

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
ORGÂNICA

**Clínica Vegetal na Palma da Mão: Plataforma para Diagnóstico
Fitossanitário**

Fernanda Balbino Garcia dos Santos

2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO: PLATAFORMA PARA
DIAGNÓSTICO FITOSSANITÁRIO**

FERNANDA BALBINO GARCIA DOS SANTOS

Sob a Orientação do(a) Professor(a)
João Sebastião de Paula Araujo

e Coorientação do(a) Professor(a)
Sérgio Manuel Serra da Cruz

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
Julho, 2022

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SS237c Santos, Fernanda Balbino Garcia dos, 1988-
Clínica Vegetal na Palma da Mão: Plataforma para
Diagnóstico Fitossanitário / Fernanda Balbino Garcia
dos Santos. - Rio de Janeiro, 2022.
59 f.

Orientador: João Sebastião de Paula Araujo.
Coorientador: Sérgio Manuel Serra da Cruz.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica, 2022.

1. Mobile. 2. Clínica Vegetal. 3. Fitossanidade. I.
Araujo, João Sebastião de Paula, 1969-, orient. II.
Cruz, Sérgio Manuel Serra da, -, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica. IV.
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

FERNANDA BALBINO GARCIA DOS SANTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre(a)**, no Programa de Pós-graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21/07/2022

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

João Sebastião de Paula Araujo
Titulação (Dr.). Instituição (UFRRJ)
(Orientador, Presidente da Banca)

Antonio Carlos Abboud de Souza
Titulação (Dr.). Instituição (UFRRJ)

Debora Alves Gonzaga da Silva Ballesteiro Pereira
Titulação (Dra.). Instituição (SEMMA)



Emitido em 04/01/2023

HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 71/2022 - DAS (11.39.00.35)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 05/01/2023 09:01)
ANTONIO CARLOS DE SOUZA ABOUD
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DAS (11.39.00.35)
Matricula: ###800#4

(Assinado digitalmente em 05/01/2023 08:17)
JOAO SEBASTIAO DE PAULA ARAUJO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DAS (11.39.00.35)
Matricula: ###866#0

(Assinado digitalmente em 05/01/2023 08:48)
DÉBORA ALVES GONZAGA DA SILVA
BALLESTEIRO PEREIRA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.487-##



DEDICATÓRIA

Aos meus avós maternos, Arlindo Garcia (*in memoriam*) e Nazir Gava (*in memoriam*), que foram os melhores agricultores que eu pude conhecer, na simplicidade da vida cultivaram o amor e a essência do campo.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, criador de todo universo, meu refúgio e fortaleza. Obrigada por ser luz para os meus pés!

A minha amada mãe, pelas incessantes orações, demonstrações de força e fé.

Ao meu orientador, Professor João Araujo, pela paciência, pela minha iniciação e formação na ciência da Fitopatologia e Clínica Vegetal, pelo estímulo e confiança no meu trabalho, sendo o grande viabilizador para que este projeto se tornasse realidade e ser ferramenta de conhecimento e inovação aos agricultores de base familiar.

Aos meus cães, Muddy e Brenda, sinônimos do amor mais puro e leal. “Ninguém pode se queixar da falta de um amigo podendo ter um cão”. (Marquês de Maricá).

À Amanda, pela amizade, companheirismo, palavras de incentivo e orações. Mesmo de longe sua amizade se faz presente na minha caminhada. “Há amigos mais chegados que irmãos”.

A turma 2020 do PPGAO, por toda amizade e rede de apoio construídos ao longo desses dois anos, mesmo de longe fizemos laços que se fortaleceram aos nos encontramos. Sem vocês, toda essa caminhada seria mais difícil. A pandemia não foi capaz de nos deter!

À Esther Mariana, por toda amizade e cumplicidade construída nos últimos meses, sempre com palavras otimistas e pelo apoio nas atividades de trabalho enquanto precisei cumprir tarefas deste mestrado. Obrigada!

Aos amigos funcionários do setor de horticultura, que sempre viabilizaram meu trabalho.

Ao laboratório de Clínica Vegetal por me dar todo aporte necessário para desenvolvimento deste trabalho.

A todos os mestres do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, que contribuíram para meu aperfeiçoamento profissional.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por me proporcionar oportunidades incríveis.

A população brasileira que financia o ensino público, gratuito e de qualidade.

Aos agricultores familiares, que resistem no campo garantindo que alimentação de qualidade chegue à mesa dos brasileiros.

A todos que de alguma maneira contribuíram para minha caminhada ao longo desse mestrado. Muito obrigada!

RESUMO

SANTOS, Fernanda Balbino Garcia dos Santos. **Clínica Vegetal na Palma da Mão: Plataforma para Diagnóstico Fitossanitário**. 2022. 59p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica - PPGAO). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

O crescente uso da tecnologia e a necessidade por informações precisas e imediatas faz parte do cotidiano atual de pessoas por todo mundo. Sites e aplicativos de segmentos diversos estão disponíveis para entretenimento, saúde, educação, negócios e pesquisas diversas. O setor agrícola, por sua vez, não ficou para trás, mostrou-se tecnificado e em buscas por soluções que otimizem seus processos e minimizem perdas. Sendo assim, destaca-se a importância do diagnóstico precoce de doenças e pragas em vegetais para evitar danos, perdas, longevidade, funcionalidade e qualidade sanitária. Este trabalho apresenta a plataforma “CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO”. Trata-se de uma plataforma voltada para o diagnóstico online e precoce de doenças e pragas, bem como o gerenciamento online de análises de amostras e de laudos digitais. Computacionalmente, a ferramenta é um sistema multiusuário e distribuído em nuvem de computadores, sendo composto por um banco de dados de imagens, e uma página web responsiva para *smartphones*. O sistema é fruto de uma parceria extensionista entre o Laboratório de Clínica Vegetal do IA/UFRRJ e profissionais de tecnologia da informação. As premissas desse projeto é considerar as ocorrências de doenças e pragas em vegetais, a distribuição geográfica de usuários, suas dificuldades e limitações de acesso aos laboratórios de fitossanidade, de forma que custos sejam reduzidos ao se diagnosticar rapidamente doenças por meio da análise de imagens digitais disponibilizadas em um banco de dados. A plataforma funciona de forma cooperativa, onde o usuário tem a possibilidade de fotografar os sintomas de um alvo, qual será postado automaticamente com coordenadas georreferenciadas, sendo transmitidos e analisados pela Clínica Vegetal. Através da plataforma, será possível aos pesquisadores do laboratório emitirem laudos e orientações online, bem como acessar as séries históricas das coletas. Em adição, a plataforma também possui função educacional, cuja finalidade é disponibilizar os dados digitais para o público interessado. Quando disponibilizado será possível fazer pesquisas em múltiplas categorias da base de dados, tais como: hospedeiro, doença, praga, nome científico ou nome vulgar da planta, e quadro sintomatológico. Além disso, será disponibilizado recomendações gerais para o manejo agroecológico para cada doença/praga relacionada às espécies. A plataforma CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO conta inicialmente com maior volume de dados sobre espécies de plantas ornamentais, e gradativamente contará com dados sobre hortaliças folhosas, hortaliças de frutos, fruteiras, forragens, gramados, pós-colheita, dentre outros.

Palavras-chave: Mobile. Clínica Vegetal. Fitossanidade.

ABSTRACT

SANTOS, Fernanda Balbino Garcia dos. **Plant Clinic in the hands: Platform for Phytosanitary Diagnosis.** 2022. 59p Dissertation (Master in Organic Agriculture- PPGAO). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

The growing use of technology and the need for accurate and immediate information is part of everyday life for people all over the world. Sites and applications from different segments are available for entertainment, health, education, business and various research. The agricultural sector, in turn, was not left behind, showing itself to be technified and in search of solutions that optimize its processes and minimize losses. Therefore, the importance of early diagnosis of diseases and pests in plants is highlighted to avoid damage, loss, longevity, functionality and sanitary quality. This work presents the platform “PLANT CLINIC IN THE HANDS”. It is a platform aimed at the online and early diagnosis of diseases and pests, as well as the online management of sample analyzes and digital reports. Computationally, the tool is a multiuser system distributed in a cloud of computers, consisting of an image database, and a responsive web page for smartphones. The system is the result of an extensionist partnership between the Laboratory of Vegetal Clinic of the IA/UFRRJ and information technology professionals. The premises of this project are to consider the occurrence of diseases and pests in plants, the geographical distribution of users, their difficulties and limitations in accessing phytosanitary laboratories, so that costs are reduced by quickly diagnosing diseases through the analysis of digital images. made available in a database. The platform works in a cooperative way, where the user has the possibility of photographing the symptoms of a target, which will be automatically posted with georeferenced coordinates, being transmitted and analyzed by Plant Clinic. Through the platform, it will be possible for laboratory researchers to issue reports and guidelines online, as well as access historical series of collections. In addition, the platform also has an educational function, whose purpose is to make digital data available to the interested public. When available, it will be possible to carry out searches in multiple categories of the database, such as: host, disease, pest, scientific name or common name of the plant, and symptomatology. In addition, general recommendations for agroecological management will be made available for each disease/pest related to the species. The PLANT CLINIC IN THE HANDS platform initially has a greater volume of data on species of ornamental plants, and gradually will have data on leafy vegetables, fruit vegetables, fruit trees, forage, lawns, post-harvest, among others.

Key words: Mobile. Plant Clinic. Plant Health.

LISTA DE ABREVIACOES E SMBOLOS

| | |
|-------|---|
| App | Aplicativo |
| BDA | Batata-dextrose-gar |
| BD | Banco de dados |
| BOD | Demanda bioquímica de oxignio |
| COVID | <i>Corona vírus disease</i> |
| DYGS | <i>Dextrose Yeast Glutamato</i> |
| GPS | <i>Global Positioning System</i> |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| LGPD | Lei Geral de Proteção de Dados |
| MySQL | <i>Structured Query Language</i> |
| PET | Programa de educao tutorial |
| RDBMS | <i>Relational database management system</i> |
| SGDB | Sistema de Gestão de Base de Dados |
| SI | Sistemas de informao |
| UFRRJ | Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|---|
| Tabela 1. Levantamento de Aplicativos disponíveis para baixar na plataforma <i>Google play</i> , que abordam temas conexos a Fitossanidade em cultivos agrícolas | 6 |
|--|---|

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1- Diagrama esquemático das inter-relações dos fatores envolvidos em epidemias de doenças de plantas..... | 3 |
| Figura 2- Estrutura e diversidade de equipamentos da Clínica Vegetal do Instituto..... | 10 |
| Figura 3- Suporte de equipamentos da Clínica Vegetal, necessários ao serviço de diagnose de doenças e pragas associadas às plantas. | 10 |
| Figura 4- Exemplo de registro fotográfico do quadro sintomatológico de <i>Cercospora</i> sp. em tecido de espinafre (<i>Spinacea oleracea</i>) | 11 |
| Figura 5- Exemplo de fotomicrografia, evidenciando morfologia e estruturas de hifas e esporos de fungo <i>Pestalotia</i> sp. Aumento de 100X..... | 11 |
| Figura 6- Infraestrutura e equipamentos disponíveis no Laboratório de Fitossanidade- sala 1. | 12 |
| Figura 7- Infraestrutura e equipamentos disponíveis no Laboratório de Fitossanidade- sala 2 | 12 |
| Figura 8- Infraestrutura e equipamentos disponíveis no Laboratório de Fitossanidade- sala 2. | 12 |
| Figura 9- Interface da tela de apresentação da plataforma Clínica Vegetal..... | 14 |
| Figura 10- Interface da tela de cadastro de usuários na plataforma Clínica Vegetal..... | 15 |
| Figura 11- Interface da tela de Termos e Condições na plataforma Clínica Vegetal..... | 15 |
| Figura 12- Interface da tela de login na plataforma Clínica Vegetal..... | 16 |
| Figura 13- Interface da tela de <i>dashbord</i> na plataforma Clínica Vegetal..... | 16 |
| Figura 14- Interface da tela de amostras na plataforma Clínica Vegetal..... | 17 |
| Figura 15- Interface da tela de inserção de Agentes etiológicos na plataforma Clínica Vegetal..... | 17 |
| Figura 16- Interface da tela de inserção de Grupos de espécies vegetais na plataforma Clínica Vegetal..... | 18 |
| Figura 17- Interface da tela de inserção de Laudos (diagnóstico fitossanitário) na plataforma Clínica Vegetal..... | 18 |
| Figura 18- Interface da tela de inserção de Partes amostra na plataforma Clínica Vegetal..... | 19 |
| Figura 19- Interface da tela de inserção de Sintomas na plataforma Clínica Vegetal..... | 19 |
| Figura 20- Interface da tela de controle de usuários na plataforma Clínica Vegetal..... | 20 |
| Figura 21- Interface da tela <i>dashboard</i> de usuários na plataforma Clínica Vegetal..... | 20 |
| Figura 22- Interface da tela de controle de amostras na plataforma Clínica Vegetal..... | 21 |
| Figura 23- Interface da tela de visualização de Dados de coleta de amostras inseridas na plataforma Clínica Vegetal..... | 21 |
| Figura 24- Interface da tela de inserção de amostras na plataforma Clínica Vegetal..... | 22 |
| Figura 25- Interface da tela de escolha de sintomas de doenças vegetais na plataforma Clínica Vegetal..... | 22 |
| Figura 26- Interface da tela de escolha de partes vegetais na plataforma Clínica Vegetal..... | 23 |
| Figura 27- Interface da tela de imagens vegetais na plataforma Clínica Vegetal..... | 23 |
| Figura 28- Interface da tela de confirmação de coleta na plataforma Clínica Vegetal | 24 |
| Figura 29- Interface da tela de Laudo de Análise vegetal na plataforma Clínica Vegetal..... | 24 |
| Figura 30- Profissão dos entrevistados x quantidade de usuários teste da plataforma clínica vegetal..... | 25 |
| Figura 31- Estados de atuação x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma clínica vegetal..... | 25 |

| | |
|---|----|
| Figura 32- Conhecimento sobre diagnose de doenças em plantas x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma clínica vegetal..... | 26 |
| Figura 33- Opinião sobre a utilização da diagnose no manejo agroecológico e produção orgânica x quantidade de usuários entrevistados em teste da plataforma Clínica vegetal..... | 26 |
| Figura 34- Gráfico indicando o percentual de entrevistados com acesso ao laboratório de clínica vegetal..... | 27 |
| Figura 35- Gráfico indicando o percentual de entrevistados que encaminharam amostras de vegetais com distúrbios para análise em laboratório..... | 27 |
| Figura 36- Opinião dos usuários em relação a disponibilidade do serviço de clínica vegetal em <i>smartphones</i> x número de entrevistados..... | 28 |
| Figura 37- Opinião dos usuários em relação a disponibilidade em se pagar pelo serviço de clínica vegetal em <i>smartphones</i> x número de entrevistados..... | 28 |
| Figura 38- Opinião dos usuários em relação a facilidade uso da plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados..... | 29 |
| Figura 39- Opinião dos usuários em relação a resposta das ações na plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados..... | 29 |
| Figura 40- Opinião dos usuários em relação ao grau de dificuldade no da Plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados..... | 30 |
| Figura 41- Opinião dos usuários em relação à necessidade de suporte técnico da plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados..... | 30 |
| Figura 42- Opinião dos usuários em relação à interface da plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados..... | 31 |
| Figura 43- Opinião dos usuários em relação à disposição das informações na tela da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal..... | 31 |
| Figura 44- Opinião dos usuários em relação à dificuldade na inserção de imagens no app x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal..... | 32 |
| Figura 45- Opinião dos usuários em relação à ao tempo de inserção de imagens no app..... | 32 |
| Figura 46- Opinião dos entrevistados quanto ao tempo de inserção das coordenadas geográficas x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal..... | 33 |
| Figura 47- Opinião dos entrevistados quanto a praticidade do sistema <i>check box</i> x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal..... | 33 |
| Figura 48- Opinião dos entrevistados em relação à utilidade da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal..... | 34 |
| Figura 49- Opinião dos entrevistados quanto a melhorias na Ficha de Coleta Vegetal x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal..... | 34 |
| Figura 50- Opinião dos entrevistados quanto frequência de travamento da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma Clínica Vegetal..... | 35 |
| Figura 51- Opinião dos entrevistados quanto frequência de utilização da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste..... | 35 |
| Figura 52- Opinião dos entrevistados quanto a relevância na difusão ao acesso de diagnose de doenças e pragas em plantas x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal..... | 36 |
| Figura 53- Opinião dos entrevistados quanto a probabilidade de recomendação no uso da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste..... | 36 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 2 |
| 2.1 Importância da fitossanidade | 2 |
| 2.2 Diagnose de doenças e pragas em plantas..... | 3 |
| 2.3 Manejo fitossanitário agroecológico..... | 4 |
| 2.4 Tecnologia da informação aplicada a sanidade de plantas..... | 5 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 7 |
| 3.1 Desenvolvimento da Plataforma Clínica Vegetal (plataforma)..... | 8 |
| 3.1.1 Linguagem de programação..... | 8 |
| 3.1.2 Segurança e proteção de dados | 8 |
| 3.2 Clínica vegetal | 9 |
| 3.2.1 Foto documentação | 10 |
| 3.2.2 Fotomicrografia..... | 11 |
| 3.3 Laboratório de fitossanidade..... | 11 |
| 3.3.1 Procedimentos de identificação de microrganismos e insetos..... | 13 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 13 |
| 4.1 Apresentação da plataforma clínica vegetal | 13 |
| 4.2 Painel administrativo..... | 16 |
| 4.3 Painel usuário..... | 20 |
| 4.4 Pesquisa de perfil dos usuários | 25 |
| 4.5 Avaliação dos usuários..... | 29 |
| 5. CONCLUSÕES | 37 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 38 |
| GLOSSÁRIO..... | 42 |
| ANEXO I..... | 44 |

1 INTRODUÇÃO

A digitalização e armazenamento de dados de forma virtual é atualmente uma ferramenta necessária na maioria das atividades desenvolvidas na sociedade. A busca por respostas rápidas e precisas, fez da internet uma das maiores ferramentas já criadas pelo homem. Através do desenvolvimento da telefonia móvel, avançando para a criação do *smarthphone* e na facilidade de acesso em sua obtenção, pessoas do mundo inteiro podem realizar buscas por informações de qualquer natureza na palma de suas mãos, em qualquer hora e em qualquer lugar. Desta maneira, a agricultura acompanhou o ritmo desse avanço, incorporando tecnologias aos seus processos e a população rural está cada vez mais inserida em uma rotina tecnológica, podendo se beneficiar de informações técnicas, tanto através de buscas pela internet ou de aplicativos que auxiliem em diversificados sistemas de produção, do pequeno ao grande produtor.

Estima-se que já existam mais de quinze bilhões de dispositivos conectados em todo o mundo, incluindo smartphones e computadores. Prevê-se que na próxima década esse valor aumentará drasticamente, atingindo 35 bilhões de dispositivos em 2025, ou 5 vezes a população mundial. O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações estima um crescente número de aparelhos conectados a sistemas inteligentes que podem compartilhar, processar, armazenar e analisar dados entre si terá como resultado a conexão de bilhões de máquinas e outros dispositivos a redes e a criação de ainda mais dados. Dessa forma, serão necessárias técnicas inteligentes de gestão e análise de dados para extrair *insights* significativos. Torna-se fundamental o desenvolvimento de diversos setores associados à tecnologia, tais como telecomunicações, serviços de Computação em Nuvem (*Cloud Computing*) e Análise de Dados (*Analytics*) (MCTI, 2016).

De acordo com o levantamento realizado através do último censo agropecuário brasileiro no ano de 2017, foi identificado que 1.430.156 produtores possuem acesso à internet, sendo que 659 mil através de banda larga, e 909 mil, via internet móvel. No ano de 2006, o número de estabelecimentos agropecuários que tinham acesso à internet era de apenas 75 mil. Já o número de estabelecimentos com acesso ao telefone passou de 1,2 milhões para 3,1 milhões, uma alta de 158% entre 2006 e 2017 (IBGE, 2019).

Os benefícios resultantes da informatização na agropecuária são frequentemente associados aos controles administrativos, a agilização dos sistemas de controle técnico, a rapidez do processamento da informação, proporcionando condições para maior racionalização das operações na propriedade e manejo das criações, sendo, portanto, uma ferramenta de trabalho que pode gerar retornos importantes na melhoria da qualidade dos processos e de produtividade das atividades agropecuárias (FILHO, 1995).

Serviços especializados de Clínica Vegetal vêm contribuindo de forma participativa com o desenvolvimento rural sustentável, centrado na expansão e fortalecimento da agricultura familiar. A diagnose correta de doenças e pragas pode auxiliar produtores e profissionais da área agrícola a evitar erro e a consequente recomendação inadequada de medidas de controle, principalmente no uso de agrotóxicos (TAVANTI et. al, 2016).

Até pouco tempo os diagnósticos dessas doenças e pragas eram realizados apenas fisicamente em laboratórios especializados, muitas vezes, bem distantes das unidades de produção. Entre o envio das amostras pelo agricultor, o recebimento pelos técnicos responsáveis e a posterior entrega dos resultados, havia um intervalo que na maioria das vezes era bastante longo e em alguns casos comprometia a sanidade dos cultivos (ALMEIDA, 2018).

Atualmente existem diversos aplicativos disponíveis em plataforma voltados para a identificação espécies de plantas (alimentícias, alimentícias não-convencionais, invasoras e ornamentais), doenças e pragas e recomendações de manejo de culturas alimentares. Entretanto, não existe um aplicativo que aborde de maneira ampla sobre a ocorrência de doenças e pragas e a diagnose em plantas ornamentais. Não obstante, usuários encontram limitações quanto ao número de culturas ofertadas, consistência e retorno das informações quando estas são submetidas ao parecer técnico ofertado pelo aplicativo e restrições relacionadas a informações pagas.

Diante da importância dos problemas fitossanitários, escassez de informações e referências bibliográficas relacionados a plantas tropicais ornamentais e sobre as espécies cultivadas pela agricultura familiar, vem sendo desenvolvido através dos diagnósticos realizados na Clínica Vegetal da UFRRJ, um vasto acervo de imagens das espécies de sintomas, patógenos e pragas. Entretanto, identifica-se uma necessidade de democratizar o acesso aos diagnósticos e a base de dados que tem sido reunida com os procedimentos de análises das espécies, de forma rápida e prática ao usuário, seja ele um estudante, produtor, pesquisador, extensionista rural, profissional de agronomia ou apenas interessado pelo conteúdo do aplicativo, de maneira que possibilite o usuário acionar o técnico e a partir deste ponto desenvolver uma investigação, com estudo de caso para a espécie requisitada.

Este trabalho tem como objetivo disponibilizar a plataforma CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO. Uma proposta inovadora para o desenvolvimento de site responsivo para smartphones e aplicabilidade de banco de dados contendo informações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da fitossanidade

Fitopatologia e entomologia são ciências que estudam as doenças e pragas das plantas, em busca de melhoria desenvolvimento, produtividade e sobrevivência das plantas quando são acometidas por agentes bióticos ou abióticos. Plantas com distúrbios crescem e produzem mal, exibem vários tipos de sintomas, e, muitas vezes, partes de plantas ou plantas inteiras morrem (AGRIOS, 2005).

A planta hospedeira, o patógeno e o ambiente, constituem-se nos três elementos fundamentais que determinam a ocorrência de uma doença, sua incidência e sua severidade. A planta recebe a denominação de hospedeiro e o agente causal é chamado de patógeno ou praga. Depreende-se deste relacionamento que a ação do ambiente como influenciadora da doença pode ser desdobrada em seus efeitos diretos sobre o hospedeiro e sobre o patógeno e ainda sobre a interação patógeno-hospedeiro, ou seja, o processo de doença propriamente dito. Da interação entre um microrganismo, a planta e o ambiente surgem as doenças infecciosas ou bióticas, no caso de doenças infecciosas ou bióticas, os microrganismos mais frequentes são fungos, bactérias, riquetsias, micoplasmas, protozoários, vírus e viróides. Organismos de maior porte como os nematóides, insetos, ácaros e plantas parasitas são também recorrentes em cultivos e causam também danos aos órgãos ou morte das plantas. (KRUGNER, 1995).

Dentre as causas de natureza abiótica ou não infecciosa, destacam-se as condições desfavoráveis do ambiente (temperatura excessivamente baixa ou alta, deficiência ou excesso de umidade, deficiência ou excesso de luz, deficiência de oxigênio, poluição do ar), as

deficiências e/ou desequilíbrios nutricionais e o efeito de fatores químicos (MICHEREFF, 2001).

Segundo Agrios (2005), na agricultura moderna o homem é um fator tão importante no manejo das doenças que os autores propõem a figura de um tetraedro, ao invés de um triângulo, para melhor representar as interações entre fatores predisponentes à ocorrência de uma doença (Figura 1).

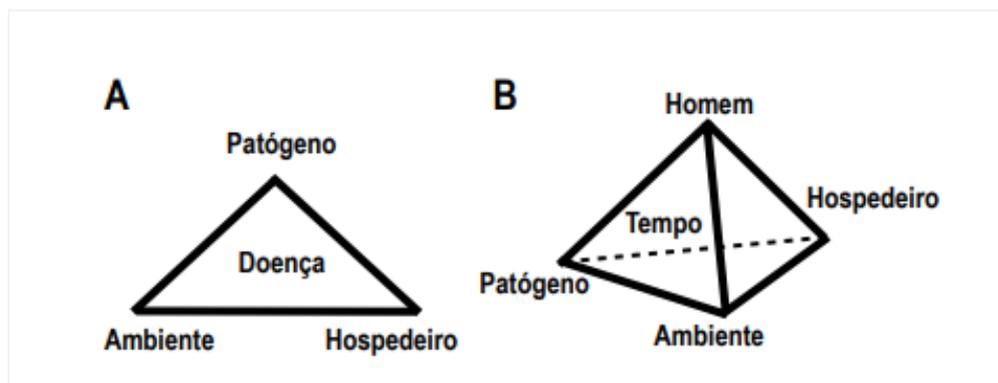


Figura 1. Diagrama esquemático das inter-relações dos fatores envolvidos em epidemias de doenças de plantas: Triângulo epidemiológico (A); Tetraedro de doença de plantas ou pirâmide de doenças (B) (EMBRAPA, 2016).

2.2 Diagnóstico de doenças e pragas em plantas

Doenças são alterações na estrutura e nas funções vitais da planta, que afetam a sua produção e beleza. Essas alterações são resultantes da associação íntima entre agente (patógeno) e planta (hospedeiro) em interação com o meio ambiente (umidade, temperatura, luminosidade e fertilidade do solo) (PITTA, 1995). Considera-se que a ação do ambiente na doença não é devida somente aos fatores climáticos externos. O ambiente interno do hospedeiro, bem como microrganismos externos e internos, deve ser considerado como parte integrante do ambiente e que podem alterar o processo de doença intensificando ou fazendo desaparecer os sintomas do hospedeiro. Os sintomas são classificados como reações da planta (hospedeiro) ante qualquer manifestação de agentes nocivos e os sinais como estruturas do patógeno quando exteriorizadas no tecido doente (AMORIM, 1995). Os sintomas mais comuns associados as doenças de plantas são: anasarca, cancro, clorose, galha, gomose, mancha, mosaico, murcha, necrose, podridão, pústula, crestamento, tombamento e verrugose (EMBRAPA, 2016).

De acordo com Amorim (1995), o diagnóstico de doenças em plantas, em sua maioria, ocorre pelos sintomas que provocam e pelos sinais do patógeno ou praga presentes no hospedeiro. A comparação entre planta com distúrbios e as ilustrações, ou descrições dos sintomas apresentados em literatura é, muitos casos, o suficiente para o diagnóstico. Existem situações, todavia, em que os sintomas não são característicos de nenhuma agente em particular, podendo ser associado a diversas causas. Nesta circunstância, um exame detalhado do quadro sintomatológico da planta e um questionário pormenorizado das condições do cultivo são necessários. Observações ao microscópio do material, na busca da estrutura de sinais, complementam o exame diagnóstico. Os sintomas são padronizados e agrupados no sentido de

facilitar a diagnose podendo ser classificados quanto a localização do sintoma em relação ao patógeno como sintomas primários ou secundários. Os sintomas primários são aqueles resultantes da ação direta do patógeno sobre os tecidos do órgão afetado como as manchas necróticas nas folhas, apodrecimento de frutos e caules por ação de fungos e outros organismos. Os sintomas secundários ou reflexos são aqueles exibidos pela planta em órgão distantes do local de ação do patógeno.

O conhecimento do histórico dos sintomas que ocorrem em determinada planta auxilia os especialistas na diferenciação das causas dos problemas fitossanitários, quer seja por patógenos, pragas ou determinados por fatores do ambiente, favorecendo o diagnóstico correto. Nesse aspecto, a aplicação de práticas culturais com o manejo inadequado tem favorecido ao agravamento desses problemas. Dentre estas destacam-se: o adensamento de plantas, sombreamento ou exposição ao sol excessivo, deficiências nutricionais, solos mal drenados ou compactados, substratos inadequados, injúrias e a introdução de mudas e sementes não tratadas ou com procedência desconhecida (TOFANI, 2015).

A recomendação de medidas de controle e a elaboração de estratégias de manejo, assim como vários outros aspectos relacionados, dependem do conhecimento e da identificação dos problemas fitossanitários existentes nas áreas produtoras, sendo, portanto, de fundamental importância a realização de levantamentos (ROSA et al., 2014).

Estas informações possibilitam ao produtor adotar medidas de controle adequadas para cada espécie de planta e sistema de produção, da instalação da cultura à colheita (TAMAI, 1998).

2.3 Manejo fitossanitário agroecológico

O manejo fitossanitário se reveste da maior importância em sistemas de base agroecológica. Nestes sistemas, a estratégia que norteia a tomada de decisão do agricultor acerca do controle de doenças, pragas ou de plantas daninhas deve ser holística, considerando o equilíbrio do agroecossistema, adotando-se práticas sustentáveis de manejo de forma a reduzir o impacto ambiental provocado por defensivos agrícolas sobre o solo, a água, os animais e as plantas (OLIVEIRA, 2018). No sistema orgânico ou agroecológico busca-se um tratamento preventivo e uma dependência mínima de insumos externos, diferindo do manejo fitossanitário da agricultura convencional que prioriza o tratamento curativo, utilizando-se da larga aplicação de defensivos químicos. O entendimento sobre novas formas de manejo, surgem da mudança de paradigmas e comportamentos, que levam a práticas que estabelecem o equilíbrio entre a produção de alimentos e a conservação de recursos naturais.

Abordagens mais ecológicas devem intervir na causa do problema das pragas, e não tratar os sintomas. Na agricultura orgânica, por exemplo, o controle de fitoparasitas é calcado em medidas antiestresse, que permitam que as plantas expressem plenamente seus mecanismos naturais de defesa (AKIBA et al., 1999).

De acordo com Altieri (2003), em sistemas agrícolas diversificados, a biodiversidade proporciona serviços ecológicos que vão além da produção de alimentos, fibras, energia e renda. Exemplos incluem a reciclagem de nutrientes, controle do microclima local, regulação dos processos hídricos locais, regulação da abundância dos organismos indesejáveis, que lhes conferem maior estabilidade, resistência a perturbações e capacidade de recuperar-se de eventos de estresse.

Dessa forma, a utilização de práticas agroecológicas diminui as condições favoráveis ao surgimento e estabelecimento de patógenos e pragas, bem como prejuízos econômicos relacionados a estes, vez que suas populações diminuem a ponto de não ocasionar desequilíbrio no meio. Diversas são as práticas para manejo e controle, podendo considerar a utilização da diversidade de cultivos, rotação de culturas, cultivares adaptadas, uso de sementes e mudas sadias, aplicação de caldas e extratos vegetais, adubação verde, manejo e boa qualidade da água de irrigação, eliminação de restos culturais, densidade de plantio, época de plantio, plantas hospedeiras, pousio, barreiras quebra-vento, incorporação de matéria orgânica no solo, limpeza de ferramentas e maquinários.

O manejo ecológico, bem como suas estratégias, é essencial à manutenção da sanidade dos cultivos. No entanto, juntamente com os métodos de controle alternativos é essencial entender a ecologia dos agros ecossistemas, das doenças, das pragas, dos hospedeiros, bem como as condições climáticas e edáficas nas áreas de cultivo, além de estabelecer métodos contínuos de avaliação de campo dos elementos bióticos (pragas, doenças, plantas) e abióticos (fertilidade do solo, clima e máquinas, entre outros). Todos os métodos de controle ressaltados possuem princípios ecológicos de manejo e são permitidos pela maioria das certificadoras de alimentos orgânicos. No entanto, ressaltamos que, paralelamente aos métodos e práticas agroecológicas de manejos considerados mais focais e temporários, deve-se priorizar o restabelecimento do equilíbrio dinâmico dos agroecossistemas, por meio do redesenho das unidades produtivas e da paisagem rural, com foco no aumento da agro biodiversidade, na complexidade ecológica e na adequação ambiental (LOPES, 2019).

Visto que a adubação verde é um método utilizado no manejo fitossanitário de sistemas de práticas ecológicas do solo, amparados pela Lei 10.831, Lei de Agricultura Orgânica, o desenvolvimento do aplicativo Adubação Verde no ano 2018, durante o curso de Pós-graduação em Agricultura orgânica, é um exemplo de uma ferramenta que pode ser utilizada como referência para o aperfeiçoamento da ferramenta desenvolvida neste estudo.

No que tange a sua multifuncionalidade dentro de um ecossistema, a adubação verde, é promotora de melhorias não somente em sistemas orgânicos ou agroecológicos, mas também em sistemas convencionais, onde através da sua incorporação e manutenção no solo, atua diretamente para melhorias físicas, químicas e biológicas. Dessa forma, o incremento de adubo verde no solo, contribui para o aumento da microfauna, que atua contra algumas espécies de fitonematóides e na atração de inimigos naturais e pragas agrícolas (ESPÍNDOLA, 1997).

2.4 Tecnologia da informação aplicada a sanidade de plantas

Com o avanço da tecnologia, a utilização de programas e aplicativos vem se tornando comum no campo, permitindo uma maior precisão, praticidade e melhor armazenamento de dados, possibilitando acesso à informação em tempo real no campo.

De acordo com Enrici (2018), a chegada da internet no meado da década de 90 revolucionou a relação entre o homem e a informação. Posteriormente, a democratização do conhecimento se torna percebida com o desenvolvimento da telefonia móvel, através dos telefones inteligentes ou smartphones. Nos dias atuais, os mais diversos serviços e aplicativos estão disponíveis na palma da mão, a qualquer tempo e lugar. Neste cenário de desenvolvimento, o agricultor pode se beneficiar através da troca rápida e acessível de conhecimento técnico, aumentando a produtividade e eficiência de suas tarefas, solucionando problemas e tomando decisões mais prontamente e segura possível. O homem do campo, antes afastado tecnologicamente, hoje está tão conectado e modernizado quanto nos centros urbanos. A adoção dessas tecnologias pelo setor agrícola é ainda mais relevante quando se considera a

emergência de pressões crescentes relacionadas a demanda por alimento, exigências ambientais, escassez de recursos naturais e problemas fitossanitários. Permite e democratiza o acesso à assistência técnica para o controle de doenças e pragas, principalmente com respeito a diagnose e a adequada identificação. Neste aspecto o avanço da tecnologia tem feito notáveis contribuições através do auxílio da visão computacional e da aprendizagem de máquina (ENRICI, 2018).

Nas últimas décadas, a modelagem matemática de doenças de plantas, por exemplo, tem se expandido muito rapidamente, contribuindo para o manejo integrado. Os recentes avanços na ciência da computação têm auxiliado nesse desenvolvimento, trazendo vantagens e facilidades operacionais para a construção de modelos que representem os processos complexos. A modularidade e a forma genérica são os termos que descrevem a nova e amplamente aceita metodologia para superar as complexidades no desenvolvimento e reuso de modelos (PAVAN, 2007).

Atualmente é possível encontrar diversos sites e aplicativos que oferecem o serviço de identificação de doenças e pragas, deficiência nutricional, plantas daninhas, dentre muito outros (Tabela 1), em cultivos de importância econômica e seu controle, seja de forma gratuita limitada ou de forma paga pelo usuário. Entretanto, não há uma finalidade precisa, onde muitas das vezes necessita que o usuário alimente um banco de dados e aguarde avaliação do servidor, para depois de sua aprovação, obter uma resposta sobre sua busca, podendo aumentar substancialmente o tempo por resposta e solução.

Tabela 1- Levantamento de Aplicativos disponíveis para baixar na plataforma *Google play*, que abordam temas conexos a Fitossanidade em cultivos agrícolas (continua).

| APP | Sobre | Principais limitações |
|-------------------------------|---|--|
| <i>PictureThis</i> | Auxilia na identificação de espécies de plantas, dicas de cultivo, irrigação e de auxilia na identificação de doenças. Versão gratuita e paga. | Versão gratuita é limitada. Usuários alegam que o app não encontrou a espécie pesquisada e ainda cobrou pela assinatura. Não inclui plantas ornamentais. |
| Agrobase | Base de dados com catálogo de pragas, plantas daninhas e doenças, além de todos os pesticidas registrados no país. Utilizado nas culturas de vegetais, frutas, castanhas, horticultura e pecuária. Versão paga. | Solicita que o usuário baixe o banco de dados. Para isso tem que pagar ou não se tem nenhuma informação. Não inclui plantas ornamentais. |
| <i>Plantix preview</i> | Aplicativo de diagnóstico de doenças em lavouras. Detecção instantânea de doenças e dicas de tratamento, dicas de cultivo, alerta de doenças e medidas preventivas. Controle preventivo orgânico e convencional. Versão gratuita. | Não inclui espécies de plantas ornamentais. |
| Pragas e doenças de plantas | Auxilia no controle de pragas e doenças, e indica tratamento orgânico e convencional. Versão gratuita. | Não inclui espécies de plantas ornamentais. |
| As doenças das plantas | Diretório de doenças de plantas. Versão gratuita. | Apresenta informações muito limitadas e somente sobre algumas doenças fúngicas. Poucas imagens disponíveis. Não inclui espécies de plantas ornamentais. |
| <i>Plant disease detector</i> | Auxilia na detecção de doenças de plantas. Versão gratuita. | Linguagem somente em inglês, poucas culturas. Não inclui espécies de plantas ornamentais. |
| <i>Plant disease</i> | Livro de referência de doenças em plantas Aborda a epidemiologia de doenças em plantas, Versão gratuita. | Catálogo restrito de doenças e pragas. Não é traduzido para o português. Não inclui espécies de plantas ornamentais. |
| Pragas e doenças em vegetais | Explicação breve de como controlar pragas e doenças vegetais. | Abrange poucas culturas. Não inclui espécies de plantas ornamentais. |

Tabela 1: Continuação.

| | | |
|---|---|---|
| Diagnose Virtual Embrapa | Identificação de doenças de plantas como soja, milho e feijão. Versão gratuita. | Não inclui espécies de plantas ornamentais. |
| Agrios- Proteja as suas culturas. Colha mais. | Utiliza inteligência artificial para identificar anomalias em áreas cultivadas. Avaliações em tempo real, atribuídas aos fiscais que podem repassar as instruções, recomendar tratamentos instantâneos e produzir relatórios fitossanitários. Versão gratuita e paga. | Usuários alegam que ficam dependendo de outros usuários do app para responderem suas dúvidas e que o app se beneficia de ter seu banco de dados alimentado e cobrar a informação em versão premium. Não inclui espécies de plantas ornamentais. |
| IZ agro | Permite obter informações sobre produtos recomendados para combater, doenças, pragas e plantas daninhas. Versão gratuita. | Não inclui espécies de plantas ornamentais. |
| Guia InNAT | Possui imagens e informações sobre agentes naturais de controle de pragas, auxiliando produtores a identificar essas espécies em seu meio produtivo. Versão gratuita. | Não é direcionado para aplicação em culturas, mas válido na identificação de insetos benéficos. |

A plataforma Clínica vegetal surge como ferramenta que possibilitará diagnoses de doenças em plantas de forma *on line*, diminuindo o tempo de espera, reduzindo custos democratizando o acesso aos agricultores familiares de forma que agilize suas demandas e permita também que o acesso a equipe técnica seja feito de forma direta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

No período compreendido de 2018 a 2020, compreendido como a fase I de desenvolvimento, este projeto foi iniciado em parceria com o Programa de Educação Tutorial (PET), que é um programa que possui comprometimento em aprimorar os cursos de graduação e pós-graduação e é vinculado ao Departamento de Tecnologia da Informação, localizado no Pavilhão de Aulas Práticas (PAP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Foi operacionalizada a ferramenta básica de um sistema multiusuário distribuído em nuvem de computadores, sendo composta por um banco de dados de imagens e dois aplicativos (app) móveis. A expectativa era de se alcançar dois protótipos de aplicativos: CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO (CLÍNICA VEGETAL) e CLÍNICA VEGETAL EDU, onde o primeiro estava destinado ao público técnico e agricultores e o segundo aos usuários em geral. As versões iniciais dos aplicativos CLÍNICA VEGETAL e CLÍNICA VEGETAL, não foram continuadas devido as dificuldades impostas pela pandemia COVID-19 na seleção de novos bolsistas pelo PET para continuidade do projeto. Além disso, os aplicativos apresentaram uma série de erros durante os primeiros testes. Dificuldades em relação a inserção de dados nos campos de coleta das partes vegetais, falha na inserção de imagens, tempo de espera na inserção da localização por *GPS*, erro na seleção de informações em *check box*, disposição das informações na tela, salvamento final na ficha de coleta vegetal e dificuldades de compartilhamento de informações entre os dois aplicativos em desenvolvimento.

No período de setembro de 2021 a fevereiro de 2022, compreendido como fase II de desenvolvimento, foi contratada consultoria externa, onde buscou-se uma nova tentativa e construção de um novo aplicativo com aprimoramento das funcionalidades desenvolvidas na primeira versão, a fim de evitar erros no sistema e estabelecer ferramentas visuais que o tornassem ainda mais intuitivo ao usuário, entretanto não foi possível chegar a um resultado satisfatório, inviabilizando alcançar o objetivo inicialmente proposto, sendo interrompido o prosseguimento desta etapa.

Na expectativa de gerar um produto funcional, no período de maio a julho de 2022, considerado como fase III de desenvolvimento, através de nova consultoria externa, foi decidido a substituição do aplicativo por um produto do tipo plataforma responsiva para celular, ou seja, com função *mobile*, possibilitando que o banco de dados utilizados nesta programação, seja transportado de maneira integral para a construção futura de aplicativo móvel e assim eliminar etapas de desenvolvimento.

3.1 Desenvolvimento da Plataforma Clínica Vegetal (plataforma)

3.1.1 Linguagem de programação

O *CodeIgniter* usa padrão de design *Model View Controller* (MVC), que é uma maneira de organizar seu aplicativo em três partes diferentes: modelos - a camada de abstração do banco de dados, exibições - os arquivos de modelo de *front-end* e controladores - a lógica de negócios de seus aplicativos (GRIFFITHS, 2010).

O *CodeIgniter* é mantido pela equipe *EllisLab*, a qual libera suas versões oficiais, e é distribuído sob a licença *Open Software License 3.0* (OSL 3.0), sendo gratuito para *download* e modificação. Sua versão inicial foi liberada no ano de 2006, tendo alcançado estabilidade ao longo dos anos, consagrando-se como um dos *frameworks PHP* mais utilizados no mundo (CARLI, 2012).

Framework é uma estrutura que permite aos desenvolvedores construir um aplicativo. Existem dois tipos de *frameworks*, um deles é um *framework* de aplicação web, chamado de *framework PHP* que até agora tem vem cultivando mais de quinze tipos para acompanhar o progresso da tecnologia existente. A estrutura do trabalho do *CodeIgniter* começa a partir de um navegador que irá interagir através do controlador. Então o controlador irá receber e responder a todas as solicitações do navegador. Para dados, o controlador solicitará o modelo e a interface do usuário/modelo controlador irá pedir para visualizar. Quando um navegador solicita uma página da web, o roteador encontrará o controlador que deve tratar o pedido. Mais tarde, o controlador usará para acessar o dados e a visualização do modelo para exibir os dados (HUSTINAWATI, 2014).

Ainda de acordo com Carli (2012), os objetivos da arquitetura do *CodeIgniter* são: a instanciação dinâmica (componentes são carregados somente quando requisitados), baixo acoplamento (componentes fracamente relacionados) e singularidade de componentes (classes totalmente autônomas), permitindo o máximo de reutilização. Outro aspecto vantajoso deste *framework* diz respeito às suas atualizações que são realizadas com frequência. Para atualizar qualquer sistema simplesmente se pode substituir o diretório *system* da aplicação pelo diretório atualizado da nova versão, não sendo necessário modificar nada na aplicação em si, uma vez que seu código fica separado do núcleo da ferramenta.

3.1.2 Segurança e proteção de dados

A estrutura do site garante que o acesso as partes internas fiquem vinculadas ao IP, protegendo o banco de dados, banco e imagens e o código-fonte de pessoas não autorizadas. O

gerenciamento do banco de dados é realizado através do SGDB que garante a segurança, integridade e consistência dos dados. Para garantir a segurança das informações de cadastro dos usuários, o sistema de senha foi implementado em formato de criptografia, em conformidade com a lei nº 13.709 de 2018, Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

A LGPD inclui a segurança como um de seus dez princípios gerais (art. 6º, VII), determinando que os agentes de tratamento devem adotar medidas técnicas, administrativas e de segurança aptas a proteger os dados pessoais de acessos não autorizados e de situações acidentais ou ilícitas, como destruição, perda, alteração, comunicação, difusão ou qualquer outra forma de tratamento inadequado ou ilícito (art. 46). Se, por um lado, a lei brasileira não dispõe expressamente sobre o uso da criptografia como medida técnica sugerida, por outro é clara no sentido de que, em caso de incidente de segurança que possa acarretar risco ou dano relevante aos titulares, será avaliada eventual comprovação de que foram adotadas medidas técnicas adequadas para tornar ininteligíveis os dados pessoais afetados (art. 48, § 3º) (SOUZA, 2019).

De acordo com Terada (2011), algoritmos criptográficos basicamente objetivam ocultar que informações sigilosas sejam descobertas por pessoas não autorizadas. Na construção da plataforma, utilizou-se diversas bibliotecas e cálculos para a criptografia, onde uma dessas bibliotecas é o *openssl_encrypt*, que é um do método de criptografia reversível, que possibilita ao detentor da chave privada ver o texto original. Para cadastro de senha dos usuários, existem métodos criptográficos onde o propósito é impedir a recuperação do texto original, chamados de *hash*, onde não se pode recuperar o texto criptografado, caso o usuário perca a senha, não é possível ver qual senha ele inseriu.

O cálculo da criptografia utilizou o padrão *Advanced Encryption Standard* (AES) com chave simétrica adotado desde o ano de 2002 pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST) [FIPS PUB 197, 2001], agência governamental dos Estados Unidos, visando a substituição do *Data Encryption Standard* (DES), padrão até então utilizado desde 1976 (RINALDI, 2012).

3.2 Clínica vegetal

O ponto de partida para o desenvolvimento deste trabalho acontece na Clínica Vegetal, localizada no Instituto de Agronomia, onde são realizadas as diagnoses de amostras de plantas com problemas fitossanitários, produção do acervo de imagens e fotomicrografias de diagnósticos para alimentação do banco de dados. A Clínica vegetal conta com equipamentos como microscópios (**Figuras 2 e 3**), câmeras digitais para acoplamento ao microscópio, câmara de fluxo laminar e estufas de incubação (BOD). Posteriormente, o material será enviado ao laboratório de Fitossanidade, localizado no Setor de Horticultura para testes de patogenicidade, microbiológicos e bioquímicos.



Figura 2- Estrutura e diversidade de equipamentos da Clínica Vegetal do Instituto



Figura 3- Suporte de equipamentos da Clínica Vegetal, necessários ao serviço de diagnose de doenças e pragas associadas às plantas.

3.2.1 Foto documentação

O registro de imagens do quadro sintomatológico constituem uma das melhores formas de registro e documentação visual para ilustrar observações e resultados de pesquisa (ALFENAS; MAFIA, 2007). Buscando maior detalhamento dos sintomas e associação ao quadro sintomatológico, serão realizadas fotografias com câmera digital do material recebido na Clínica Vegetal (**Figura 4**), formando assim um banco de imagens de sintomas de distúrbios de plantas e seus agentes etiológicos.



Figura 4- Exemplo de registro fotográfico do quadro sintomatológico de *Cercospora* sp. em tecido de espinafre (*Spinacea oleracea*).

3.2.2 Fotomicrografia

A fotomicrografia consiste basicamente na obtenção de imagens fotográficas ampliadas de objetos no tamanho diminuto, através do uso de microscópios compostos (ALFENAS; MAFIA, 2007). Através de uma câmera acoplada ao microscópio ou lupa estereoscópica, é possível realizar fotomicrografias com o auxílio do software *Scopelmage* 9.0 (X5), formando assim um banco de imagens de microrganismos, insetos, ácaros e parasitas associados à problemas fitossanitários (**Figura 5**).



Figura 5- Exemplo de fotomicrografia, evidenciando morfologia e estruturas de hifas e esporos de fungo *Pestalotia* sp. Aumento de 100X.

3.3 Laboratório de fitossanidade

O Laboratório de Fitossanidade é estruturado de modo a oferecer condições para que as rotinas de laboratório sejam realizadas de forma eficiente, possibilitando realizar as atividades de limpeza e esterilização de vidrarias, preparação de meios de culturas e isolamento de microrganismos. O Laboratório é composto de três ambientes, sendo a sala 1 (**Figura 6**) composta de microscópio ótico, autoclave, balança digital, agitador, destilador, geladeira, micro-ondas e

bancadas que armazenam vidrarias. A sala 2 (**Figura 7**) é composta por BOD, câmara de fluxo laminar, lupa estereoscópica, estufa, agitador e bancadas que armazenam reagentes e demais insumos. A sala 3 (**Figura 8**) é composta por estufa, contador de colônias e balança digital, armário para armazenar vidrarias e bancada para armazenar reagentes.



Figura 6- Infraestrutura e equipamentos disponíveis no Laboratório de Fitossanidade- sala 1.



Figura 7- Infraestrutura e equipamentos disponíveis no Laboratório de Fitossanidade- sala 2



Figura 8- Infraestrutura e equipamentos disponíveis no Laboratório de Fitossanidade- sala 2.

3.3.1 Procedimentos de identificação de microrganismos e insetos

Os materiais encaminhados ao Laboratório de Fitossanidade para diagnose direta, são submetidos à retirada de fragmentos de tecidos (interface de tecido saudável e doente), sendo este procedimento realizado na sala 1. Com auxílio de bisturi e pinça flambada, desinfestados em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 2 minutos, seguida de tríplice lavagem em placas de Petri estéreis e com água destilada esterilizada (ADE).

Sob câmara de fluxo laminar, tecidos colonizados por estruturas fúngicas, foram semeados em placas de Petri contendo meio BDA (Anexo I). Os tecidos colonizados por bactérias, foram submetidos a exsudação em água estéril e com auxílio da alça de *Drygaski* foi realizada semeadura pelo método de risca em meio de cultura DYGS ou Kelman (Anexo I) e então levados à estufa incubadora (BOD), com fotoperíodo de 16 horas e temperatura média de 25°C.

Após crescimento das colônias, as placas foram encaminhadas a Clínica Vegetal e posteriormente realizados exames morfológicos ao microscópio ótico, coloração de hifas e esporos e testes de patogenicidade e testes bioquímicos para identificação dos gêneros de colônias fúngicas e bacterianas. Os resultados são anexados ao Laudo de Análise Vegetal e enviado ao SRBM.

Já para ácaros, tripes e pulgão, foram realizados exames ao estereoscópio binocular, caracterização morfológica e produzidas fotomicrografias dos agentes etiológicos dos distúrbios.

A diagnose indireta, baseada em avaliação de imagens do quadro sintomatológico (sintomas e sinais) por especialistas, é a principal ferramenta para realização da diagnose vegetal e é fundamento de trabalho da plataforma desenvolvida.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Desenvolvimento da plataforma CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO, permitiu a integração de uma equipe multidisciplinar.

A criação da plataforma permitiu aprimorar algumas funcionalidades pensadas para os projetos anteriores, dividindo as buscas nos seguintes grupos: plantas ornamentais, hortaliças folhosas, hortaliças de frutos, fruteiras, forragens, gramados, pós-colheita, a busca por coletas dentro das fichas de laudo de análise vegetal e a possibilidade da inclusão das coordenadas *GPS* do local de coleta de amostras.

4.1 Apresentação da plataforma clínica vegetal

A plataforma criada, é registrado através do domínio nacional www.clinicavegetal.com.br. De acordo com Roza (2003), para que se possa transmitir informações entre usuários, são necessários endereços, formados por combinações de letras e números que identificam um determinado local virtual. Esses endereços são os nomes de domínio, registrados perante um órgão cuja finalidade consiste em permitir a adequada comunicação na rede eletrônica.

A plataforma conta com uma tela inicial que contém texto informativo sobre o projeto, seus objetivos e sobre as funcionalidades desta ferramenta (**Figura 9**). Adicionalmente, foram inseridos botões para cadastramento de novos usuários e área de *login* para usuário já cadastrado, que remetem a outras telas de acesso exclusivo.

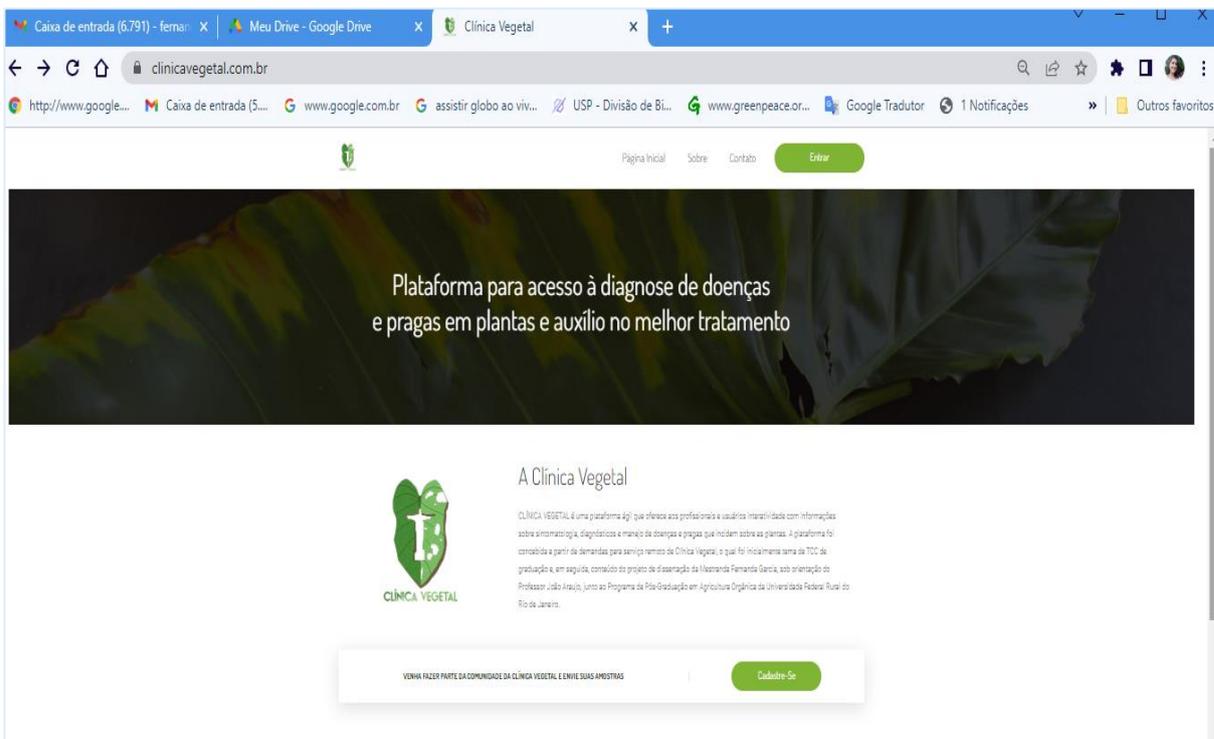


Figura 9- Interface da tela de apresentação da plataforma Clínica Vegetal.

Na área de cadastramento do usuário, são requeridas informações para validar a segurança de acesso como: Nome, e-mail, senha e confirmação da senha (**Figura 10**). Para que o este processo de cadastro seja finalizado, é necessário que o usuário aceite os Termos e Condições formulados para esta plataforma (**Figura 11**), e partir da realização destas etapas, realizar o login e ter acesso aos serviços de clínica vegetal.

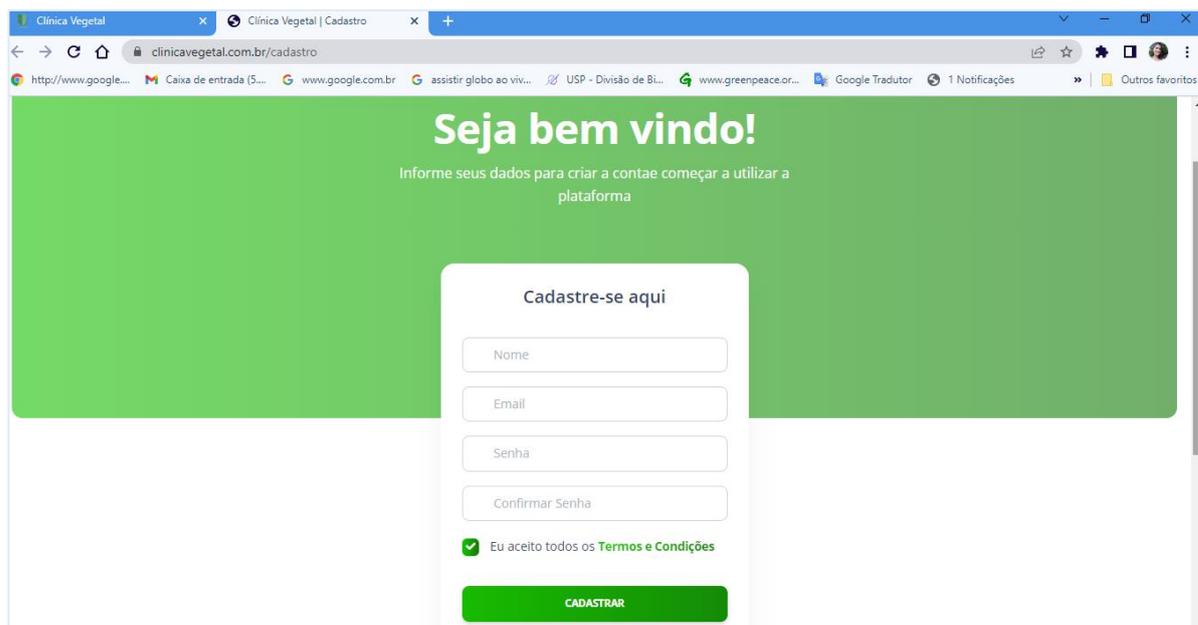


Figura 10- Interface da tela de cadastro de usuários na plataforma Clínica Vegetal.

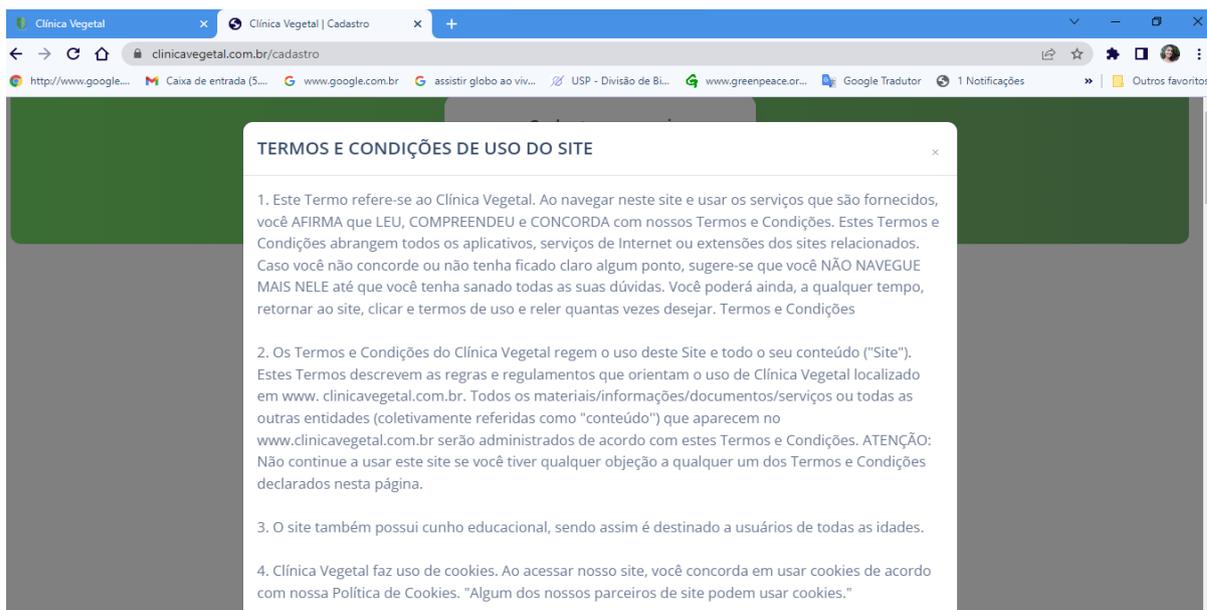


Figura 11- Interface da tela de Termos e Condições na plataforma Clínica Vegetal.

4.2 Painel administrativo

O painel administrativo foi criado a fim de atender a equipe técnica e que permite gerenciar as coletas vegetais enviadas pelos usuários através de edição ou exclusão, emissão de laudos de diagnóstico fitossanitário com imagens, inserção de grupos e subgrupos de plantas, inserção de lista de sintomas, inserção de agentes etiológicos, controle de usuários e cadastramento de senhas. O acesso ao painel administrativo do site ocorre pela mesma área de login do usuário comum (**Figura 12**), entretanto somente e-mails habilitados com nível de administrador conseguem ter acesso a esta área de caráter restrito.

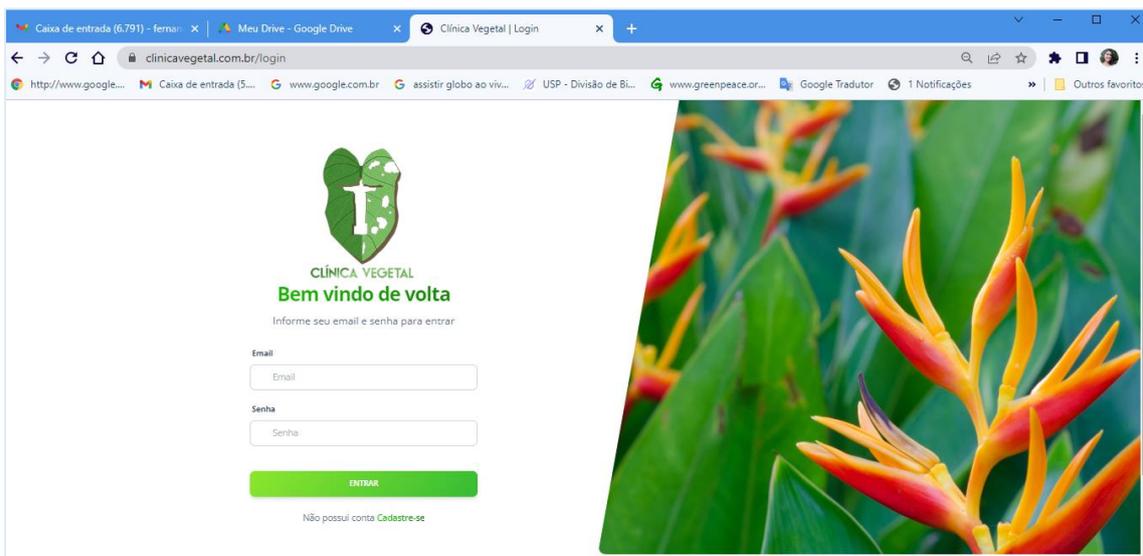


Figura 12- Interface da tela de login na plataforma Clínica Vegetal.

As informações nos painéis foram criadas em modelo *dashboard*, que é um modelo de painel com informações chave para o desenvolvimento das atividades. Na parte superior da tela são apresentadas as coletas realizadas no dia de acesso, o número total de coletas, o total de imagens inseridas, a quantidade de laudos geradas pela equipe técnica, e em caixas informativas a demonstração rápida das amostras enviadas pelos usuários (**Figura 13**).

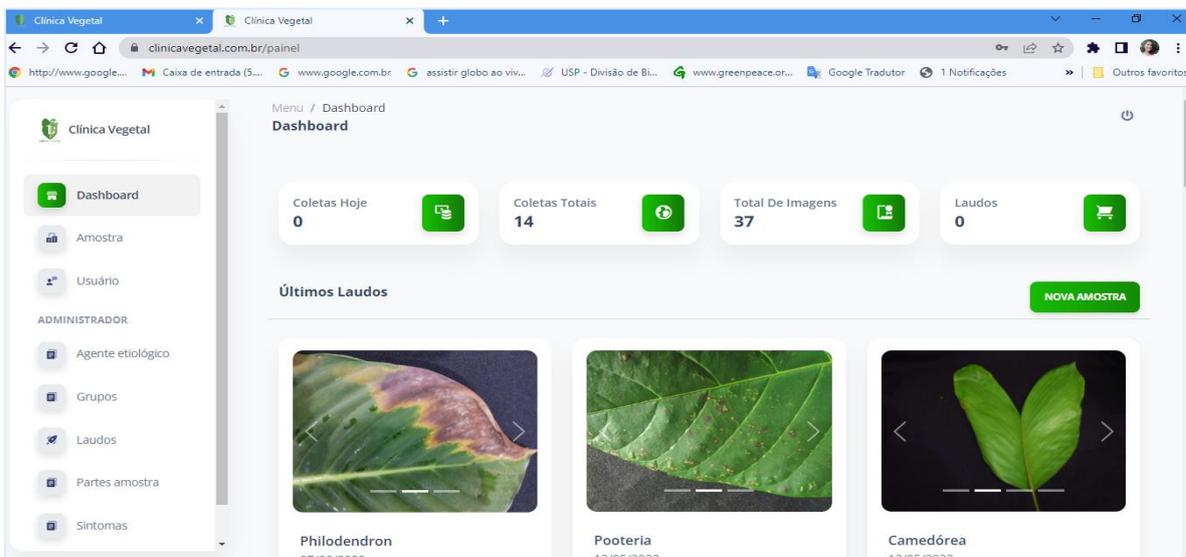


Figura 13- Interface da tela de *dashbord* na plataforma Clínica Vegetal

Ao acessar o botão amostra, a equipe técnica através do usuário administrador, poderá ter acesso ao ID gerado no cadastro da amostra, data e hora que a coleta foi inserida, nome científico ou vulgar da espécie vegetal, o usuário que realizou o cadastro e se o cadastro requerido está ativo na plataforma. Ainda nesta interface, é possível realizar ações de emissão de laudos, edição e exclusão de amostras (Figura 14).

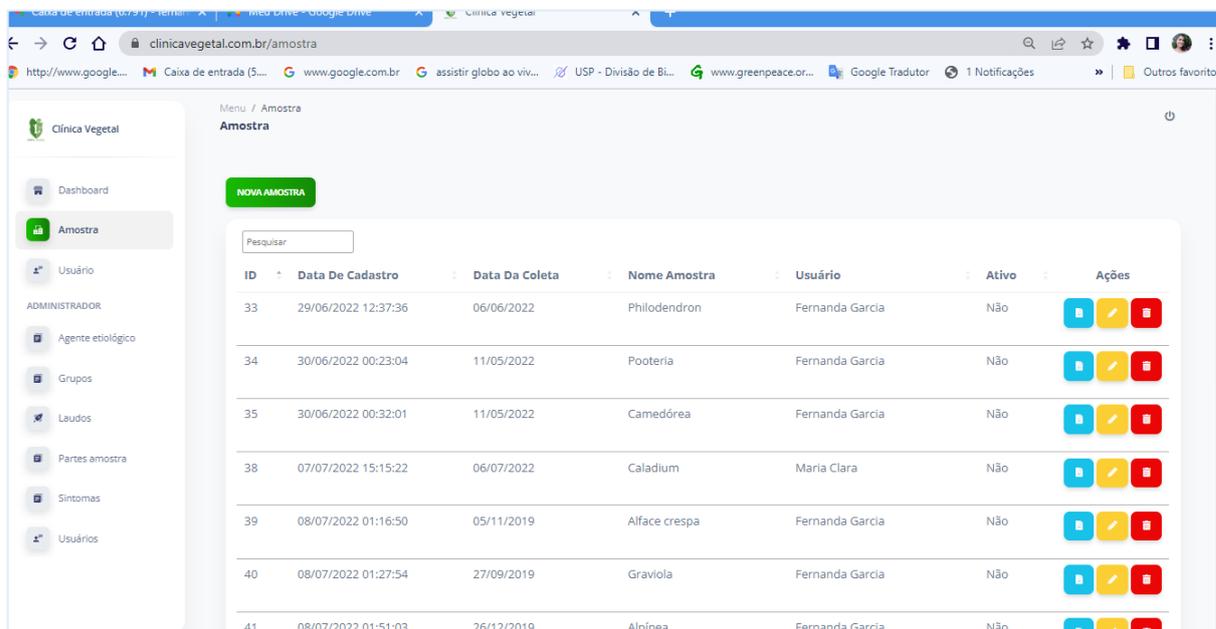


Figura 14- Interface da tela de controle de amostras na plataforma Clínica Vegetal.

O botão Agente etiológico fornece a equipe técnica a função de cadastrar, através da seleção de Novo Agente, todos os agentes que ocasionam incidência de doenças e pragas em espécies vegetais, identificados durante os diagnósticos fitossanitários e que ficarão disponibilizados para o usuário durante a inserção da amostra. Também possui a funcionalidade de exclusão de agentes (Figura 15).

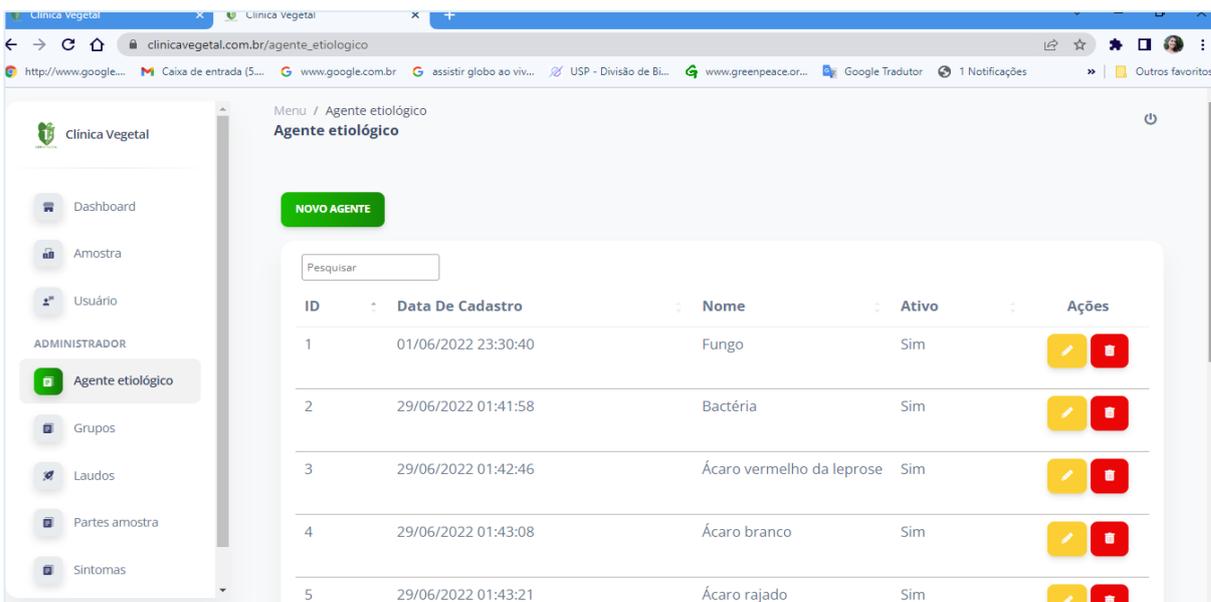


Figura 15- Interface da tela de inserção de Agentes etiológicos na plataforma Clínica Vegetal.

Com intuito de se formar uma biblioteca organizada, disponibilizada na tela inicial do site, o botão Grupos permitirá ao usuário administrador inserir, editar e excluir grupos e subgrupos de espécies vegetais, que serão disponibilizadas na área de emissão de laudos para escolha da equipe técnica no momento de emissão do diagnóstico fitossanitário (**Figura 16**).

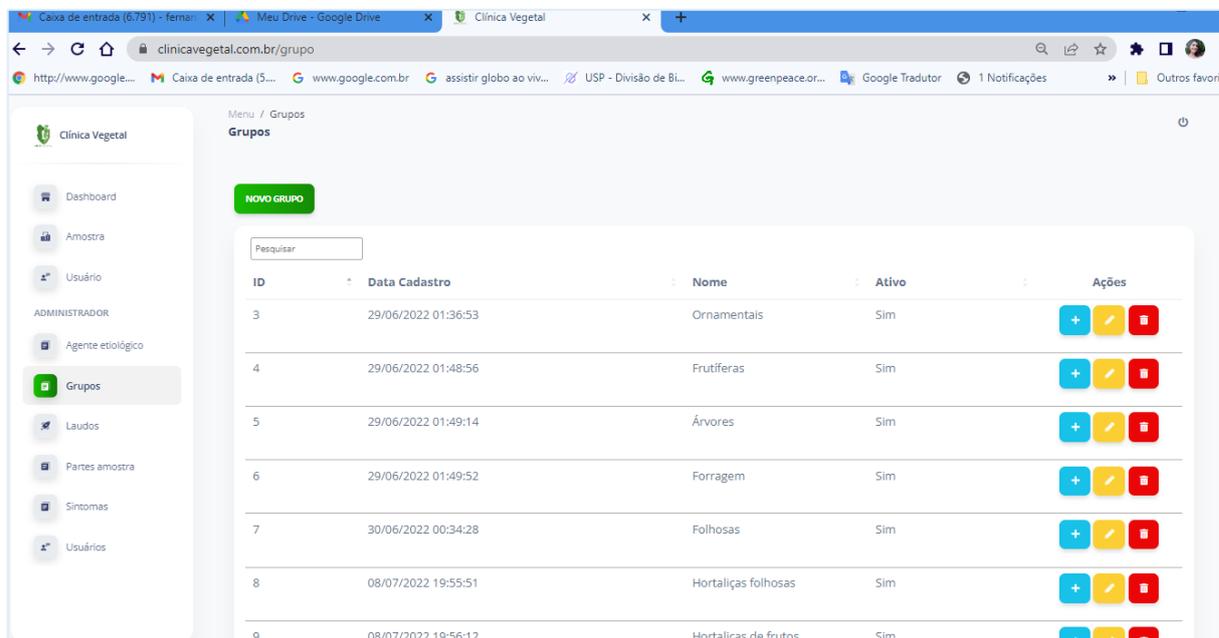


Figura 16- Interface da tela de inserção de Grupos de espécies vegetais na plataforma Clínica Vegetal.

Ao inserir a amostra de coleta vegetal, o usuário espera receber o diagnóstico do problema relatado. O usuário administrador então, através do botão Laudos e da funcionalidade editar em ações, tem acesso as informações e imagens enviadas, permitindo assim que seja realizada análise das amostras e a emissão de parecer técnico, caracterizando o agente etiológico, grupo e subgrupo de espécies, bem como fotomicrografias de agentes causais, que resultam no diagnóstico fitossanitário. Este botão também permite a exclusão de laudos (**Figura 17**).

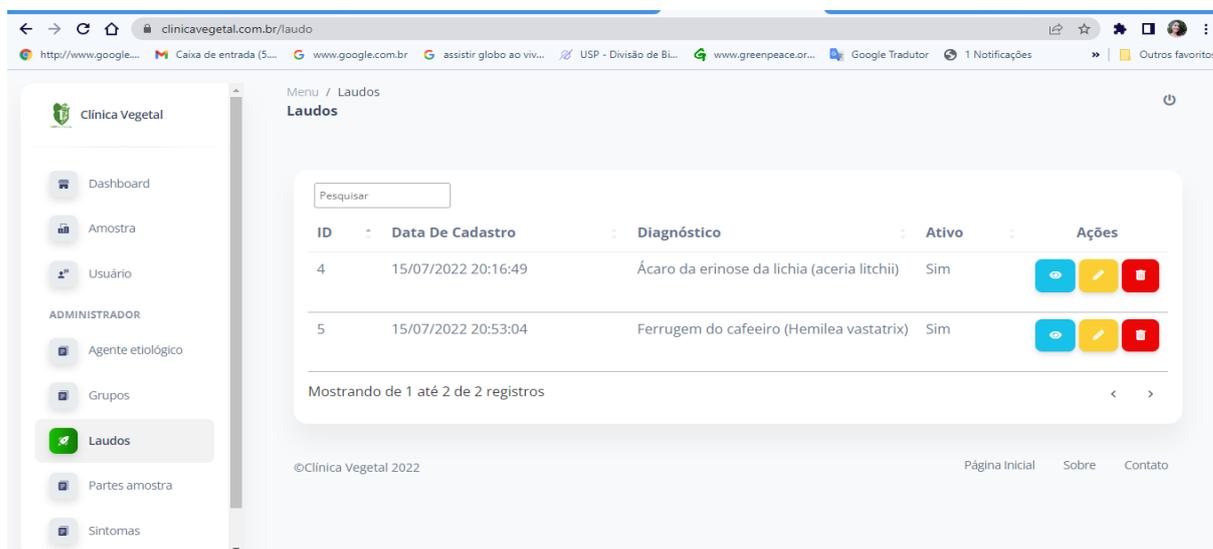


Figura 17- Interface da tela de inserção de Laudos (diagnóstico fitossanitário) na plataforma Clínica Vegetal.

O botão Partes amostra, permite ao usuário administrador cadastrar partes vegetais, como folha, caule, raiz, fruto e flor, que serão disponibilizadas para escolha do usuário durante o preenchimento da coleta vegetal em formato de *check-box* e auxiliar na avaliação da amostra enviada. Este botão também permite a exclusão de partes vegetais inseridas (**Figura 18**).

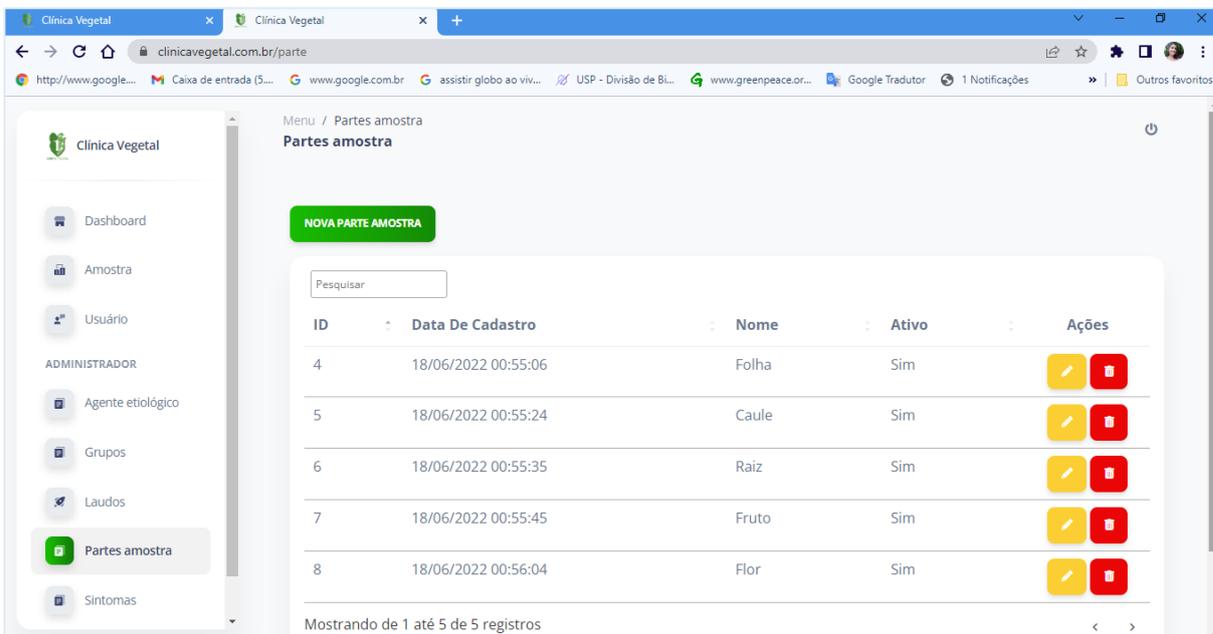


Figura 18- Interface da tela de inserção de Partes vegetais na plataforma Clínica Vegetal.

O botão Sintomas, permite ao usuário administrador cadastrar os sintomas morfológicos mais recorrentes em doenças de plantas, sendo pré-cadastrados vinte e um sintomas dos tipos necróticos e plásticos, para escolha do usuário durante o preenchimento da coleta vegetal em formato de *check-box*, sendo ferramenta indispensável para auxiliar na avaliação da amostra enviada (**Figura 19**). Este botão também permite a exclusão de sintomas inseridos.

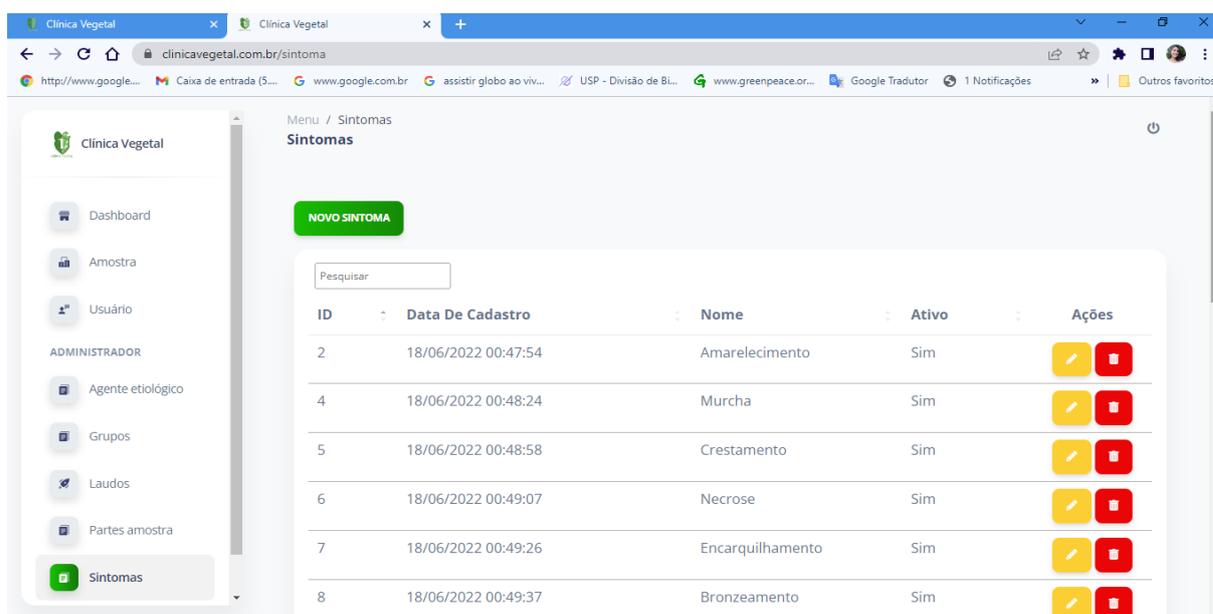


Figura 19- Interface da tela de inserção de Sintomas na plataforma Clínica Vegetal.

O controle de usuários da plataforma é realizado através do botão Usuários, que gera um número de ID, a data e hora de cadastro, nome, e-mail utilizado, nível destinado ao uso, e ações de edição, que permite ao usuário administrador realizar o cadastro dentro do sistema, alteração de senha e exclusão (Figura 20).

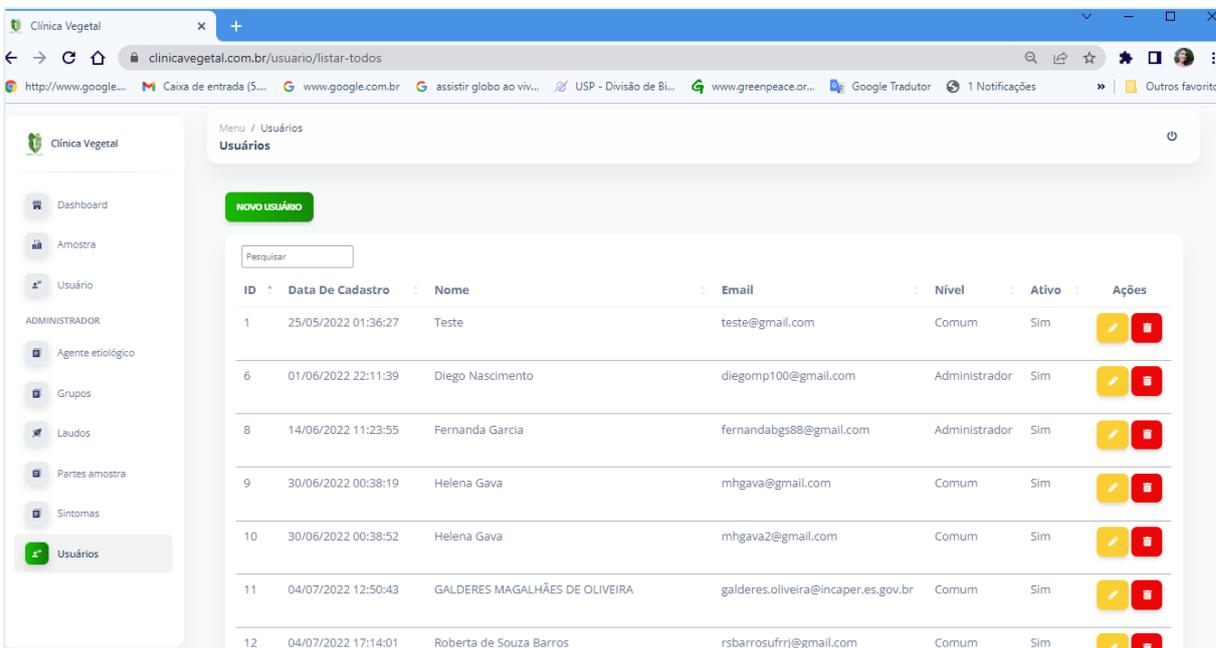


Figura 20- Interface da tela de controle de usuários na plataforma Clínica Vegetal.

4.3 Painel usuário

O painel de usuário é a área destinada ao cadastramento das coletas vegetais, e possui um *dashboard* mais simples, apresentando o número de coletas enviadas no dia de acesso, número de coletas totais enviadas, total de imagens e laudos gerados para as amostras inseridas, que podem ser visualizadas também de maneira rápida através de *cards* informativos (Figura 21).

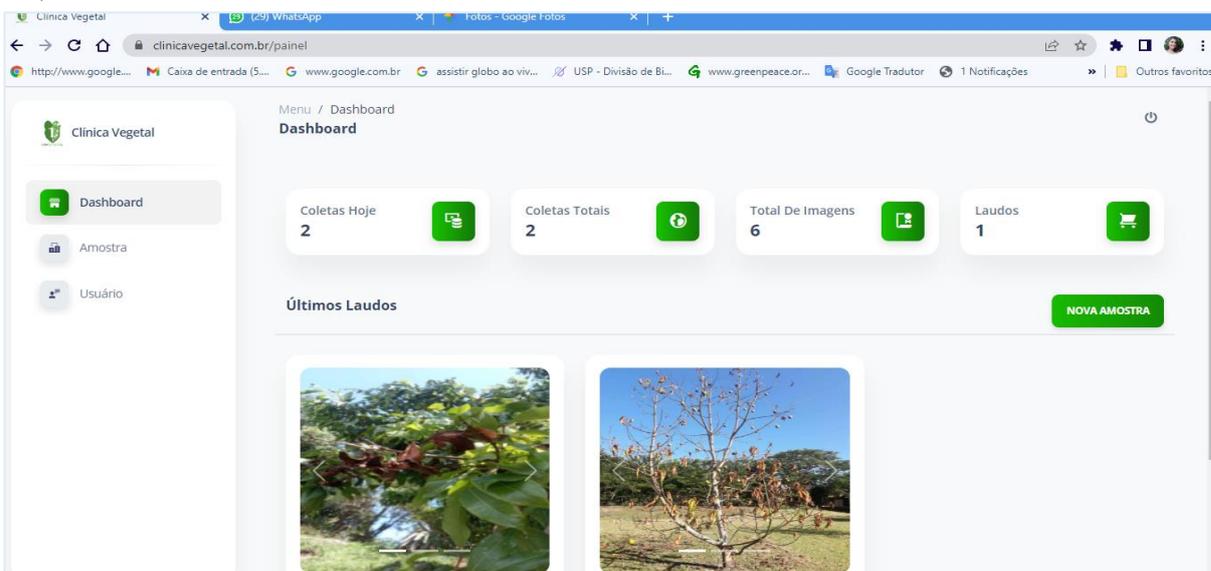


Figura 21- Interface da tela *dashboard* de usuários na plataforma Clínica Vegetal.

Ao acessar o botão Amostra, o usuário é direcionado a tela que demonstra todas as coletas inseridas e tem a possibilidade de inserir a amostra vegetal para qual deseja receber um diagnóstico através do botão Nova Amostra (**Figura 22**). Amostras já inseridas, e os diagnósticos gerados pela equipe técnica também poderão ser vistas através do campo Ações (**Figura 23**).

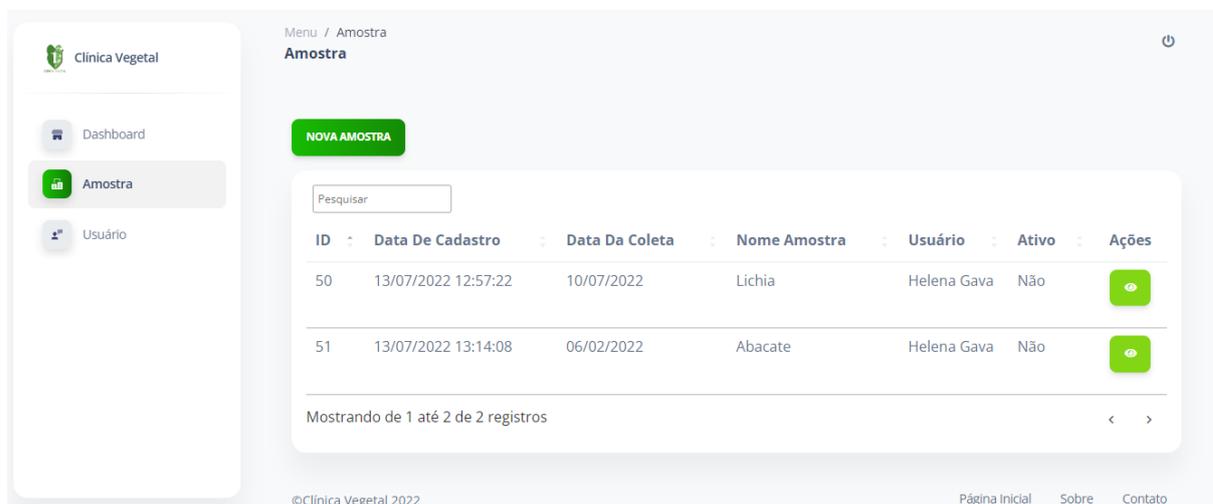


Figura 22- Interface da tela de controle de amostras na plataforma Clínica Vegetal.

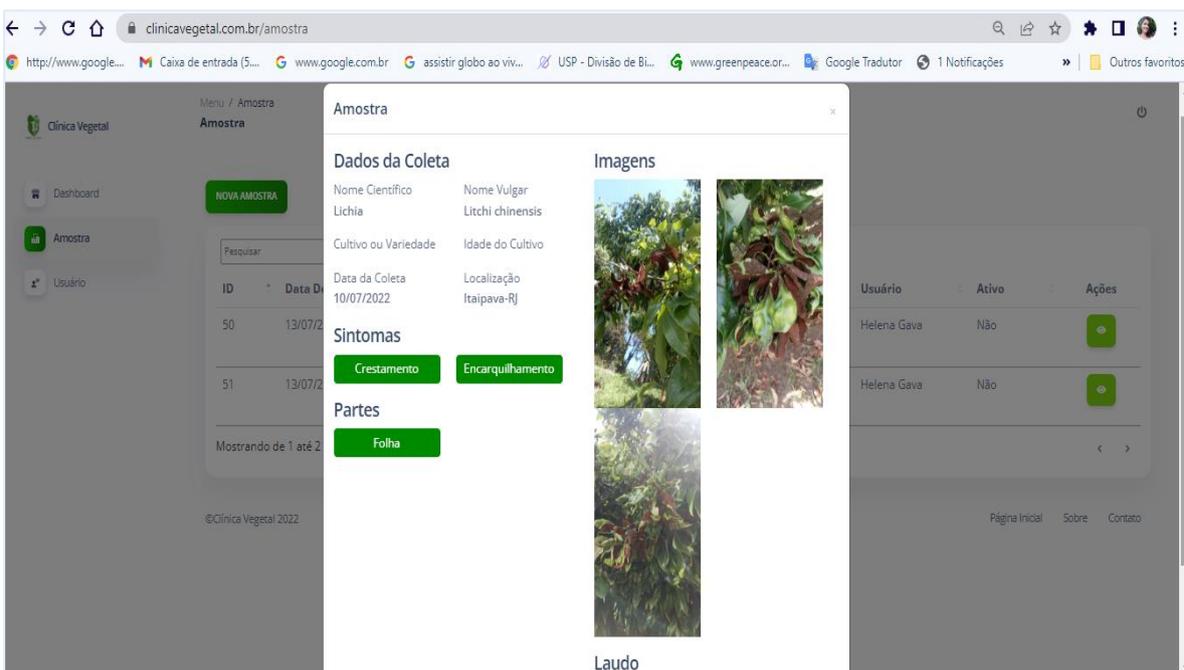


Figura 23- Interface da tela de visualização de Dados de coleta de amostras inseridas na plataforma Clínica Vegetal.

Nos procedimentos realizados no laboratório físico de Clínica Vegetal, usa-se o preenchimento de uma ficha denominada de Ficha de Coleta Vegetal, onde a parte interessada preenche informações como: Nome Científico e Vulgar, cultivo ou variedade, Idade do cultivo, a data de coleta, partes da amostra vegetal e sintomas apresentados. Da mesma maneira, criou-

se esse procedimento para o ambiente virtual, através de cinco etapas: dados da coleta, sintomas, partes, imagens e confirmação (**Figura 24**).

The screenshot shows the 'Dados da Coleta' (Collection Data) form in the Clínica Vegetal platform. The form is part of a five-step process: Dados Coleta, Sintomas, Partes, Imagens, and Confirmação. The 'Dados Coleta' step is currently active. The form contains the following fields:

- Nome Científico: Persia Americana
- Nome Vulgar: Abacate
- Cultivo ou Variedade: Tipo de Cultivo
- Idade do Cultivo: Idade do Cultivo
- Data da Coleta: 07/02/2022
- Localização: Silva Jardim

Buttons for 'LISTAGEM' and 'PRÓXIMO' are visible at the bottom of the form.

Figura 24- Interface da tela de inserção de amostras na plataforma Clínica Vegetal.

Para garantir maior número de informações possíveis foram determinados campos obrigatórios em cada etapa, onde o usuário não consegue prosseguir se não preencher a quantidade mínima necessária, viabilizando maior precisão na avaliação da equipe técnica. Na primeira etapa o usuário deverá preencher o nome científico ou o nome vulgar, a data de coleta e as coordenadas geográficas, este último auxiliará no mapeamento e distribuição da ocorrência de doenças e pragas em determinadas espécies de acordo com a região registrada.

A segunda etapa da ficha de coleta vegetal é voltada para a escolha dos sintomas apresentados no material a ser enviado, onde estes podem ser múltiplos à medida que a doença se desenvolve, possibilitando a comparação com as imagens e uma descrição correta do quadro sintomatológico (**Figura 25**).

The screenshot shows the 'Sintomas' (Symptoms) form in the Clínica Vegetal platform. The form is part of a five-step process: Dados Coleta, Sintomas, Partes, Imagens, and Confirmação. The 'Sintomas' step is currently active. The form contains the following fields:

- Amarelecimento
- Encarquilhamento
- Cancro
- Galha
- Mosaico
- Murcha
- Bronzeamento
- Estria
- Escaldadura
- Clorose
- Crestamento
- Pústulas
- Gomose
- "Damping off" (tombamento)
- Encharcamento
- Necrose
- Podridão
- Mancha
- Perfuração
- Abiótico

Buttons for 'VOLTAR' and 'PRÓXIMO' are visible at the bottom of the form.

Figura 25- Interface da tela de escolha de sintomas de doenças vegetais na plataforma Clínica Vegetal.

A informação da parte enviada na coleta vegetal auxiliará a equipe técnica a diagnosticar se aquele sintoma é compatível, pois em determinadas situações ocorrem sintomas reflexos, que correspondem a uma área distante da ação do patógeno (**Figura 26**).

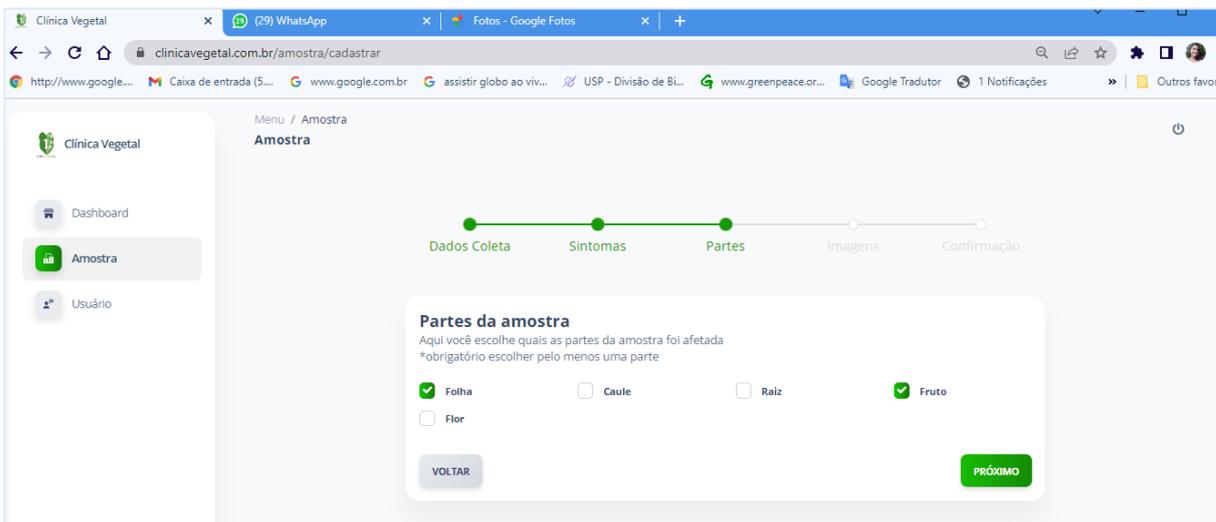


Figura 26- Interface da tela de escolha de partes vegetais na plataforma Clínica Vegetal.

De acordo com Santos (2014), A visão computacional e a análise de imagens são hoje um dos principais componentes em qualquer plataforma moderna. Técnicas baseadas em imagens são capazes de coletar grandes volumes de dados através de metodologias que não são invasivas e que não são destrutivas.

Considera-se a inserção de imagens como etapa chave do preenchimento da ficha de coleta vegetal, visto que o diagnóstico será realizado através de análise visual. Todas as imagens inseridas são direcionadas a um banco de dados armazenado em nuvem, formando um importante acervo digital. As imagens da amostra podem ser inseridas de fotos já armazenadas na biblioteca do computador ou celular, ou então capturadas de forma instantânea no local do problema. Para esta etapa ser concluída o usuário deverá anexar ao menos duas imagens, e um campo para observações é disponibilizado para que o usuário descreva informações que sejam relevantes para o diagnóstico (**Figura 27**).

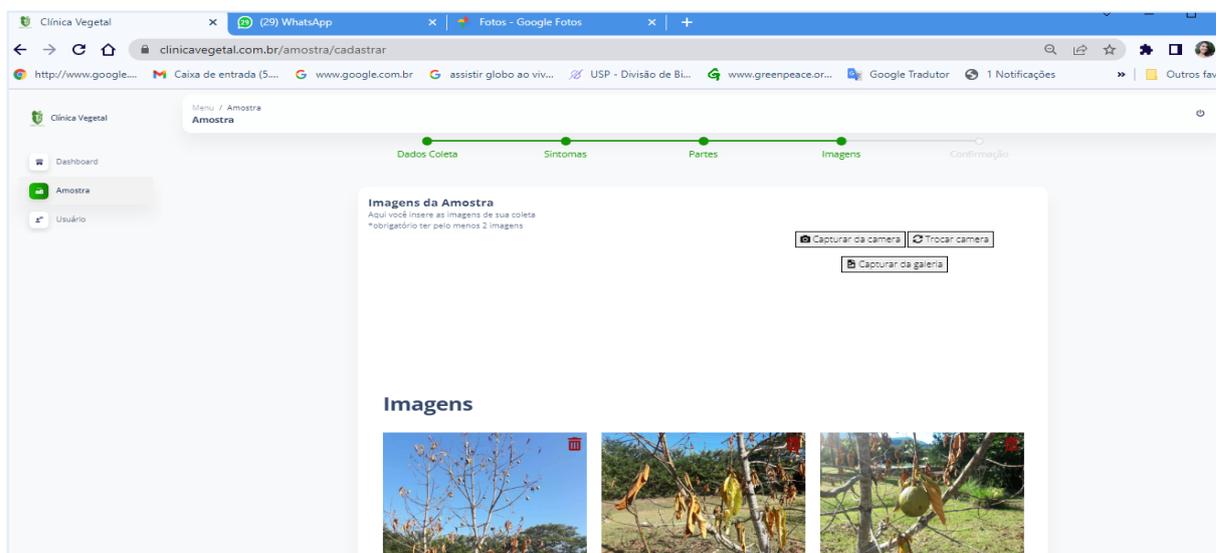


Figura 27- Interface da tela de imagens vegetais na plataforma Clínica Vegetal.

A última etapa apresenta todas as informações inseridas em cada etapa da ficha de coleta vegetal pelo usuário, que poderá verificar se todas as informações estão corretas antes de realizar o envio para análise (**Figura 28**). Caso haja divergências, o usuário poderá retificar através do botão Voltar, que redirecionará para as etapas anteriores. Estando todas as informações corretas, o usuário deverá utilizar o botão Enviar, e ao se realizar esta ação, aparecerá uma mensagem de confirmação do envio.

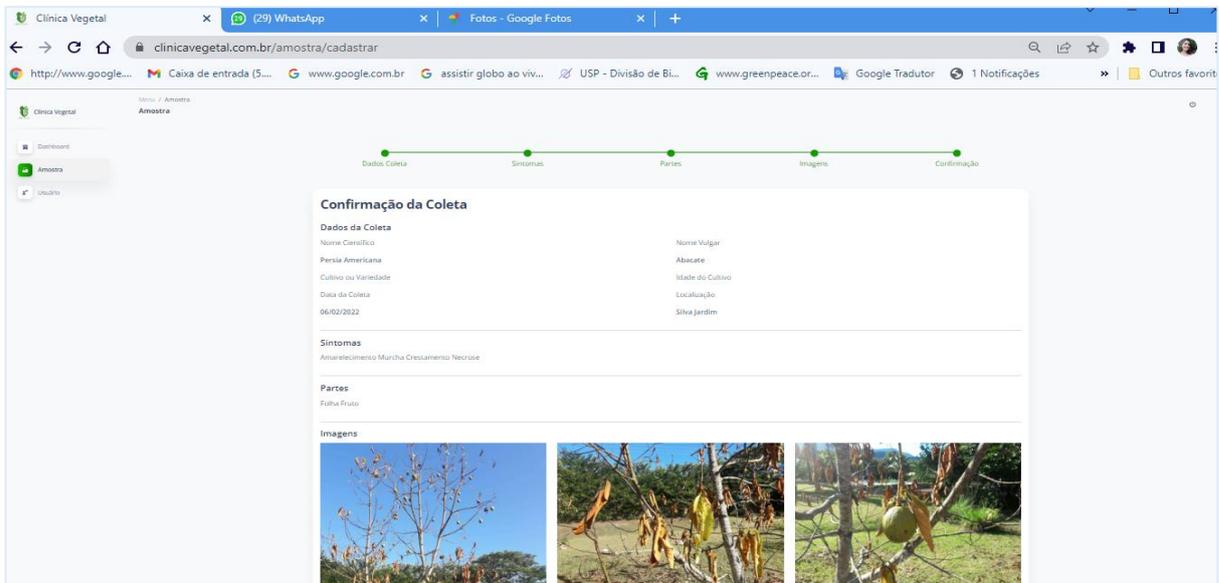


Figura 28- Interface da tela de confirmação de coleta na plataforma Clínica Vegetal.

Após o procedimento de envio da coleta vegetal o usuário administrador consegue ter acesso às informações através do painel e então a partir daí pode realizar a diagnose através de análise de imagens e informações preenchidas. O laudo de análise vegetal contém a descrição do quadro sintomatológico, o diagnóstico e as informações de manejo, e quando finalizado, fica visível ao usuário através do botão Amostra (**Figura 29**).

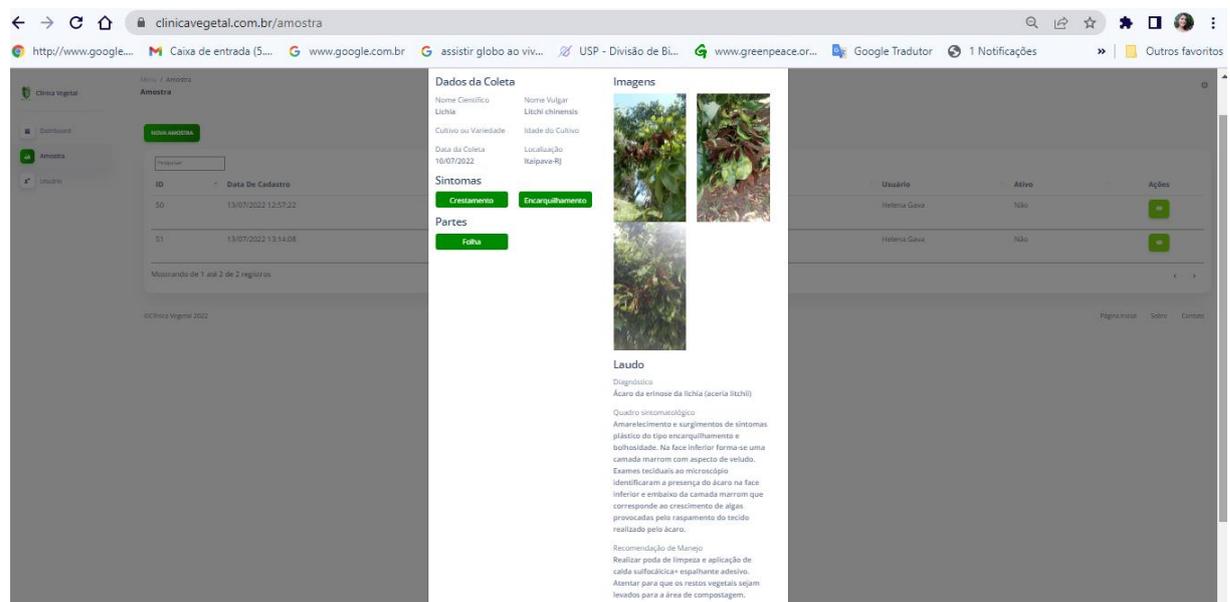


Figura 29- Interface da tela de Laudo de Análise vegetal na plataforma Clínica Vegetal.

4.4 Pesquisa de perfil dos usuários

Para avaliação da interatividade e funcionalidade do aplicativo, foi implementado no período julho de 2022, o teste de instrumentação com usuários, utilizando a versão de plataforma, e formulário de avaliação via *google forms*, que contou com a colaboração de sessenta e seis, sendo estes de perfis diversos, estudantes de graduação e mestrados do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica (PPGAO), com atuações profissionais diversas, como agricultores, engenheiros agrônomos, engenheiros florestais, técnicos da EMATER-RIO, técnico em agropecuária, engenheiro florestal, professores, servidores público federal (técnico em alimentos e laticínio), engenheiro agrícola e técnico bancário, educador ambiental, gestor de agronegócios, licenciado em ciências agrícolas, técnico administrativo em educação, zootecnista, porteiro, professor, autônomo, estilista e extensionista rural (**Figura 30**). A idade dos entrevistados abrangeu o público jovem, adultos e meia idade, sendo os entrevistados com idade mínima de 19 anos e idade máxima de 66 anos. As cidades de atuação desses profissionais abrangem os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Goiás, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso, Maranhão e Pernambuco, sendo o estado do Rio de Janeiro e Minas Gerais com maiores números de participantes (**Figura 31**).

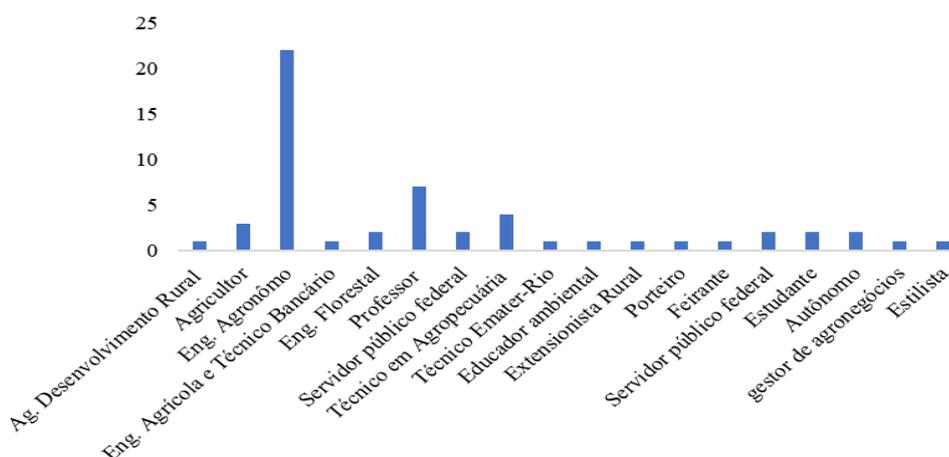


Figura 30. Profissão dos entrevistados x quantidade de usuários teste do aplicativo clínica vegetal.

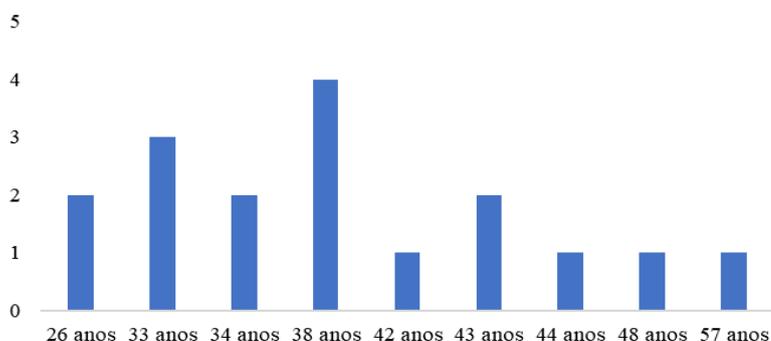


Figura 31. Estados de atuação x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma clínica vegetal.

A percepção da necessidade de democratizar o acesso ao serviço de clínica vegetal, gerou um formulário virtual com 26 perguntas do tipo abertas e fechadas através da ferramenta *Google forms*, que foi enviado aos entrevistados, contendo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que obteve 100% de concordância dos participantes. O formulário possibilitou compreender melhor o processo sobre diagnose de doenças em plantas, as necessidades requeridas e a realização de ajustes e correção de erros demandados pelos entrevistados.

De acordo com as respostas geradas, 10,8 % dos entrevistados desconheciam sobre a diagnose de doenças de plantas, 41,5% conhecem pouco sobre o assunto, 41,5% conhecem razoavelmente e 6,2% conhecem muito sobre o assunto (**Figura 32**).

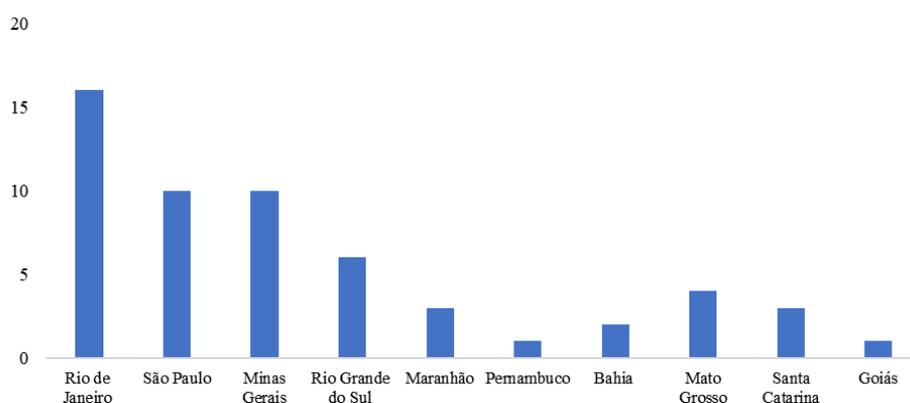


Figura 32. Conhecimento sobre diagnose de doenças em plantas x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma Clínica vegetal.

A diagnose correta e rápida possibilita um conjunto de práticas de manejo mais sustentáveis, que resultam diretamente no equilíbrio do sistema, fortalecendo processos de transição agroecológica e de produção orgânica através da diminuição da dependência de insumos externos que elevam o orçamento do produtor. Dos entrevistados, 89,2 % consideram muito relevante e 13,8% relevante a utilização da diagnose no manejo agroecológico e produção orgânica (**Figura 33**).

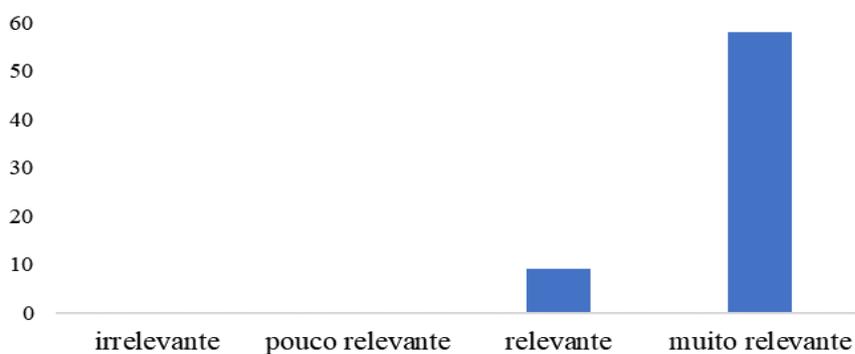


Figura 33. Opinião sobre a utilização da diagnose no manejo agroecológico e produção orgânica x quantidade de usuários entrevistados em teste da plataforma Clínica vegetal.

Laboratórios de clínica vegetal possibilitam a identificação de doenças e pragas que afetam culturas de importância econômica, gerando recomendações de manejo para tratativa do problema. De acordo com Tavanti (2016), um dos principais problemas encontrados atualmente pelos extensionistas é a dificuldade na diagnose de doenças de plantas ou até mesmo, em alguns casos, a dificuldade em distinguir uma deficiência nutricional ou fito toxidez de uma doença. A diagnose correta de doenças pode auxiliar produtores e profissionais da área agrícola a evitar o erro e a consequente recomendação inadequada de medidas de controle, principalmente no uso de defensivos agrícolas. Uma alternativa para realizar o diagnóstico correto é procurar o auxílio de especialistas ou de Clínicas Fitossanitárias (CF). As CF, por sua vez, ao longo dos anos, podem reunir informações valiosas sobre as dúvidas de maior frequência dos extensionistas, em relação à etiologia, sintomas ou hospedeiros de maior ocorrência, entre outras.

As respostas dos entrevistados indicam que 75,4% não possuem qualquer acesso a laboratórios de diagnose vegetal e apenas 24,6%, que corresponde apenas a dezesseis entrevistados possui acesso ao laboratório de clínica vegetal (**Figura 34**). Apenas 23,1% dos entrevistados já tiveram a oportunidade de enviar amostras de partes vegetais ao laboratório e 76,9% nunca enviaram qualquer amostra (**Figura 35**).

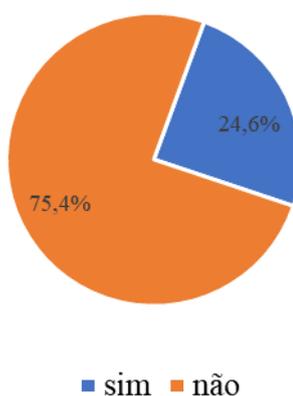


Figura 34. Gráfico indicando o percentual de entrevistados com acesso ao laboratório de clínica vegetal.

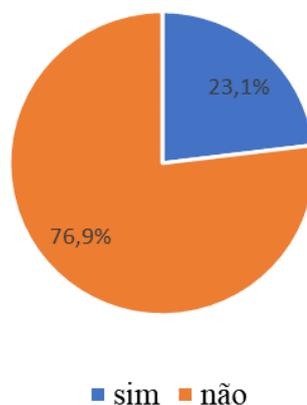


Figura 35. Gráfico indicando o percentual de entrevistados que encaminharam amostras de vegetais com distúrbios para análise em laboratório.

Os testes da plataforma permitiram aproximar a realidade do laboratório de clínica vegetal à dos usuários, que puderam inserir imagens e informações de coletas de parte vegetais com distúrbios referentes as suas regiões de atuação profissional. Diante deste cenário, 54 participantes consideraram excelente, 11 participantes consideraram ótimo, e apenas 1 avaliou como bom a possibilidade de acessar os serviços de clínica vegetal através de um *smartphone* ou computador (**Figura 36**). Considerando que fatores logísticos e financeiros afetam diretamente na falta de acesso aos serviços de laboratório, foi colocado um questionário a respeito do valor econômico que os entrevistados estariam dispostos a investir para acessar este serviço de forma remota (**Figura 37**), sendo assim, 10 participantes responderam que estariam dispostos a pagar entre R\$0,10 a 5,00 reais, 43 participantes pagariam acima de R\$ 5,00 e abaixo de R\$50,00 reais, 9 participantes estariam dispostos a pagar acima de R\$50,00 e 4 participantes não estariam dispostos a pagar pelos serviços remotos de diagnose.

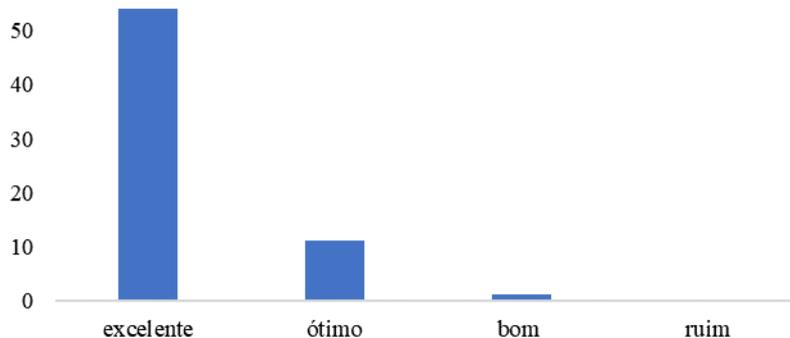


Figura 36. Opinião dos usuários em relação a disponibilidade do serviço de clínica vegetal em smartphones x número de entrevistados.

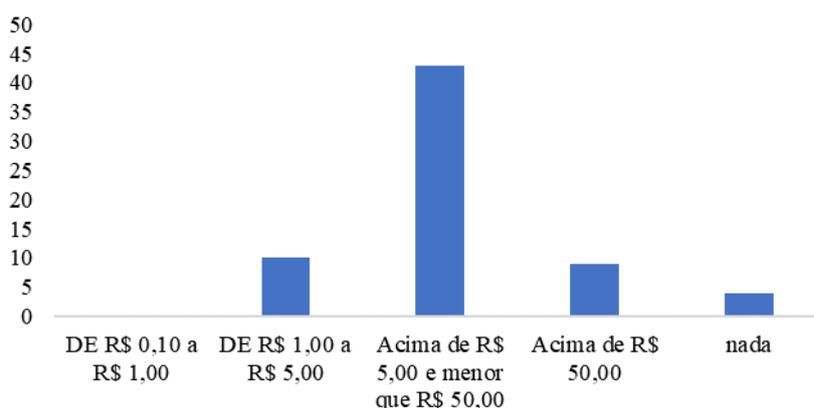


Figura 37. Opinião dos usuários em relação a disponibilidade em se pagar pelo serviço de clínica vegetal em smartphones x número de entrevistados.

4.5 Avaliação dos usuários

Os usuários puderam expor suas percepções na utilização do aplicativo. De acordo com as respostas, 35,9% dos participantes consideraram extremamente fácil o acesso a plataforma, 39,1% consideraram muito fácil, 21,9% consideraram moderadamente fácil, 1,6% consideraram pouco fácil e novamente 1,6% consideraram nada fácil (**Figura 38**). Já em relação ao tempo de resposta das ações na plataforma, 90% dos entrevistados avaliaram que a instalação foi extremamente rápida, 8 % avaliaram muito rápida e 2% moderadamente rápida (**Figura 39**).

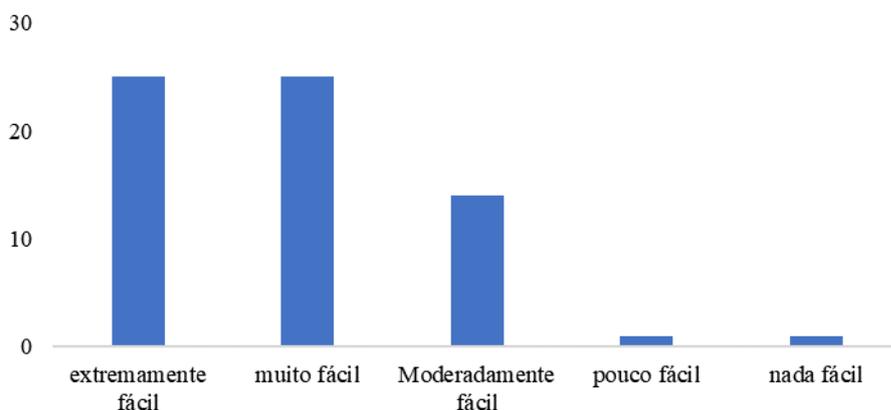


Figura 38. Opinião dos usuários em relação a facilidade uso da plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados.

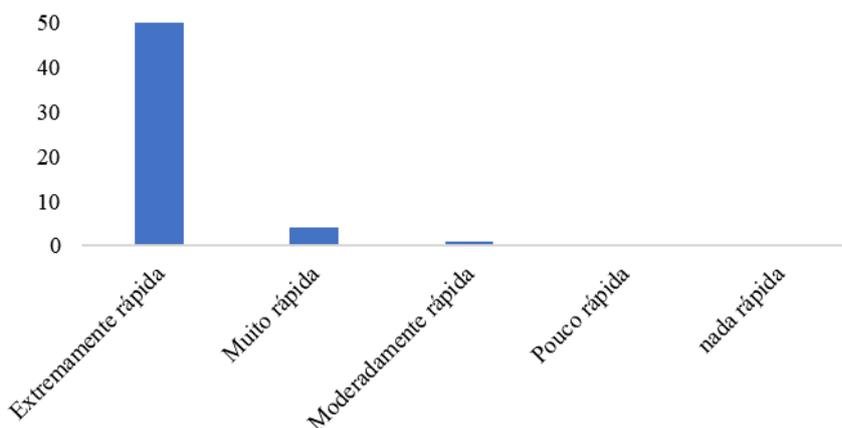


Figura 39. Opinião dos usuários em relação a resposta das ações na plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados.

A maioria dos entrevistados considerou que o aplicativo é de fácil entendimento no uso, onde 26,6% sendo nenhum o grau de dificuldade, 42,2% baixo grau de dificuldade, 28,1% baixo grau de dificuldade, 1,6 % consideraram difícil e novamente 1,6% considerou muito difícil o uso das ferramentas do aplicativo (**Figura 40**).

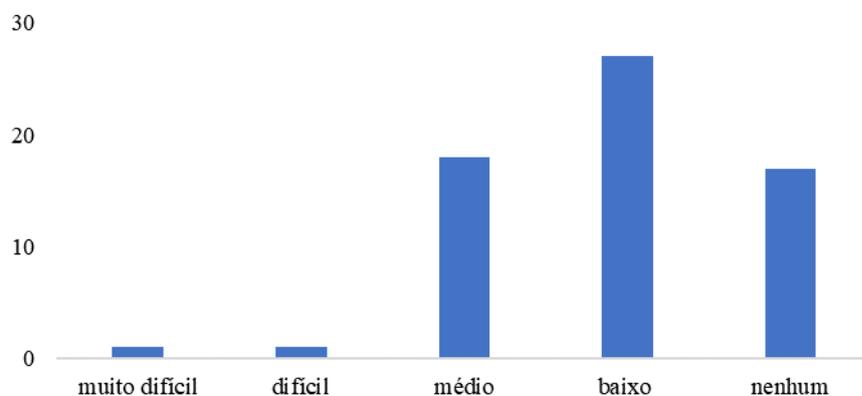


Figura 40. Opinião dos usuários em relação ao grau de dificuldade a plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados.

Conforme a utilização dos usuários, alguns tiveram dúvidas em relação ao uso correto, onde paralelamente ocorreram também erros que foram relatados através do acionamento do suporte técnico, onde foi possível realizar a orientação no uso e relacionar esses erros, que posteriormente foram enviados à equipe de desenvolvimento tecnológico para correção. Sendo assim, 67,2% dos entrevistados não precisaram de suporte técnico e 32,8% concordam que foi necessário a utilização do uso de suporte técnico (**Figura 41**).

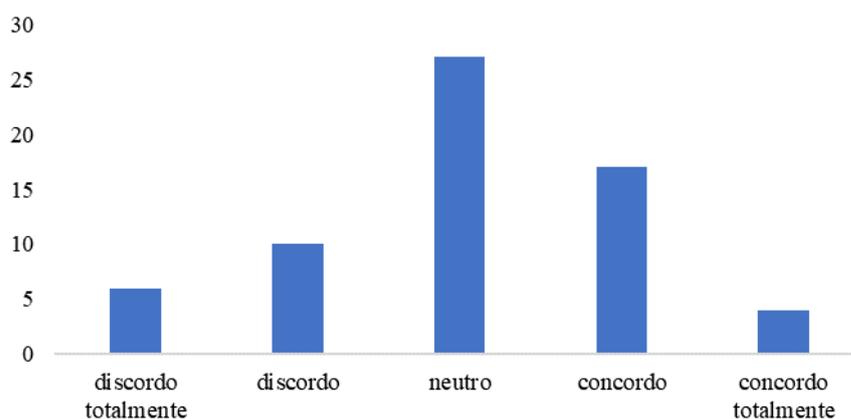


Figura 41. Opinião dos usuários em relação à necessidade de suporte técnico da Plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados.

Quanto a interface do sistema, no que se refere as cores utilizadas, tamanho de letras e sistemas de *check box*, 79,7% dos entrevistados concordaram que é agradável a interface, 6,3% discordaram e 14,1% se mantiveram neutro em relação a sua opinião (**Figura 42**). A disposição das informações na tela se apresentou de maneira clara para 81,3%, sendo 14,1% dos

entrevistados com opinião neutra e 4,7% discordam que as informações estejam claras (**Figura 43**).

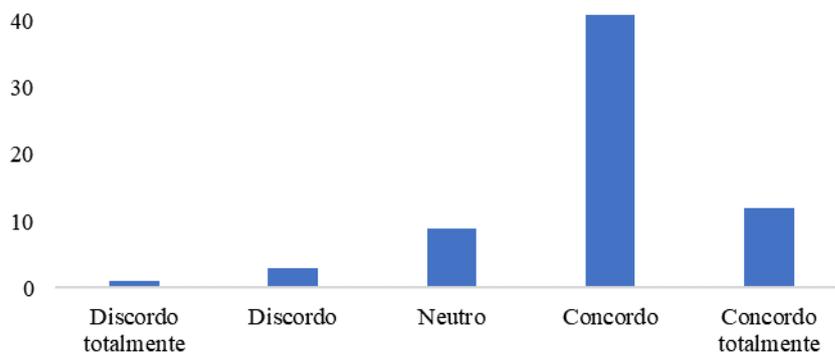


Figura 42. Opinião dos usuários em relação à interface da Plataforma Clínica Vegetal x número de entrevistados.

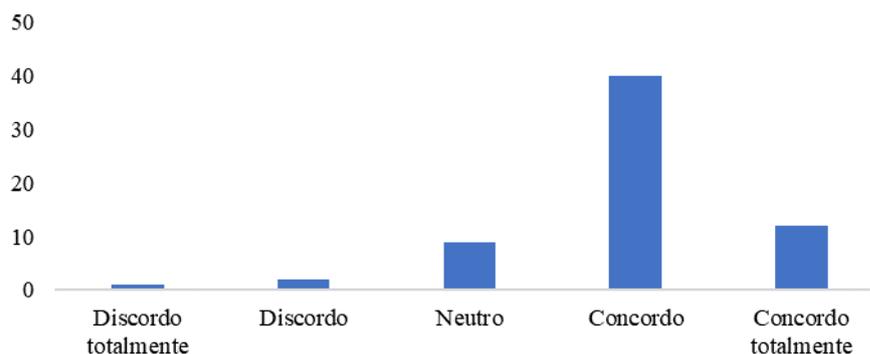


Figura 43. Opinião dos usuários em relação à disposição das informações na tela da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma clínica vegetal.

A testagem da ferramenta de inserção de imagens foi um dos principais pontos de solicitação de suporte técnico durante os testes. Erros técnicos foram relatados e corrigidos pela equipe desenvolvedora que necessitou gerar uma nova atualização no sistema operacional da plataforma, sendo relatado pelos entrevistados que depois deste procedimento a inserção de imagens se deu de forma normal. A inserção de imagens de coletas de partes vegetais foi avaliada como dificultosa por 17,2 % dos entrevistados e 82,8% relataram não encontrar dificuldades para execução deste procedimento (**Figura 44**). Já o tempo de inserção de imagens foi avaliada como extremamente rápida por 12,5% dos entrevistados, 43,8% consideraram muito rápida, 37,5% moderadamente rápida e 6,3% nada rápida (**Figura 45**).

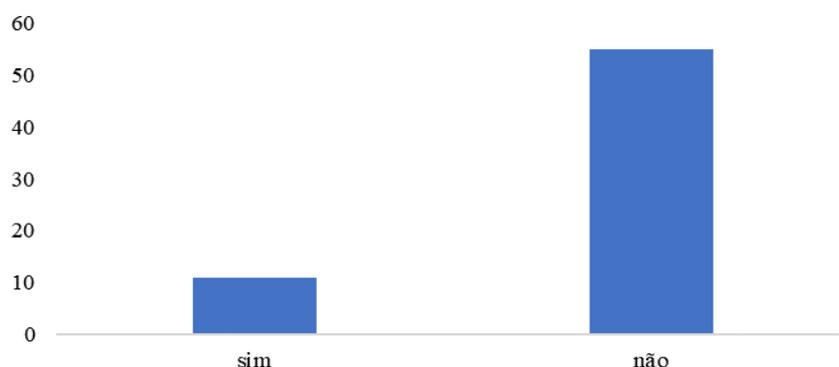


Figura 44. Opinião dos usuários em relação à dificuldade na inserção de imagens na plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal.

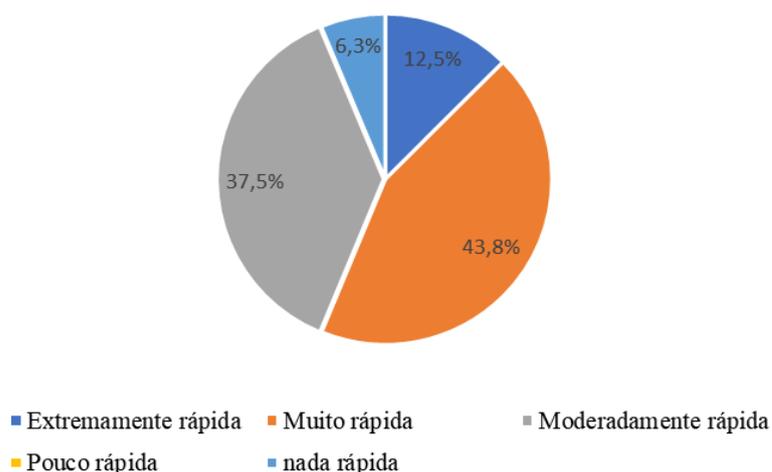


Figura 45. Opinião dos usuários em relação à ao tempo de inserção de imagens na plataforma.

A ferramenta de GPS possibilita a identificação e mapeamento pela equipe técnica, da ocorrência doenças em determinadas regiões do país, auxiliando nas medidas de controle. Estando o usuário com área de cobertura de internet, a inserção é realizada de forma automática no momento do preenchimento da ficha de coleta de amostra vegetal. Há também a possibilidade de preenchimento manual. Para 27,4 % dos entrevistados a inserção das coordenadas geográficas se deram de forma muito rápida, 48,4% moderadamente rápida, 14,5 % extremamente rápida, 4,8% pouco rápida e 6,5% nada rápida (**Figura 46**).

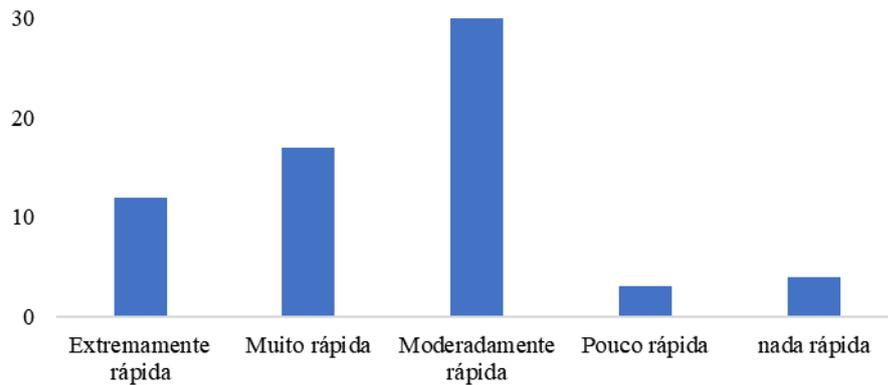


Figura 46- Opinião dos entrevistados quanto ao tempo de inserção das coordenadas geográficas x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma.

Com a finalidade de trazer praticidade e rapidez no preenchimento na ficha de coleta de amostra vegetal, foi desenvolvido o sistema de *check box*, que consiste em caixas com opções fixas que permitem serem selecionadas pelo usuário. Dentre os entrevistados, 71,4% concordaram que esse sistema traz praticidade no preenchimento das informações, 27% se mantiveram com opinião neutra e 1,6% discordam que o sistema de *check box* seja prático (**Figura 47**).

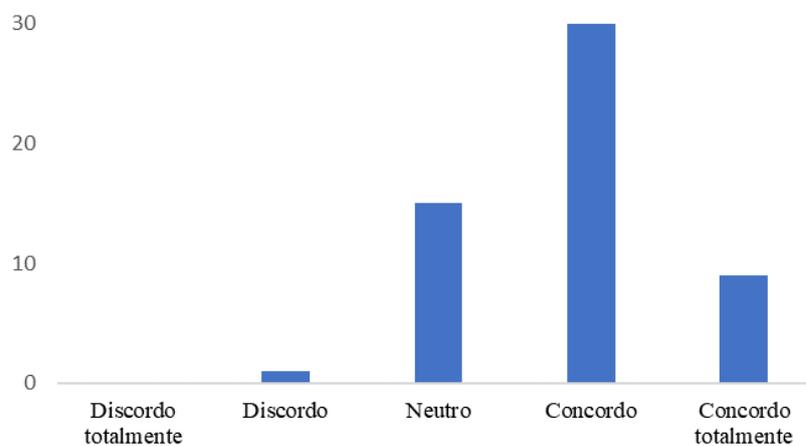


Figura 47- Opinião dos entrevistados quanto a praticidade do sistema *check box* x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma.

A inovação de trazer um serviço de clínica vegetal foi bem aceita durante os testes, onde 96,9% dos entrevistados consideraram a plataforma com uma boa ferramenta para identificação de doenças e pragas incidentes em plantas, 3,1% dos entrevistados se mantiveram neutros e nenhum entrevistado discordou que a funcionalidade seja positiva (**Figura 48**).

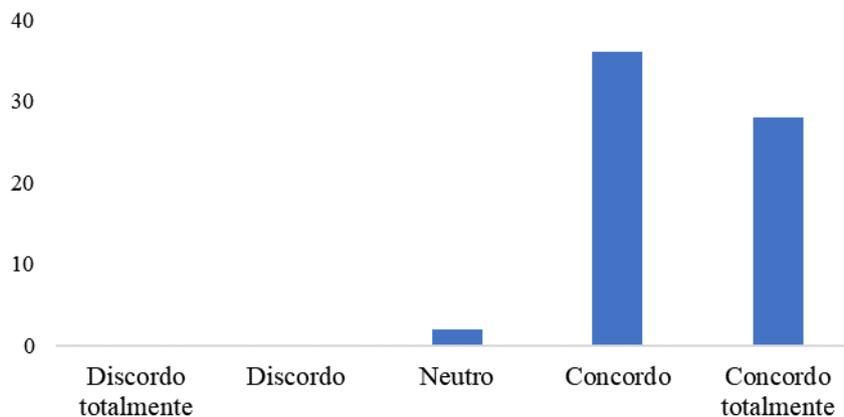


Figura 48- Opinião dos entrevistados em relação à utilidade da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste do aplicativo clínica vegetal.

No intuito de gerar contribuição para melhorias por parte dos usuários, a pergunta aberta permitiu que fossem indicados campos de informações que complementem a ficha de coleta de amostra vegetal, sendo sugeridos campos para a descrição de doenças abióticas, incidência de insetos que possam estar relacionados aos sintomas, manejo do solo como uso de adubos ou fertilizantes, descrição do histórico climático e inserção de glossário com termos técnicos. Sendo assim, 14,1 % consideram necessária a inserção de mais campos e 85,9% consideram satisfatórios os campos contidos na ficha (**Figura 49**).

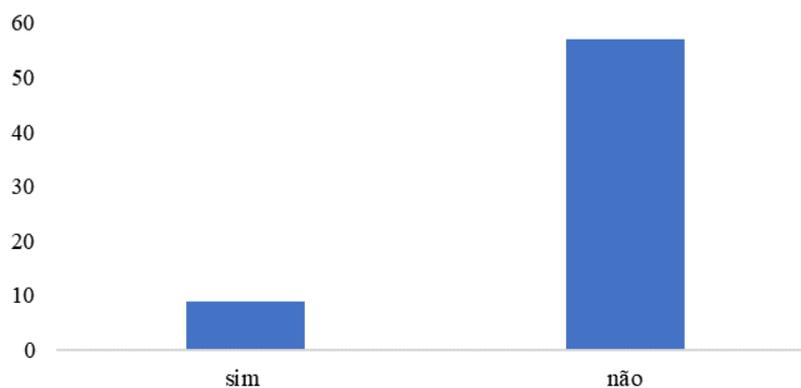


Figura 49- Opinião dos entrevistados quanto a melhorias a serem realizadas na Ficha de Coleta Vegetal x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma clínica vegetal.

Os testes na plataforma se iniciaram antes mesmo o desenvolvimento completo da ferramenta. Essas operações por parte dos usuários foram importantes para identificar possíveis erros durante a execução da plataforma. Durante a operação da plataforma, alguns usuários relataram erros que ocasionaram trava ou paralisação do sistema do aplicativo, o que poderia ser ocasionado também pela oscilação ou falta de internet. Dos entrevistados, 50,0% alegaram que não foi nada frequente a trava do aplicativo, 37,5% alegaram que ocorreu de forma pouco

frequente, 7,8% moderadamente frequente e 3,8%, 1,6% muito frequente e 3,1% que a trava no sistema foi extremamente frequente (**Figura 50**).

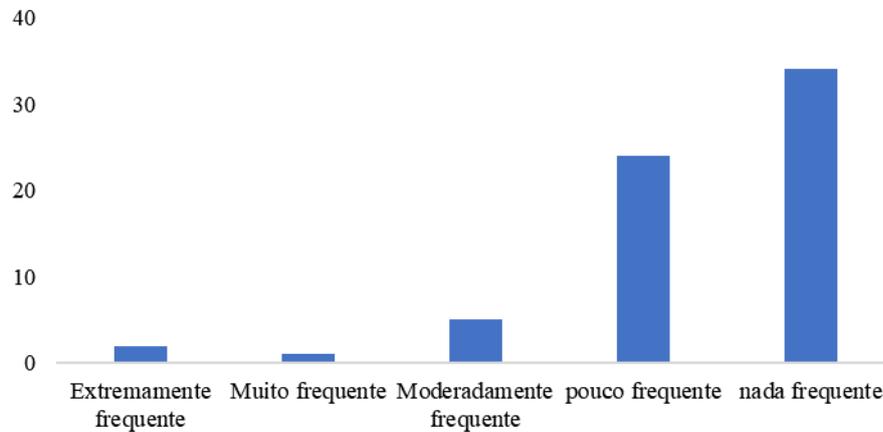


Figura 50. Opinião dos entrevistados quanto frequência de travamento da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste.

Podemos considerar que o cenário da pandemia de covid-19 diminuiu drasticamente as visitas técnicas de profissionais nas propriedades rurais, e desta forma um novo cenário foi criado para o atendimento dos agricultores, sendo o celular e a internet as principais ferramentas digitais para essa interação. O sistema híbrido, composto por visitas presenciais e *on line*, se tornou uma realidade, onde a tecnologia vem possibilitando a agilização de demandas e a diminuição entre o tempo de espera entre problema e solução.

Diante deste cenário 100% dos entrevistados consideraram utilizar o aplicativo com frequência para atendimento de demandas que necessitam de diagnose vegetal (**Figura 51**). Em relação a relevância na difusão ao acesso a diagnose de plantas, 66,6% dos entrevistados consideraram o app muito relevante nessa função, 27,7% consideraram muito relevante e 5,5% moderadamente relevante (**Figura 52**).

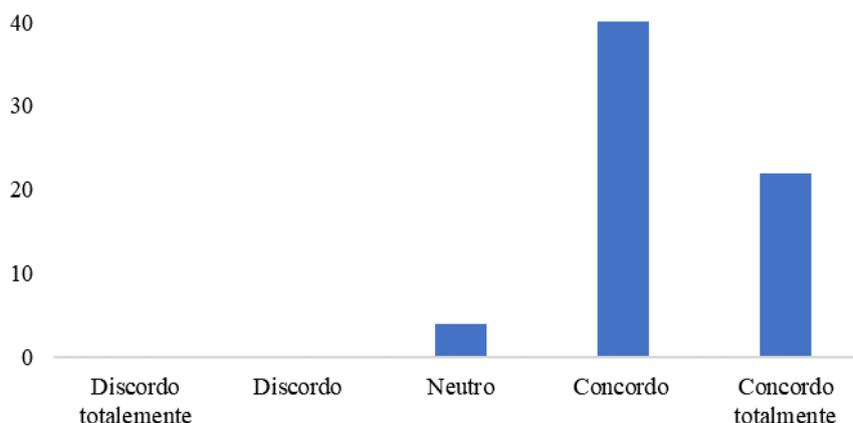


Figura 51. Opinião dos entrevistados quanto frequência de utilização da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste.

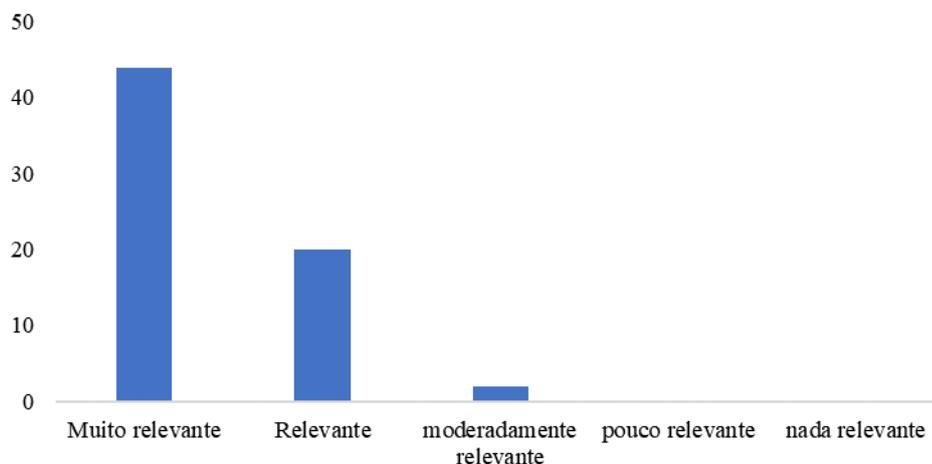


Figura 52. Opinião dos entrevistados quanto a relevância na difusão ao acesso de diagnose de doenças e pragas em plantas x quantidade de entrevistados usuários teste da plataforma clínica vegetal.

Mediante a boa aceitação do usuário pela plataforma em estudo, 62,5 % consideram extremamente provável a recomendação da plataforma para outras pessoas, 31,3% consideram muito provável, 4,7% moderadamente provável, 1,6% pouco provável e novamente 1,6% nada provável (Figura 53).

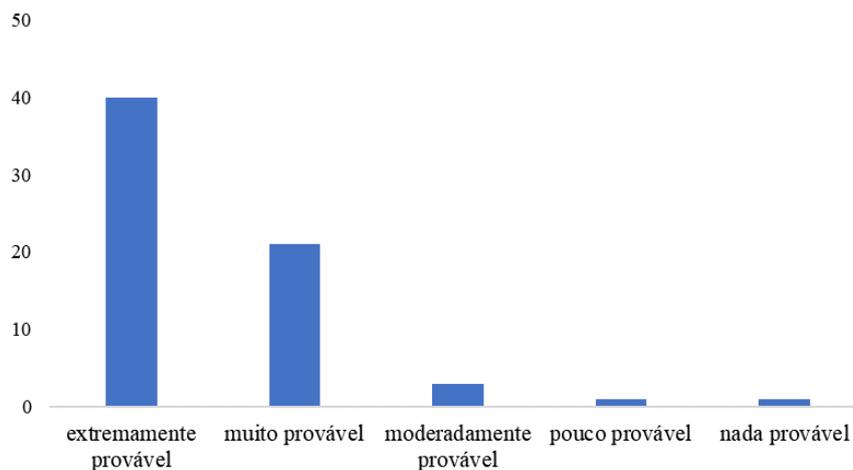


Figura 53. Opinião dos entrevistados quanto a probabilidade de recomendação no uso da plataforma x quantidade de entrevistados usuários teste.

Os testes com a plataforma Clínica Vegetal se mostraram satisfatórios, tendo aceitação pela maioria dos usuários. Tais resultados indicam que a ferramenta cumpriu seu objetivo e funcionalidade no que diz respeito a diagnose vegetal indireta, aquela realizada através de imagens. A possibilidade de interagir com o usuário, possibilitou a identificação de erros e melhorias do sistema, sendo algumas sugestões ajustadas ainda no decorrer deste trabalho, como a inserção de uma janela com instruções para fotografias de partes de plantas sintomáticas e/ou doentes e o glossário dos sintomas de doenças de plantas.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa possibilitou o desenvolvimento da “CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO”;

A ferramenta consiste numa plataforma voltada para o diagnóstico online e precoce de doenças e pragas, bem como o gerenciamento online de análises de amostras de plantas e de laudos digitais;

A “CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO” é uma inovação tecnológica, interativa, de sistema multiusuário e distribuído em nuvem de computadores, sendo composto por um banco de dados de imagens e uma página web responsiva para *smartphones*;

O sistema é tem foco na extensão rural, baseado na expertise de técnicos do Laboratório de Clínica Vegetal do IA/UFRRJ e profissionais de tecnologia da informação. As premissas desse projeto é considerar as ocorrências cíclicas de doenças e pragas em vegetais, a distância geográfica de usuários, suas dificuldades e limitações de acesso aos laboratórios de fitossanidade, de forma que custos sejam reduzidos ao se diagnosticar rapidamente doenças/pragas por meio da análise de imagens digitais;

A plataforma funciona de forma interativa, onde o usuário tem a possibilidade de fotografar os sintomas de um alvo, qual será postado automaticamente com coordenadas georreferenciadas, sendo transmitidos e analisados pelos técnicos da Clínica Vegetal, que por sua vez, emitem laudos e orientações online;

Em adição, a plataforma também tem alcance educacional, na medida que disponibiliza seus dados armazenados em nuvem a estudantes, técnicos, agricultores, empresários e demais usuários nas cidades e em áreas rurais. Dessa forma, é possível realizar pesquisas em múltiplas categorias da base de dados, tais como: hospedeiro, doença, praga, nome científico ou nome vulgar da planta e quadro sintomatológico, e

Por fim, usuários que testaram a plataforma validaram a “CLÍNICA VEGETAL NA PALMA DA MÃO” como uma ferramenta fácil, prática, funcional e inédita ao democratizar o acesso a laboratórios e especialistas em fitossanidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, George N. *Plant Pathology*. Departamento de Fitopatologia da Universidade da Flórida. 5ª edição. Elsevier Academic Press. San Diego, 2005.
- ALFENAS, Acelino Couto; MAFIA, Reginaldo Gonçalves. **Métodos em Fitopatologia**. 1ª edição. Editora Universidade Federal de Viçosa, 382 p. Viçosa, 2008.
- ALMEIDA, Kize Alves; GUIMARÃES, Rafaela Araújo; SANTOS, Thaisa. Conrado Nunes; TEDARDI, Vitória Moreno; FIGUEIREDO, Yasmin Freitas; SOUZA, Jorge Teodoro de. **Aplicações da Biotecnologia na Fitopatologia: o futuro é agora**. *Biotecnologia Aplicada à Fitopatologia*. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2018.
- AKIBA, F.; CARMO, M. G. F. do; RIBEIRO, R. de L. **As doenças infecciosas das lavouras dentro de uma visão agroecológica**. Ação Ambiental, Viçosa, n. 5, p. 30-33, 1999.
- AMORIM, Lilian; SALGADO, Clélio L. Diagnose. In: FILHO, Armando Bergamin; KIMATI, Hiroshi; AMORIM, Lilian. **Manual de fitopatologia volume 1: princípios e conceitos**. 3ª edição. Editora Agronômica Ceres LTDA. São Paulo – SP. capítulo 11 Diagnose. 224-233. 907 p. 1995.
- AZEVEDO FILHO, Adriano Júlio de Barros Vicente de. **Internet e agricultura: evolução e perspectiva (parte1)**. Preços Agrícolas, Piracicaba, v. 108, p. 4-7, 1995.
- CRUZ, Sérgio Manoel Serra da; QUISPE, Fiamma; SUCUPIRA, Gustavo; LEONARDO, Jefferson; MATHEUS, Lothar; MONSORES, Luis; YAGUI, Marcela; CHAN, Vanessa; LIMA, Yara. Relato De Um Experimento Piloto De Uma Fábrica De Software Baseada Em Métodos Ágeis. 2013. Disponível em: <http://r1.ufrrj.br/petsi/wp-content/uploads/2013/11/ENAPET.pdf>. Acesso em: 02/05/2020.
- CARLI, Daniel Michelin De. FURTADO, Marcio Vinissius Fernandes. JUNIOR, Pedro Conrad. JÚNIOR, Sérgio Antônio Martini Bortolin. Utilização do Framework PHP *CodeIgniter* no Desenvolvimento de um Sistema Integrado de Gestão. INúcleo de Tecnologia da Informação e Comunicação – NTIC. Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Alegrete, RS -Brasil. Disponível em: <http://www.viwticifes.ufba.br/modulos/submissao/Upload/39071.pdf>. Acesso em: 02/07/2022.
- COELHO, Camila Marques Cesar; SANTOS, Fernanda Balbino Garcia dos; ARAUJO, João Sebastião de Paula; CRUZ, Sérgio Manoel Serra da. Gerenciamento Digital de Laudos e Diagnósticos de Doenças em Palntas Ornamentais. UFRRJ, 2019.
- CONSULTA Pública Plano Nacional de IoT. Participa.Br. 2016. Disponível em: <http://www.participa.br/cpiot/objetivos-da-consulta>. Acesso em: 13 de março de 2021.
- EISENMAN, Bonnie. *Learn React Native- Building Native Mobile Apps With Javascript*. 2018. Second Edition. USA, 2018. Disponível em: <https://github.com/react-community/react-native-maps>. Acesso em: 26/04/2020.
- EMBRAPA. **Glossário de Fitopatologia**. 3ª edição. Revista e atualizada. 2016.

EMBRAPA. **Manual básico de técnicas fitopatológicas** / Eliane Mazzoni Carollo, Hermes Peixoto Santos Filho. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura - BA, 2016.

ENRICI, Juan Pablo. **Fito diagnose digital: detecção de doenças de plantas via imagens digitais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Sistemas de Informação. Curso de Tecnologia de Sistemas de Informação. Universidade Federal Fluminense. Niterói -RJ. 2018. *App.Uff.Br*. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/9014.2018>. Acesso em: 13/07/2019.

EITZEL, M. et al. *Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. Citizen Science: Theory and Practice*, vol. 1 no. 2. (2017).

ESPÍNDOLA, José Antônio Azevedo; GUERRA, José Guilherme Marinho; ALMEIDA, Dejair Lopes de. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p.

FILHO, Armando Bergamin; KIMATI, Hiroshi; AMORIM, Lilian.; **Manual de fitopatologia volume 1: princípios e conceitos**. 3º edição. Editora Agronômica Ceres LTDA. São Paulo – SP. capítulo 11 Diagnose. 907 p. 1995.

HUSTINAWATI. HIMAWAN, Albert Kurnia. LATIFAH. *Performance Analysis Framework Codeigniter and CakePHP in Website Creation. International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 94 – No.20, May 2014. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.674.3059&rep=rep1&type=pdf> Acesso em: 07/06/2022.

IBARRA, Susana Graciela Pérez; QUISPE, José Rolando; MULLICUNDO, Felipe Fernando; LAMAS, Daniel Alberto Lamas. *"Herramientas y tecnologías para el desarrollo web desde el FrontEnd al BackEnd."* ("Descripción: Herramientas y tecnologías para el desarrollo web desde el ...") *Universidad Nacional de la Plata*. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120476>. Acesso em de janeiro de 2022.

IBGE. Censo Agropecuário: Resultados Definitivos. Ministério da Economia. 109 p. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 5 de março de 2021.

KIMATI, Hiroshi; AMORIM, Lilian; FILHO, Armando Bergamin; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, Jorge Alberto Marques. **Manual de fitopatologia: volume 2: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. 775 p.

LABAKI, Josué. **Introdução a Python – Módulo A**. Grupo *Python*. Universidade Estadual Paulista. Departamento de Engenharia Mecânica. São Paulo, Ilha Solteira, 2006. Disponível em: <https://dcc.ufrj.br/~fabiom/python/pythonbasico.pdf>. Acesso em de janeiro de 2022.

LOPES, Paulo Rogério; ARAÚJO, Keila Cássia Santos; RANGEL, Iara Maria Lopes. **Sanidade vegetal na perspectiva da transição agroecológica**. *Revista Fitos*, Rio de Janeiro. 2019; 13(2): 178-194 | e-ISSN: 2446-477. Disponível em: <https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/804/605>. Acesso em: 05/08/22.

MORAIS, Mario Soares de. **Framework para desenvolvimento de processos baseados na plataforma fluig**. 2019. 48 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2019. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/2097>. Acesso em: 28 de janeiro de 2022.

OLIVEIRA, Anderson Ramos de; MELO, Roseli Freire de; SANTOS, João Marcos Rodrigues dos Santos. **Manejo Fitossanitário Agroecológico em Barragem Subterrânea em Rajada, Município de Petrolina, PE**. III Congresso Internacional de Ciências Agrárias. João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvagro/uploadsAnais/MANEJO-FITOSSANIT%C3%81RIO-AGROECOL%C3%93GICO-EM-BARRAGEM-SUBTERR%C3%82NEA-EM-RAJADA,-MUNIC%C3%8DPIO-DE-PETROLINA,-PE.pdf>. Acesso em: 5 de março de 2021.

PAVAN, Willingthon. **Técnicas de engenharia de software à modelagem e simulação de doenças de plantas**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de Passo Fundo. 182f. Passo Fundo – RS, 2007.

PET-SI. Histórico PET-SI. Publicado: 22/07/2013. Disponível em: http://r1.ufrj.br/petsi/?page_id=221. Acesso em: 26 jun. 2017.

PITTA, G. P. B. (1995). **Flores e Plantas Ornamentais para exportação Aspectos fitossanitários**. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária Secretaria de Desenvolvimento Rural - SDR Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais – FRUPEX. EMBRAPA-SPI, 1995.

RINALDI, Giovani Ducatti. **Análise do AES e sua Criptoanálise Diferencial**. Instituto de Informática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/54139/000855639.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03/07/2022.

ROSA, Regina Ceres Torres da; ASSIS, Tereza Cristina. De; GURGEL, Luciana Melo Sartori; ANDRADE, Domingos Eduardo Guimarães Tavares de Andrade; GOMES, Eline Waked Ferreira; GONÇALVES, Ana Patrícia dos Santos. **Doenças fúngicas em cultivos de plantas ornamentais temperadas da região Agreste do Estado de Pernambuco**. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, 19(1), 44–52. (2014). <https://doi.org/10.12661/pap.2014.007>.

SANTIAGO, Cynthia Pinheiro, VERAS; Nécio de Lima; ARAGÃO, Anderson Passos de; CARVALHO, Daniel Albuquerque; AMARAL, Luciana Alves. **Desenvolvimento de sistemas Web orientado a reuso com Python, Django e Bootstrap**. Sociedade Brasileira de Computação. 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/48/219/457-1?inline=1>. Acesso em: 29 de janeiro de 2022.

SANTOS, Fernanda Balbino Garcia dos. **Clínica Vegetal: Aplicativo para smartphones e banco de dados de doenças em plantas ornamentais tropicais**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma. Seropédica – RJ, 2019.

SANTOS, Fernanda Balbino Garcia dos. **Manejo Fitossanitário em Coleções Botânicas do Sítio Roberto Burle Marx**. Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma. Seropédica – RJ, 2019.

SANTOS, Thiago Teixeira; YASSITEPE, Juliana Erika de C.T. **Fenotipagem de plantas em larga escala: um novo campo de aplicação para a visão computacional na agricultura. Tecnologia da informação e comunicação e suas relações com a agricultura**. EMBRAPA, Brasília, DF, 2014. p. 85-100.

SOUZA, Thiago R. COUTINHO, Murilo. COUTINHO, Lilian. ALBURQUEQUE, Robson. **LGPD: Levantamento de Técnicas Criptográficas e de Anonimização para Proteção de Bases de Dados**. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento para a Segurança da Comunicações (CEPESC). Escola de Inteligência (Esint), Agência Brasileira de Inteligência. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia Elétrica (PPEE), Departamento de Engenharia Elétrica - Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. 2019. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbseg/article/view/19227/19056>. Acesso em: 05/07/2022.

TAMAI, Marco Antonio; LOPES, Rogério Biaggioni; ALVES, Sérgio Batista. **Manejo de pragas na floricultura**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura, Luis de Queiroz, Departamento Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola. 2000. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/rifib/IIIRifib/66-70.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.

TAVANTI, Tauan Rimoldi; LEBACH, Henrique; OLIVEIRA, Felipe Franco de; TAKESHITA, Vanessa; RIBEIRO, Luiz Fernando Caldeira. Clínica de doenças de Plantas: uma ação da extensão universitária da Unemat em Alta Floresta. Revista Cultura & Extensão Unemat. v. 1, n. 1, p. 91-101, jan./jun. 2016.

TERADA, Routh. **Segurança de dados: criptografia em redes de computador**. São Paulo: Blucher, 2008. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Ile6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA15&dq=criptografia&ots=wIm3WXdlPM&sig=otCSvWumGh6uDGOhX6jSTR5LzrI#v=onepage&q=criptografia&f=false>. Acesso em: 05/07/2022.

TOFANI, Sandra. Regina Menezes. **Acervo Botânico do Sítio Roberto Burle Marx: valorização e conservação**. Dissertação (Mestrado Profissional). Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. 124p. Rio de Janeiro – RJ, 2014.

ZIEGLER, Sandra. SEGURA, Joaquín Arias. BOSIO, Matías. CAMACHO, Kemly. Conectividade Rural na América Latina e no Caribe – Uma Ponte para o Desenvolvimento Sustentável em Tempos de Pandemia. Instituto Interamericano de cooperação para Agricultura. 2021. Disponível em: <https://iica.int/sites/default/files/2020-10/BVE20108887p.pdf>. Acesso em: 10/07/2022.

GLOSSÁRIO

Abiótico: não vivo; causado por um agente não vivo (EMBRAPA, 2016).

Amarelecimento: Sintoma plesioneocrótico, caracterizado pela desorganização da clorofila do vegetal com o clareamento do limbo foliar até adquirir a cor amarela (EMBRAPA, 2016).

Anasarca: Sintoma necrótico caracterizado pela passagem de água para os espaços intercelulares, conferindo aos tecidos afetados a aparência translúcida e encharcada (EMBRAPA, 2016).

Bolhosidade: sinal caracterizado pelo aparecimento, no limbo foliar, de saliências, aparência bolhosa (EMBRAPA, 2016).

Bronzeamento: Sintoma hiperplástico que se caracteriza pela cor parda, bronzeada, da epiderme dos tecidos do limbo foliar, como ocorre no caso de deficiência de potássio em algodoeiro (EMBRAPA, 2016).

Cancro: Sintoma necrótico caracterizado por lesões bem delimitadas, deprimidas, mais frequentes nos tecidos corticais do caule, raízes e tubérculos. Algumas vezes pode ter sua extensão limitada pelas reações do hospedeiro, com o supercrescimento mais ou menos compacto dos tecidos circundantes. A formação de zonas concêntricas pode indicar respostas sucessivas do hospedeiro ao avanço das infecções (EMBRAPA, 2016).

Clorose: Sintoma hiperplástico caracterizado pela ausência completa ou parcial de clorofila em algum órgão da planta normalmente verde, de modo que o órgão se torna verde-amarelado, amarelo ou branco. Condição que pode ser resultante da diminuição no tamanho ou número de cloroplastos, da destruição da clorofila ou da deficiência na síntese de clorofila, como em plantas com deficiência de ferro. A ausência de produção de clorofila pode advir de fatores genéticos (albinismo) ou crescimento das plantas no escuro. A clorose também pode ser causada por doenças (EMBRAPA, 2016).

Crestamento: Tipo de queima pouco pronunciada em brotos novos, folhas, flores, frutos imaturos e extremidades de ramos, na maioria dos casos, os tecidos tornam-se pardacentos (EMBRAPA, 2016).

Damping-off: Sistema necrótico caracterizado pelo colapso, tombamento e morte repentina da plântula, resultante do desenvolvimento de lesões próximas ao solo, culminando com a podridão dos tecidos tenros da base do caule. Os patógenos habitantes do solo são os principais agentes causais (EMBRAPA, 2016).

Diagnose: Processo de determinação da causa de uma doença mediante dos sintomas e sinais (EMBRAPA, 2016).

Diagnose direta: tipo de diagnose feita pela análise dos sinais (EMBRAPA, 2016).

Diagnose indireta: tipo de diagnose feita pela análise dos sintomas (EMBRAPA, 2016).

Diagnóstico: descrição de uma diagnose (EMBRAPA, 2016).

Encarquilhamento: Sintoma hiperplástico caracterizado pelo enrugamento, retorcimento e engorvinhamento do órgão afetado, notadamente, folhas que ficam enroladas, deformadas e com nervuras salientes (EMBRAPA, 2016).

Encharcamento: (1) ver Anasarca (EMBRAPA, 2016).

Escaldadura: Denominação dada à queimadura de folhas, frutos e caule, resultante da exposição e altas temperaturas e/ou excesso de luz (EMBRAPA, 2016).

Estria: Sintoma de doença caracterizado por lesões alongadas, estreitas e paralelas as nervuras (EMBRAPA, 2016).

Galha: (1) forma resultante do sintoma primário, supercrescimento, causado por alguns nematóides. As galhas são equivalentes a tumores em órgão vegetais, induzidos durante o parasitismo por espécies de nematóides de hábito alimentar sedentário ou não. Tais nematóides induzem o distúrbio hormonal nos tecidos da hospedeira, levando ao acúmulo de fitohormônios, os quais favorecem hiperplasia e a hipertrofia das células, resultando no supercrescimento; (2) intumescência ou supercrescimento arredondado dos tecidos de folhas, ramos ou raízes, causados pela multiplicação e/ou crescimento excessivo das células, em virtude do ataque de patógenos ou de agentes abióticos (EMBRAPA, 2016).

Gomose: Sintoma necrótico caracterizado pela exsudação de uma substância viscosa ou resinosa, a partir do tecido lesionado (EMBRAPA, 2016).

Mancha: Sintoma necrótico cuja lesão ocorre numa área delimitada das folhas, flores, frutos, vagens e ramos; expressa pela morte dos tecidos, que se tornam secos e de coloração diferente das partes sadias do órgão afetado (EMBRAPA, 2016).

Mosaico: Sintoma hipoplástico, típico de doenças causadas por vírus e micoplasmas, caracterizada pela mistura de áreas diversamente coloridas, especialmente em folhas atacadas; tem aparência de mosaico em função do desenvolvimento parcial da clorofila (EMBRAPA, 2016).

Necrose: Morte caracterizada pela degeneração do protoplasma, seguida da morte das células, tecidos e órgãos, geralmente ocorre em uma área claramente delimitada de uma planta ou parte de um tecido (EMBRAPA, 2016).

Perfuração: Sintoma necrótico em folhas, cujas lesões apresentam tamanho limitado e os tecidos necrosados desprendem-se do limbo foliar (EMBRAPA, 2016).

Podridão: Sintoma necrótico caracterizado pelo estado de decomposição e putrefação (EMBRAPA, 2016).

Pústula: Sinal típico das ferrugens, que ocorre comumente sobre folhas, frutos verdes ou ramos jovens, caracterizado por uma lesão de aspecto saliente, resultante da elevação da epiderme, que se rompe por causa da erupção e exposição do corpo frutífero de um fungo (EMBRAPA, 2016).

ANEXO I

Protocolo dos meios de cultura utilizados para os isolamentos das amostras

Meios de cultura utilizados para fungos

1. Meio BDA- Batata-dextrose-Ágar – descrito por Tuite (1969).

| Material | Quantidade |
|-------------------------------|------------|
| Caldo de batata | 200 mL |
| Dextrose | 20 g |
| Água destilada | 1000 mL |
| pH ajustado para 6,0 com NaOH | |

Meios de cultura utilizados para bactérias

2. Meio Dygs descrito por Rodrigues Neto (1989).

| Material | Quantidade |
|---------------------------------------|------------|
| Dextrose | 2 g |
| Peptona bacteriológica | 1,5 g |
| Extrato de levedura | 2,0 g |
| K ₂ HPO ₄ | 0,5 G |
| MgSO ₄ + 7H ₂ O | 0,5 G |
| Ácido Glutâmico | 1,5 g |
| Ágar | 18 g |
| Água destilada | 1000 mL |
| pH ajustado para 7,0 | |