade (ANDERSEN et al., 2020).

### **2.3 Herbários Virtuais: conceito e vantagens**

Um herbário é uma coleção de plantas secas, definido como material herborizado, e “virtual” remete a algo que existe em forma não material (HOPKINS, 2005). Logo, em um “herbário virtual” contamos com um conjunto de fotos de plantas secas, colhidas da natureza e infectadas por doenças, contendo informações referentes à relação de planta, patógeno e doença, que é disponibilizada por meios eletrônicos (FAGANELLO; ALMANÇA, 2015).

Cabe destacar que o termo herbário virtual pode ser usado para referir-se a informações sobre plantas infectadas por doenças, provenientes de exsicatas herborizadas (BRASIL-PEIXOTO et al., 2021) ou não (HOPKINS, 2005), disponibilizadas via *internet*.

A importância do herbário fitopatológico está ligada tanto à área científica quanto à histórica, uma vez que nele são depositadas continuamente exsicatas com sintomas de doenças causadas por agentes fitopatogênicos, na maioria fungos, por resistirem à herborização, com potencial de comprometer culturas de importância econômica (por exemplo: feijão, milho, abacaxi, citros, banana, uva) para uma região ou país (FARIA; INÁCIO, 2020). Esses espécimes foram coletados para estudo, diagnóstico e controle e podem servir de referência na pré-identificação e diagnose de doenças em plantas de importância agrônômica (ANDERSEN et al., 2020). Para isso, é imprescindível a boa apresentação e conservação das exsicatas, assim como sua correta identificação e dos seus agentes fitopatogênicos (FARIA; INÁCIO, 2020).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo abordar como tem sido o uso do herbário virtual fitopatológico para o ensino de fitopatologia direcionada aos ambientes acadêmicos.

## **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A realização da presente pesquisa foi fundamentada nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Periódicos Capes. As buscas foram realizadas em português e inglês utilizando os termos “herbário

virtual” e “fitopatologia”. Além disso, foram realizadas buscas no Catálogo da Rede Brasileira de Herbários<sup>4</sup>, sob domínio da Sociedade Botânica do Brasil. Considerando a escassez de dados sobre essa temática nas plataformas acessadas, o uso das publicações utilizadas na confecção dessa revisão não foi limitado com base no ano de publicação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Herbários virtuais fitopatológicos no Brasil

Mediante a consulta bibliográfica, foram agrupados alguns exemplos de herbários virtuais fitopatológicos no Brasil (Quadro 1), buscando compreender sua construção, características e condição atual, os quais são detalhados a seguir.

O Herbário virtual de Fitopatologia (HVF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), iniciado em 2007, foi um projeto de preparação de fichas descritivas de doenças de plantas e de fotografias dos sintomas de doenças e de sinais de patógenos em plantas vivas, visando auxiliar a sua diagnose. Na primeira etapa do projeto, os bolsistas revisaram a lista de doenças cadastradas no HVF visando identificar doenças de culturas de maior importância econômica (soja, trigo, milho, arroz) que ainda não estavam descritas no herbário. Assim foi confeccionada uma lista prévia com novas doenças para compor o HVF. Na sequência, a atividade consistiu na revisão bibliográfica (livros, manuais e publicações científicas e em páginas na *internet*) sobre cada doença. A partir das buscas foram preparadas as fichas de cada doença, contendo informações do agente causal, importância da doença, biologia do patógeno, sintomatologia, ciclo da doença, epidemiologia, práticas de manejo, além de citar a bibliografia consultada (ALVES; DEL PONTE, 2007). Infelizmente esse projeto foi descontinuado e o site a ele associado foi desativado.

Andersen et al. (2020), em trabalho desenvolvido em setembro de 2020, no grupo do Programa de Educação Tutorial (PET – Agronomia), recolheram os Herbários Virtuais exigidos aos alunos da disciplina de Controle de Doenças do curso de Agronomia e do programa de pós-graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Nesse trabalho, a seleção das doenças considerou aspectos como ocorrência na região, disponibilidade de fotos e informações. As imagens dos materiais herborizados com sintomas, obtidas com o auxílio de microscópio e no campo, foram separadas por cultura e doença. Posteriormente foi desenvolvido um site na plataforma online “Wix”, com *layout* e exibição das informações de fácil manuseio, para consulta pública. A página, em constante atualização, exibe, informações sobre a identificação, principais sintomas, manejo correto para prevenção e/ou controle, parte da planta que é afetada e demais informações que podem auxiliar na correta identificação. É possível entrar em contato com a equipe do projeto pelo próprio *site*.

---

<sup>4</sup> <https://www.botanica.org.br/catalogo-da-rede-brasileira-de-herbarios/>.

**Quadro 1** – Exemplos de herbários virtuais fitopatológicos no Brasil.

<b>Denominação</b>	<b>Culturas e Doenças</b>	<b>Hiperlink</b>	<b>Situação</b>
Herbário Virtual de Fitopatologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Arroz, mamoeiro, milho, soja e trigo; 265 doenças (ALVES; DEL PONTE, 2007).	<a href="http://www.ufrgs.br/agronomia/fitossan/herbariovirtual">http://www.ufrgs.br/agronomia/fitossan/herbariovirtual</a>	Desativado
Herbário Virtual de Fitopatologia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel)	Arroz, aveia, azevém, cana-de-açúcar, cevada, feijão, frutíferas, plantas hortícolas, plantas medicinais, plantas ornamentais e trigo; 41 doenças (ANDERSEN <i>et al.</i> , 2020).	<a href="https://petagronomiaufpel2.wixsite.com/herbariovirtual">https://petagronomiaufpel2.wixsite.com/herbariovirtual</a>	Ativo
Herbário Fitopatológico Virtual, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) Campus Bento Gonçalves	Fotos de plantas infectadas e informações referentes a relação de planta, patógeno e doença (FAGANELLO; ALMANÇA, 2015).	Não disponível	Desativado
LabFito do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) Campus Vacaria	Aveia, cevada, feijão, milho, soja e trigo; 75 doenças (LABFITO, 2023)	<a href="http://labfito.vacaria.ifrs.edu.br/fitopatologico/">http://labfito.vacaria.ifrs.edu.br/fitopatologico/</a>	Ativo
Repositório Digipathos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	Abacaxi, algodão, arroz, café, cajueiro, cana-de-açúcar, citros, coqueiro, couve, cupuaçu; feijão, mamão, mandioca, maracujá, meloeiro, milho, palma de óleo, pimenta-do-reino, soja, trigo e videira; 171 doenças (BARBEDO <i>et al.</i> , 2018)	<a href="https://www.digipathos-rep.cnptia.embrapa.br/">https://www.digipathos-rep.cnptia.embrapa.br/</a>	Ativo

Outro exemplo é o “Herbário Fitopatológico Virtual do IFRS – Campus Bento Gonçalves”, pertencente ao Laboratório de Fitossanidade do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Bento Gonçalves. Neste trabalho, o *layout* do software desenvolvido assemelha-se muito ao herbário fitopatológico físico, no entanto, ao invés de armazenar amostras de plantas, armazena fotografias das mesmas. A construção do referido *software* demandou estudos prévios dos softwares existentes na *internet* com intuito de identificar as características e recursos utilizados por outras instituições, especialmente em relação aos formulários utilizados para registrar as informações coletadas em herbários fitopatológicos físicos. Na fase final, ocorreu a implantação do herbário em um servidor para *internet*, seguida da alimentação dos dados. Como principais pontos positivos da criação, os autores destacam a praticidade em cadastrar as informações fitopatológicas, além da simplicidade do *software*, permitindo rápida localização das informações (FAGANELLO; ALMANÇA, 2015). Apesar disso, infelizmente o herbário não está mais disponível por falta de equipe para manutenção.

O Herbário Fitopatológico do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Vacaria é uma ação do Laboratório de Fitopatologia da instituição (LabFito). A equipe, constituída por alunos e professores, trabalha na criação e divulgação de conteúdos relacionados à fitossanidade para atender estudantes, técnicos e profissionais interessados na proteção de plantas (LABFITO, 2023). Desde 2019 o sistema “Web Labfito” hospeda informações em herbário virtual fitopatológico, a partir de imagens de sintomas de doenças em plantas vivas. Em 2021, visando a continuidade do projeto, novas ferramentas foram implementadas, contribuindo para uma melhor experiência para o público como ferramenta didática pedagógica (MARCOLIN; NEGRETTI, 2022). Apesar disso, em novembro de 2023, constata-se que diversas doenças mencionadas nas fichas descritivas carecem de imagens representativas.

Como iniciativa de destaque, encontramos o Repositório Digipathos, que é um banco de imagens bastante completo, desenvolvido em parceria com a Embrapa Informática Agropecuária que objetiva servir para a diagnose de doenças de plantas. No primeiro decêndio do mês de novembro de 2023, foram acumuladas 2300 imagens, representando mais de 171 doenças que afetam 21 espécies de plantas. Todo o material está disponível de forma gratuita com o propósito de facilitar a pesquisa acadêmica, respaldando novos estudos e colaborando para impulsionar os progressos na área (BARBEDO et al., 2018).

#### **4.2 Contribuições para o ensino de Fitopatologia**

As bases de dados digitais de informações que abordam problemas fitossanitários são de grande utilidade para prover acesso instantâneo a informações vitais para o ensino e treinamento em diversos aspectos da área da fitopatologia. Elas auxiliam na diagnose, na solução de problemas fitossanitários, na condução de análise de risco, preparo de aulas e relatórios, compilação de mapas, gráficos e tabelas, entre outras aplicações (ALVES; DEL PONTE, 2007). Com a implementação do herbário virtual, a divulgação científica da fitopatologia é facilitada, permitindo um melhor aproveitamento de tempo para alunos, professores e interessados, mediante a compreensão prática de patógenos (FAGANELLO; ALMANÇA, 2015; BRASIL-PEIXOTO et al., 2021).

Dessa forma, um herbário fitopatológico virtual pode otimizar tanto o uso dos espaços quanto facilitar a busca pelas informações em uma determinada coleção (HOPKINS, 2005). Em contrapartida, para acessar as amostras e suas informações em herbários físicos tradicionais, o pesquisador deve se deslocar até o local onde as mesmas estão armazenadas, sem contar que a busca pelas informações

também é dificultada, tornando-se uma tarefa difícil e desmotivadora, soma-se a isso o fato de que esses herbários requerem um espaço físico relativamente grande (FAGANELLO; ALMANÇA, 2015).

Nos bancos de dados virtuais, é possível acessar informações das espécies sem a necessidade de manusear o material físico, o que tende a melhorar, substancialmente, a acessibilidade e a interatividade no processo de busca (SALVATI et al., 2018). Isso possibilita ampliar a divulgação da fitopatologia e facilitar a busca pelas informações, além de propiciar a otimização do tempo de consulta (FAGANELLO; ALMANÇA, 2015), bem como reduzir os danos que podem ocorrer durante uma consulta física (HOPKINS, 2005). Outra importante vantagem é o envio de imagens, em detrimento de amostras físicas, para especialistas e alunos distantes geograficamente, ampliando a visibilidade internacional e possibilitando o recebimento de novas identificações feitas por especialistas botânicos de todos os continentes, sem necessidade de acesso ao acervo físico (HOPKINS, 2005; CORDI et al., 2023).

Soma-se a isso, o fato de o herbário virtual constituir-se de um recurso em constante evolução e melhoria do seu acervo, destacando a importância da atualização periódica das informações e imagens disponíveis (CORDI et al., 2023). A utilização de herbários virtuais, quando aplicados no ambiente educacional, demonstra ser um forte instrumento didático, pois permite o reconhecimento das plantas de uma região, superando as tradicionais aulas conteudistas (OLIVEIRA; FREIXO, 2019).

Os alunos podem interagir com os herbários virtuais de diversas formas, uma delas, e provavelmente a mais comum, é como elemento de avaliação da disciplina de Fitopatologia, exigido pelo professor. Assim, o docente solicita que os alunos, individualmente ou em grupo, produzam seu herbário virtual fitopatológico, que além de servir como instrumento de avaliação, ficará com os alunos, podendo também ser compartilhado com os demais colegas da turma para consultas futuras. Após a disciplina de Fitopatologia, o herbário virtual também encontrará aplicação na disciplina de Controle de Doenças, onde são retomados os aspectos práticos da disciplina de Fitopatologia, especialmente aqueles ligados à sintomatologia das doenças. Dessa forma, o herbário virtual pode, mais uma vez, revelar-se extremamente útil e aplicável.

Outro exemplo de aplicação relaciona-se à utilização de herbários virtuais fitopatológicos em sala de aula, mediante apresentação em projetor multimídia e/ou acesso nos *notebooks* ou até mesmo nos celulares dos alunos. A partir do acesso e navegação nesses herbários virtuais, os alunos são apresentados a imagens e descrições de doenças de plantas que muitas vezes seriam difíceis de se obter fisicamente, especialmente quando se trata de culturas e doenças localizadas em áreas específicas do país.

#### **4.3 Desafios e limitações**

A simples presença de novas maneiras de ensino com tecnologias, não é por si só, garantia de maior qualidade no aprendizado, pois a modernidade pode mascarar um ensino tradicional, baseado na recepção e na memorização de informações (MORAN, 2000). Cruz, Torres Filho e Andrade (2012), destacam que o papel do professor é fundamental quando se trata de inovações na forma de ensino, até porque a qualidade de um ambiente tecnológico de ensino depende muito mais de como ele é usado didaticamente, do que de suas características técnicas. A tecnologia se apresenta como uma aliada do processo de ensino e aprendizagem e o professor atua como um facilitador deste processo (COSTA JÚNIOR et al., 2023).



Além disso, outro aspecto que pode ser questionado é a aplicabilidade de imagens digitais para identificação de plantas, vivas ou herborizadas. Conforme alertado por Hopkins (2005), as fotos não transmitem características importantes como a textura, o odor, não permitem a ampliação da resolução, como através do uso de uma lupa, e restringe o acesso a partes específicas fornecidas pelo autor. Embora seja interessante a ideia de acesso a uma vasta quantidade de imagens digitais para facilitar a identificação, é preciso reconhecer que ainda estamos longe de alcançar um sistema realmente útil e eficiente. Nesse sentido, Barbedo et al. (2018) destacam que, apesar de haver soluções que exploram a tecnologia como um facilitador, objetivando rapidez no diagnóstico de doenças de plantas, até então tem sido bastante lento o desenvolvimento de sistemas automatizados para essa finalidade. Diante disso é conhecido que o processo de aquisição de imagens é um trabalho que sofre interferência de fatores abióticos. Isso inclui as condições ambientais, como variações de temperatura e luminosidade, bem como a semelhança entre as plantas e suas espécies. Além disso, as propriedades de aquisição de imagem (rotação, ângulo de projeção), como também do fundo da imagem, que pode se tornar difícil em virtude das características morfológicas das espécies (CHOUHAN et al., 2019).

Além disso, observa-se que no Brasil as iniciativas de desenvolvimento e manutenção de herbários virtuais são escassas comparadas com o que é observado no exterior. A falta de envolvimento com as mídias digitais nas universidades brasileiras pode ser devido ao maior interesse pelas mídias tradicionais, resistência à produção de materiais para a livre distribuição pela internet, bem como uma carência de políticas de incentivo e fomento para tais projetos. São prova dessa situação o fato de projetos como o de Alves e Del Ponte (2007), que foi desativado há mais de dez anos, e do Herbário Fitopatológico do IFRS- Campus Bento Gonçalves (SALVATI et al., 2018), que também foi descontinuado.

Considerando as limitações inerentes à virtualização de herbários, torna-se imperativo desenvolver propostas de curto, médio e longo prazo para a definição de diretrizes e estratégias voltadas à virtualização das coletas botânicas realizadas no país (HOPKINS, 2005). Esse processo já está em andamento, exemplificado pelo comprometimento de um dos maiores herbários brasileiros, o Verlande Duarte Silveira, vinculado à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (FARIA; INÁCIO, 2020). Essas estratégias buscam implementar ou dar continuidade a projetos de informatização em herbários no âmbito nacional, visando aprimorar a gestão e o acesso às informações botânicas de maneira mais eficiente.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de herbários virtuais de fitopatologia representa uma ferramenta prática e acessível para a diagnose de doenças de plantas e dos patógenos. Embora a literatura consultada seja limitada, ela confirma as potencialidades desse recurso pela comunidade científica em geral, sobretudo nos ambientes acadêmicos.

Destaca-se que essa tecnologia amplia, significativamente, o acesso acerca das doenças de plantas, podendo auxiliar no ensino de fitopatologia com enfoque na identificação das doenças, além do desenvolvimento de estratégias de manejo eficazes. Mediante essa abordagem, recomenda-se o emprego do herbário virtual nos ambientes de ensino, pois pode propiciar a construção de novos saberes.

Considerando as limitações existentes nos herbários virtuais de fitopatologia, há necessidade de aperfeiçoamento dessa ferramenta. Além disso, torna-se necessário trabalhar com projetos a longo prazo para viabilizar a expansão e atualização contínua dos herbários virtuais de fitopatologia, para que não se perca no tempo. A isso pode ser acrescentado o uso de tecnologias emergentes. É válido ressaltar a necessidade de pesquisas futuras que considerem comparar o uso dessa ferramenta com métodos de ensino tradicionais, pois não foram encontradas abordagens desse tipo para a temática estudada.

## 6. REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 2005.

ALVES, R. C.; DEL PONTE, E. M. Herbário virtual de fitopatologia - Disseminando informações sobre doenças de plantas por meio da internet. In: SALÃO DE EXTENSÃO, 8., 2007, Porto Alegre - RS. **Anais VIII Salão de Extensão UFRGS**. Porto Alegre - RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

ANDERSEN, E. et al. Herbário virtual fitopatológico. In: CONGRESSO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO, 6., 2020, Pelotas - RS. **Anais VI Congresso de Ensino de Graduação**. Pelotas - RS: Universidade Federal de Pelotas, 2020.

BARBEDO, J. G. A. et al. Annotated plant pathology databases for image-based detection and recognition of diseases. **IEEE Latin Am Trans**. Nova York (NY), v.16, n.6, p. 1749–1757, jun. 2018.

BRASIL-PEIXOTO, S. N. R. et al. Criação de um herbário virtual como recurso didático para o ensino de Botânica. **Research, Society and Development**, São Paulo (SP), v. 10, n. 1, p. e52210111920-e52210111920, jan. 2021.

CHOUHAN, S. S. et al. A data repository of leaf images: Practice towards plant conservation with plant pathology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS, 4., 2019, Mathura - IN. **4th International Conference on Information Systems and Computer Network**. Mathura - IN: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019, p. 700-707.

CORDI, L. et al. Herbário UEC: Gestão da Qualidade de Dados do Acervo Digital. In: SIMPÓSIO DOS PROFISSIONAIS DA UNICAMP, 8., 2022, Campinas - SP. **VIII Sínteses: Revista Eletrônica do SimTec**, 2023. P. e0220885, abril.

COSTA JÚNIOR, J. F. et al. Os novos papéis do professor na educação contemporânea. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, Rio Largo (AL), v. 6, p. 124-149, mar. 2023.

CRUZ, N. B. da; TORRES FILHO, J. T.; ANDRADE, P. R. R. de. Banco de imagens digitais de micologia como ferramenta de ensino e aprendizagem para o curso de Agronomia. In: ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI, 4., 2012, Juazeiro do Norte - CE. **Anais IV Encontro Universitário da Universidade Federal do Cariri**. Juazeiro do Norte - CE: Universidade Federal do Cariri, 2012.

DASGUPTA, M. K. **Principles of plant pathology**. Shantiniketan: Allied Publishers, 1988.

FAGANELLO, A. P.; ALMANÇA, M. A. K. A abordagem da tecnologia da informação na construção do Herbário Fitopatológico Virtual IFRS/BG. In: SEMINÁRIO DE EXTENSÃO DO IFRS, 3., 2015, Bento

Gonçalves - RS. **Anais III Seminário de Extensão do IFRS: conectando saberes e fazeres.** Bento Gonçalves - RS, 2015.

FARIA, C. M. X.; INÁCIO, C. A. Herbário Fitopatológico da UFRRJ "Verlande Duarte Silveira" - Elo da História da Fitopatologia no Brasil (Nota Técnica). **Rodriguésia**, Rio de Janeiro (RJ), v. 71, p. e04472017, out. 2020.

GRESCZYSCZYN, M. C. C.; CAMARGO FILHO, P. S. de; MONTEIRO, E. L. Aplicativos educacionais para smartphone e sua integração com o ensino de química. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, Londrina (PR), v. 17, n. 5, p. 398-403, 2016.

HOPKINS, M. Herbários Virtuais: conceitos, estado da arte, usos e recomendações (Nota Técnica). **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**, Belém (PA), 2005.

HYDE, K. D. *et al.* The world's ten most feared fungi. **Fungal Diversity**, Chiang Mai (TH), v. 93, n. 1, p. 161-194, 2018.

LABFITO. **Laboratório de Fitossanidade do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Vacaria.** 2023. Disponível em: <http://labfito.vacaria.ifrs.edu.br/>. Acesso em: 21 set. 2023.

MARCOLIN, L. A.; NEGRETTI, R. R. D. Sistema Web para herbário fitopatológico virtual do IFRS Campus Vacaria. In: SALÃO DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO DO IFRS, 6., 2022, Edição virtual. **Resumos SEMEPT.** Bento Gonçalves - RS: Instituto Federal do Rio Grande do Sul, 2022.

MEDEIROS, A. K. S. de *et al.* Protótipos de microrganismos como ferramenta na aprendizagem em Fitopatologia e ciências afins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 5., 2019, Curitiba - PR. **Anais V Congresso Brasileiro de Fitossanidade.** Curitiba - PR: Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, 2019.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. **Informática na Educação: Teoria & Prática**, Porto Alegre (RS), v. 3, n. 1, p. 137-144, 2000.

OLIVEIRA, J. F. C.; FREIXO, A. A. Contribuições de um herbário escolar para o ensino de ciências no contexto da Educação do Campo. **Ciência & Desenvolvimento**, Vitória da Conquista (BA), v. 12, n. 2, p. 386-403, jan. 2019.

SALVATI, T. *et al.* Herbário Físico e Virtual de Plantas Medicinais e Alimentícias Não Convencionais do IFRS-BG: Uma ferramenta para ensino, pesquisa e extensão. In: MOSTRA TÉCNICO-CIENTÍFICA, 2018: Bento Gonçalves - RS. **Anais Mostra Técnico-Científica (IFRS Campus Bento Gonçalves).** Bento Gonçalves - RS: Instituto Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

SCHNEIDER, L.; DEL PONTE, E. Glossário ilustrado: um objeto de aprendizagem em Fitopatologia. In: SALÃO DE GRADUAÇÃO, 3., 2008, Porto Alegre - RS. **Anais III Salão de Graduação UFRGS/PROGRAD.** Porto Alegre - RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. p. 27-29.

SILVA, M. S.; VASCONCELOS, S. D. Extensão universitária e Formação profissional: avaliação da experiência das ciências biológicas na Universidade Federal de Pernambuco. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo (SP), v. 17, n. 33, p. 119-136, abr. 2006.

**Submissão: 29/12/2023**

**Aceito: 30/12/2024**