

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Laura Vezzani

**Catálogo Ilustrado de doenças fúngicas em espécies arbóreas encontradas na Serra
Catarinense, SC**

Curitibanos

2019

Laura Vezzani

**Catálogo Ilustrado de doenças fúngicas em espécies arbóreas encontradas na Serra
Catarinense, SC**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Adriana Terumi Itako

Curitibanos

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Vezzani, Laura

Catálogo Ilustrado de doenças fúngicas em espécies
arbóreas encontradas na Serra Catarinense, SC / Laura
Vezzani ; orientadora, Adriana Terumi Itako, 2019.

51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Ilustração Científica. 3.
Fungos fitopatogênicos. 4. Pranchas ilustradas. I. Terumi
Itako, Adriana. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Laura Vezzani

**Catálogo Ilustrado de doenças fúngicas em espécies arbóreas encontradas na
Serra Catarinense, SC**

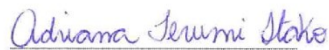
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de
"Bacharel" e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia Florestal.

Curitiba, 08 de novembro de 2019.



Prof. Dr. Marcelo Scipioni
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof.^a Dr.^a Adriana Terumi Itako
Orientadora
Instituição UFSC



Prof.^a Dr.^a Leosane Cristina Bosco
Avaliadora
Instituição UFSC

Este trabalho é dedicado aos meus professores e amigos, em especial aos primeiros, meus pais e meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais, que fizeram o possível e o impossível para que eu chegasse aqui hoje. Agradeço ao meu irmão, que me foi sempre um exemplo.

À todos os professores que me ensinaram e incentivaram desde o meu primeiro dia na escola, em especial à minha mestra e orientadora Adriana Terumi Itako e ao professor João Ricardo Vieira Iganci, que me apoiaram e mostraram ser possível este trabalho final.

Ao mestrando André Luiz Graf Junior e a todos os colegas de laboratório, Simone Fontoura e Riani Grimes, que me ajudaram e ensinaram durante as etapas efetuadas em laboratório.

Agradeço também à minha família, às minhas tias Maria Pia e Ligia Maria, ao meu Tio Jair e aos meus primos, que desde criança me deram meios para que a arte fizesse parte das minhas aspirações.

Aos meus amigos que me auxiliaram em toda a caminhada, me dando apoio e suporte, em especial à Dona Anita, ao Seu Perci, ao Roberto e a todos da república do sítio São José.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, que me apoiou e guiou desde o início.

Por fim agradeço a minha escola primária Fazarte, onde tudo começou.

RESUMO

Atualmente existe pouco conhecimento em relação às doenças que afetam espécies arbóreas. O acesso e a forma com que doenças fúngicas em espécies florestais são divulgadas, ainda é muito segmentada na área de pesquisa. Informações sobre a relação hospedeiro, ambiente e controle muitas vezes não são abordadas de forma conjunta e dificultam a pesquisa. A ilustração científica pode ser considerada uma representação figurativa e ser utilizada para eternizar e complementar diferentes objetivos, desde simples observações até experimentos científicos. Assim, o objetivo do trabalho foi a criação de pranchas contendo informações relevantes à identificação de fungos fitopatogênicos através da ilustração científica. A realização das pranchas foi feita com base em materiais vegetais doentes coletados a campo. Para obtenção das colônias fúngicas foi realizado o isolamento e a identificação dos fungos. Foram feitas imagens fotográficas em microscópio das estruturas reprodutivas dos microrganismos. A ilustração das partes vegetais e seus principais sintomas iniciaram em grafite e após a realização do esboço, as ilustrações de partes coloridas foram realizadas com tinta aquarelada em pastilhas. Foram então criadas 10 pranchas contendo informações sobre os fungos: do gênero *Oidium*; *Puccinia psidii*, *Tranzschelia discolor*, *Colletotrichum gloeosporioides*; *Botrytis cinerea*; *Venturia inaequalis*; *Penicillium digitatum*; *Cylindrocladium spathulatum* e *Pestalotiopsis* sp. As pranchas confeccionadas poderão ser utilizadas como aliadas no controle e identificação de fungos fitopatogênicos em espécies arbóreas, uma vez que se encontrou grande dificuldade em acessar imagens e informações na literatura que unissem características relevantes à identificação.

Palavras-chave: Ilustração Científica. Fungos fitopatogênicos. Pranchas ilustradas.

ABSTRACT

Today there are few knowledge about diseases that affect trees. The control and effectiveness of the treatment of diseases are only efficient if the diagnosis is early done and properly, for so being needed that the pathogen is already cataloged and precisely identified. The access and the way fungus diseases in tree species is approached is still too fragmented. Photography can show restrictions that can be improved with scientific illustration, like the loss of resolution in the peripheric areas of pictures or in details that are relevant for the identification of the species that often are overshadowed in photography. Information about the relation between the host, environment and control are often not approached in a united way, making the research difficult. The identification catalog was made using the collected contaminated material. For the obtention of the fungi colony were made by the isolation and the identification of the pathogen. Photography of the reproductive structures of the microorganisms seen through the microscope were registered. The illustration of the material and it main symptoms started with a graffiti drawing and after the outline, the illustration of the colored parts were made using watercolor. Ten identification catalogs were created containing information about the fungi: the *Oidium* gender; *Puccinia psidii*, *Tranzschelia discolor*, *Colletotrichum gloeosporioides*; *Botrytis cinerea*; *Venturia inaequalis*; *Penicillium digitatum*; *Cylindrocladium spathulatum* and *Pestalotiopsis* sp. The identification catalog created can be used as an allied in the control and identification of pathogenic fungi in tree species, since there was difficulty to find images and complete information in literature that united relevant characteristic to the identification.

Keywords: Scientific Illustration. Phytopathogenic fungi. Identification catalog.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos Específicos	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	IMPORTÂNCIA DA IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS EM CULTURAS FLORESTAIS	13
2.2	TRABALHOS DE EXTENSÃO E A TECNOLOGIA SOCIAL	14
2.3	O PAPEL DA ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA	15
2.4	TRABALHOS NO CONTEXTO DA ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA.....	17
3	METODOLOGIA.....	19
3.1	OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL INFECTADO POR FUNGOS	19
3.2	IDENTIFICAÇÃO E OBTENÇÃO DAS ESPÉCIES DE FUNGOS	20
3.3	REALIZAÇÃO DAS ILUSTRAÇÕES CIENTÍFICAS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1	PRANCHAS REALIZADAS DAS PRINCIPAIS DOENÇAS FÚNGICAS ENCONTRADAS NA REGIÃO DO PLANALTO SERRANO, SANTA CATARINA	26
4.1.1	Patossistema: <i>Eucalyptus benthamii</i> (Eucalipto) x <i>Oidium</i> sp. (Oídio)	26
4.1.2	Patossistema: <i>Acca sellowiana</i> (Goiabeira serrana) x <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Antracnose)	28
4.1.3	Patossistema: <i>Myrciaria cauliflora</i> (Jaboticabeira) x <i>Puccinia psidii</i> (Ferrugem).....	30
4.1.4	Patossistema: <i>Prunus persica</i> (Pessegueiro) x <i>Tranzschelia discolor</i> (Ferrugem).....	32
4.1.5	Patossistema: <i>Lagerstroemia indica</i> (Resedá) x <i>Oidium</i> sp. (Oídio)	34
4.1.6	Patossistema: <i>Pinus</i> sp. (Pinus) x <i>Botrytis cinerea</i> (Seca das Ponteiros).....	36
4.1.7	Patossistema: <i>Malus domestica</i> (Macieira) x <i>Venturia inaequalis</i> (Sarna)	38

4.1.8	Patossistema: <i>Citrus reticulada</i> (Bergamota) x <i>Penicillium digitatum</i> (Bolor Verde).....	40
4.1.9	Patossistema: <i>Ilex paraguariensis</i> (Erva mate) x <i>Cylindrocladium spathulatum</i> (Pinta Preta).....	42
4.1.10	Patossistema: <i>Eucalyptus</i> sp. (Eucalipto) x <i>Pestalotiopsis</i> sp. (Mancha foliar).....	44
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, quando pesquisadores descobriram que certas espécies do gênero *Eucalyptus* se apresentavam mais vulneráveis à um cancro causado pelo fungo *Cryphonectria cubensis* (Bruner) Hodges, trabalhos com melhoramento genético iniciaram em grande escala na área florestal, focados quase que exclusivamente em espécies comerciais plantadas em grande escala. Existe pouco conhecimento em relação às doenças que afetam espécies arbóreas, principalmente em indivíduos plantados em áreas degradadas ou submetidas à estresse (ASSIS, 2006), realidade muitas vezes encontrada em ambientes urbanos ou em pequenas áreas com espécies ornamentais e de uso autossuficiente.

O controle e tratamento efetivo de doenças só é realizado de forma eficiente se o seu diagnóstico for feito precocemente e com precisão, sendo para isso necessário que a doença esteja devidamente catalogada para ser identificada de forma precisa, reconhecendo-se os seus sinais, sintomas, agente causador e consequências produtivas. A importância em se controlar doenças em plantas está principalmente em sua tendência em diminuir a capacidade germinativa de sementes, reduzir o vigor de plântulas, causar epidemias em plantas adultas, perda produtiva e morte (CORDER *et al.*, 2001).

Com o surgimento da Botânica Moderna postulada por Lineu, foi determinado que a classificação das espécies se daria a partir de diferenças morfológicas, especialmente entre os órgãos reprodutivos. A partir daí toda a espécie considerada nova pela ciência foi descrita em latim e ilustrada em bico de pena através de ilustrações científicas (CARNEIRO, 2011).

No final do século XIX com o surgimento da fotografia, a validade de ilustrações científicas começaram a ser questionadas e cair em desuso. Porém a fotografia apresenta restrições que podem ser otimizadas com a ilustração, como a perda de resolução em imagens nas áreas periféricas ou em detalhes de relevância para a identificação de espécies que acabam ofuscados na fotografia (CARNEIRO, 2011; MACIEL; COSTA, 2015).

O conceito de “tecnologia social” (SILVIO; CACCIA; BAVA; 2004 *apud* COSTA *et al.*, 2013) recentemente desenvolvido, define que diferentes métodos podem servir para implementar soluções para determinados problemas a fim de se ofertar conhecimento para pessoas de diferentes realidades, sejam elas do meio acadêmico ou não. Ou seja, a disponibilização de informações geradas à vários segmentos interessados da sociedade de forma inovadora e acessível.

O acesso e a forma com que doenças fúngicas em espécies florestais é divulgada ainda é muito segmentada na área de pesquisa. Informações sobre a relação hospedeiro, ambiente e controle muitas vezes não são abordadas de forma conjunta e dificultam a pesquisa. O objetivo da criação de pranchas contendo informações relevantes à identificação de fungos fitopatogênicos é o de facilitar o acesso à informação e o controle de doenças na área florestal.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Criação de pranchas contendo informações relevantes à identificação de fungos fitopatogênicos através da ilustração científica e imagens.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Criar um banco de dados disponível no Laboratório de Fitopatologia do Campus de Curitiba de fácil acesso para pesquisadores e agricultores, onde por meio de ilustrações científicas e imagens será possível identificar a espécie de fungo e suas principais características.
- Apresentar uma breve descrição de cada espécie de fungo baseada em literatura contendo, quando disponíveis as informações: seu controle, principais causas, hospedeiros e ocorrência.
- Demonstrar as vantagens do uso da Ilustração Científica na identificação de espécies de interesse na pesquisa e extensão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS EM CULTURAS FLORESTAIS

A ocorrência de fungos pode reduzir tanto a capacidade germinativa de um lote de sementes, como causar a morte de plântulas ou transmitir doenças para plantas adultas. Para que possamos controlar uma doença, descobri-la o quanto antes é de extrema importância, mas para isso é necessário conhecer os agentes, as causas e as consequências da contaminação por fungos patógenos (CORDER *et al.*, 2001).

Os fungos são organismos heterotróficos unicelulares ou pluricelulares, o segundo tipo é caracterizado pela formação de estruturas filamentosas ou hifas, cujo conjunto constitui o micélio. Na fase reprodutiva, o micélio pode formar estruturas sexuadas e/ou assexuadas que vão dar origem aos esporos, responsáveis pela propagação das espécies. Os fungos podem sobreviver tanto em ambientes aquáticos como terrestres e podem ser vistos somente via microscópios ou à olho nu, como no caso daqueles que são capazes de formar grandes estruturas, os chamados “mofos”, “bolores” ou cogumelos (AGRIOS, 2004; CATÁLOGO DE PLANTAS E FUNGOS NO BRASIL, 2010; AMORIM; BERGAMIM, 2011).

Existem muitas dificuldades relacionadas à produção de espécies florestais no que diz respeito a literatura disponível, especialmente quando não se busca informações sobre os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. A escassez de informações sobre fitopatógenos na área causa prejuízos qualitativos e quantitativos, tanto na produção de madeira, quanto de espécies ornamentais ou de produtos não-madeireiros, mas principalmente em produção de mudas para recuperação de espécies florestais e áreas degradadas (CORDER *et al.*, 2001).

Grande parte da literatura trabalha com doenças essencialmente exóticas, onde os maiores prejuízos já começam durante a germinação de sementes e a formação de mudas em viveiros pelo uso de tecnologia inadequada (PADULLA, 2006). É essencial destacar que um dos principais veículos de propagação de patógenos é a semente, cuja falta de sanidade pode ter como consequências o seu apodrecimento antes da germinação, a queda do vigor das plântulas, início de epidemias e/ou a introdução de patógenos em áreas que antes não apresentavam problemas (MACHADO, 1987 *apud* PADULLA, 2006).

Segundo o Catálogo de Plantas e Fungos no Brasil (2010), estão registrados 78 ordens, 924 gêneros e 3606 espécies de fungos no Brasil, correspondendo a aproximadamente 3,7% da

quantidade descrita no mundo. Considerando os principais biomas do país, a Mata Atlântica está em primeiro lugar com 1664 espécies, seguida da Caatinga com 734 espécies e a Amazônia com 519 espécies, com o Cerrado em último lugar com 291 espécies. Quase nenhuma informação está disponível na literatura em relação aos biomas Pantanal, com 28 espécies e o Pampa, com apenas uma espécie. Em relação às regiões do Brasil, a região sul se encontra em terceiro lugar, com aproximadamente 1320 espécies catalogadas. Somente em Santa Catarina, 482 spp. puderam ser catalogadas. Apesar dos números, os autores destacam as dificuldades taxonômicas e sistemáticas que trabalhos mais antigos apresentam e a necessidade de maiores estudos na área, a fim de se determinar números cada vez mais próximos do real.

Do total das espécies, 523 são consideradas endêmicas do Brasil, porém novamente é um dado difícil de ser discutido, uma vez que a quantidade conhecida no mundo é muito pequena. Porém, é possível afirmar que os gêneros *Puccinia* se destaca em ocorrência entre os demais, seguido por *Uromyces*, *Xylaria*, *Uredo*, *Aecidium*, *Physarum*, entre outros (CATÁLOGO DE PLANTAS E FUNGOS NO BRASIL, 2010).

2.2 TRABALHOS DE EXTENSÃO E A TECNOLOGIA SOCIAL

As práticas de extensão universitária surgiram no início do século passado, com assuntos voltados às questões políticas e sociais e cursos abertos oferecidos mais especificamente na Universidade aberta de São Paulo, mas passaram a ser oficializadas com o decreto de 1931 chamado “Estatuto da Universidade Brasileira”. Porém a extensão concebida hoje só surgiu realmente em 1960, quando suas ações passaram a ser focadas nas classes desfavorecidas (ARANTES; DESLANDES, 2007).

A extensão universitária hoje no Brasil é considerada um dos pilares do ensino superior, que incentiva não só a formação profissional e humana, mas transforma a sociedade como um todo. A Lei de Diretrizes e Base da Educação (BRASIL, 2017), capítulo IV artigo 43, ressalta das finalidades do ensino superior, onde afirma que faz parte da sua responsabilidade deste a prestação de serviços especializados à comunidade e a formação de um relação mútua entre a comunidade, visando o estímulo por conhecimento, focando em problemas regionais ou nacionais (ARANTES; DESLANDES, 2007).

Hoje muitas instituições não oferecem projetos que integrem a comunidade acadêmica com a comunidade local, criando um abismo entre as universidades e a sociedade. Considerando que hoje a América Latina possui níveis alarmantes de desigualdade social,

pobreza rural e insegurança alimentar, a assistência técnica e a extensão rural são de suma importância como ferramentas de desenvolvimento. Os sistemas de ATER (Assistência Técnica e Extensão Rural) criado em meados do século passado na América Latina, inspirado em modelos norte-americanos, visavam a modernização e incremento da produtividade da agricultura através da transferência de tecnologia ao produtor rural (ARANTES; DESLANDES, 2007; LANDINI 2015).

Em 1975 foi criada a Empresa Brasileira de ATER (EMBRATER), ganhando força e visibilidade a causa, porém com o crescente questionamento em relação ao modelo de desenvolvimento rural produtivista, a EMBRATER foi extinta pelo governo no ano de 1990. A extinção do programa causou uma repentina crise no setor agrícola pela redução de financiamento das empresas estaduais (EMATER). Em 2004 foi aprovada uma nova política nacional de ATER (PNATER) com novas diretrizes voltadas às práticas e princípios da agroecologia, agricultura familiar e metodologias participativas. Hoje, criada em 2013, está vigência a Agência Nacional de ATER, mostrando novas perspectivas para extensão rural no Brasil (ARANTES; DESLANDES, 2007; LANDINI 2015).

Hoje é determinado que cabe aos especialistas com formações técnicas e científicas a resolução de problemas que afetam diferentes partes da sociedade, além da criação e desenvolvimento de políticas públicas que atingem toda a sociedade. Muitas vezes o conhecimento empírico e prático do cidadão e da sociedade civil são pouco considerados, porém muitas soluções devem vir destes setores, uma vez que se visa a solução de problemas vividos no dia a dia (COSTA *et al.*, 2013).

A ferramenta da Tecnologia Social, conceito recentemente desenvolvido, faz uma crítica ao modelo convencional de desenvolvimento tecnológico e sugere uma prática mais ampla e solidária. A ideia é que a participação, o empoderamento e autonomia dos usuários sejam prioridade e envolvam as partes interessadas em projetos e pesquisas (COSTA *et al.*, 2013).

2.3 O PAPEL DA ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA

A ilustração botânica é apenas um dos segmentos da ilustração biológica, junto com ilustração zoológica, paleontológica, histológica, molecular e outras áreas de pesquisa que fazem parte das chamadas Ciências Naturais. Em todos estes campos, a acuidade representativa

é imprescindível para todos os trabalhos, sejam eles para fins taxonômicos ou não (CARNEIRO, 2011).

Dependendo da finalidade da ilustração, ela pode ser feita basicamente de três formas: somente com lápis grafite, desenho finalizado em nanquim ou por pintura, geralmente aquarelada. Nos dois primeiros casos, em monocromia (lápis grafite e nanquim), são utilizados para se destacar formas, volumes e texturas. A pintura tem a vantagem da definição cromática do desenho, facilitando muito a identificação da reprodução (CARNEIRO, 2011).

A ilustração científica pode ser considerada uma representação figurativa e ser utilizada para eternizar e complementar diferentes objetivos, desde simples observações até experimentos científicos, contendo em cada desenho detalhes descritivos de uma infinidade de seres vivos e de suas relações com o meio ambiente (OLIVEIRA; CONDURU, 2004). Apesar dos resultados obtidos serem normalmente carregados de valor estético, o que torna este tipo de registro científico tão atraente, a representação não basta somente pela sua beleza como no caso das pinturas de outras modalidades das artes visuais, mas requer conhecimento científico daquilo que está sendo ilustrado, sem desequilíbrio entre estética e ciência (CARNEIRO, 2011).

A utilização das diferentes técnicas na área da ilustração é bastante abrangente, podendo partir desde desenhos em grafite, como citado anteriormente, até modelos de animação feitos com computação gráfica (SUGUITURU; MORINI, 2010). O ilustrador científico pode, conforme o desenvolvimento de suas habilidades e conhecimento daquilo que está sendo reproduzido, destacar aquilo que é estudado e reconstituir exemplares quebrados ou únicos, ao contrário dos resultados possíveis por meio de fotografias (HODGES, 2003).

Com o surgimento da fotografia, no final do século XIX, começaram a surgir os primeiros questionamentos em relação à validade ou da necessidade da ilustração científica, principalmente nos campos da Botânica e da Sistemática Morfológica. Contudo, a fotografia em si apresenta restrições que podem ser superadas com a ilustração, como a perda de resolução em imagens nas áreas periféricas ou em detalhes que não podem ser focados com a ênfase necessária para se produzir o efeito desejado. Além de todos os fatores destacados, a condensação de conhecimento que apenas uma prancha pode apresentar acarreta grande economia de espaço em publicações científicas (CARNEIRO, 2011).

Portanto, com a ilustração é possível destacar e detalhar características particulares e com ela criar bancos de dados para catalogação de espécies. Este material não só pode ser usado, como se apresenta muito útil como ferramenta de estudo para pesquisadores das diferentes áreas

das Ciências Naturais, como na microbiologia, anatomia vegetal, morfologia e taxonomia, entre outras (MACIEL; COSTA, 2015).

Desde o surgimento da Botânica Moderna, postulada por Lineu, em que foi determinado que a classificação das espécies se dá nas diferenças morfológicas, especialmente entre os órgãos reprodutivos, toda a espécie considerada nova pela ciência deveria ser descrita em latim e ilustrada em bico de pena (CARNEIRO, 2011).

Em taxonomia biológica, ciência que estuda a classificação dos seres vivos, a ilustração científica ainda é de extrema importância para o reconhecimento e a identificação das diferentes espécies de seres vivos, as quais devem, por via de regra, estar documentadas em alguma coleção científica como testemunho (PAPAVERO, 1994).

2.4 TRABALHOS NO CONTEXTO DA ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA

Como citado anteriormente, desde o surgimento da Botânica Moderna, postulada por Lineu, a ilustração científica já vem sendo utilizada em trabalhos na área acadêmica, com objetivos que vão desde relatar o descobrimento de novas espécies até o de facilitar sua futura identificação (CARNEIRO, 2011).

Na área da ilustração botânica, existem diversos trabalhos que foram e continuam sendo realizados. Um trabalho belíssimo, que expressa muito bem as vantagens de se trabalhar com ilustração e não somente com fotografias, é o Tratado de Plantas Medicinais (2014) desenvolvido pela professora Telma Sueli Mesquita Grandi. Com ele é possível não só identificar características de importância botânica científica necessárias para o reconhecimento de espécies medicinais, como admirar as imagens de forma que possamos assimilar as diferenças entre as espécies com maior profundidade.

A ilustração científica busca relacionar as artes plásticas e as ciências para representar um material seja vivo ou não, propiciando que caracteres visíveis ou não, possam ser representados em uma única imagem, sendo de extrema importância para o reconhecimento posterior da representação (MOURA; SANTOS; SILVA, 2014). Em Ilustração Científica: Proposta de ensino pela arte, ciência e tecnologia (2014), os autores reuniram estudantes para a realização de ilustrações científicas com o objetivo de apresentar esta arte como uma possível estratégia de ensino das ciências biológicas, como um conteúdo inter e multidisciplinar. Através da arte da ilustração, acadêmicos como um todo podem entrar em contato com as ricas

experiências que a percepção visual pode trazer (SATO; PASSOS, 2009 *apud*. MOURA; SANTOS; SILVA; 2014).

Maciel e Costa (2015) desenvolveram pranchas ilustradas com representações de características anatômicas de espécies da família *Solanaceae*, com o objetivo de que o trabalho final pudesse servir como apoio para pesquisadores. Neste artigo, os autores citam que com a ilustração é possível catalogar espécies ao detalhar diferentes características consideradas relevantes e com isto criar um banco de dados sobre elas. Ressaltam ainda que além dos desenhos realizados, é necessário ainda que sejam feitas pranchas utilizando programas gráficos, facilitando assim ainda mais o acesso ao conteúdo reunido.

Além da botânica, outra área que se utiliza muito das técnicas de ilustrações científicas é a da zoologia e da entomologia. Em um trabalho realizado por Oliveira e Conduru (2004), encontra-se uma discussão muito importante relacionada à representação quando artística e questões voltadas à percepção, visão e interpretação que podemos ter sobre imagens. No trabalho, desenhos do inseto conhecido como Barbeiro foram reunidos para entender o porquê de terem sido considerados “errados” e deixados de lado por mais de 70 anos. Conclui-se basicamente que se deve ter clareza sobre o tipo de público que o ilustrador deseja atingir, assim podendo variar a fidelidade e a verossimilhança do que está sendo representado com responsabilidade científica.

3 METODOLOGIA

3.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL INFECTADO POR FUNGOS

A coleta do material vegetal doente foi realizada através de visitas a propriedades da região de Curitiba, SC, São Joaquim, SC e São Paulo, SP. Além das coletas, o material também muitas vezes foi recebido por terceiros, via laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba. A origem do fitopatógeno, junto com sua localização, foi devidamente registrada com o objetivo de se elaborar um levantamento com os pontos de coleta e o tipo de fungo encontrado. A Figura 1 mostra um dos materiais recebidos pelo laboratório de fitopatologia, de uma *Lagerstroemia indica* (Resedá) contaminada por oídio, coletada no bairro de Curitiba.

Figura 1 – Material contaminado com a doença oídio (*Oidium* sp.) coletado no centro urbano da cidade de Curitiba da espécie *Lagerstroemia indica* Pers (Resedá).

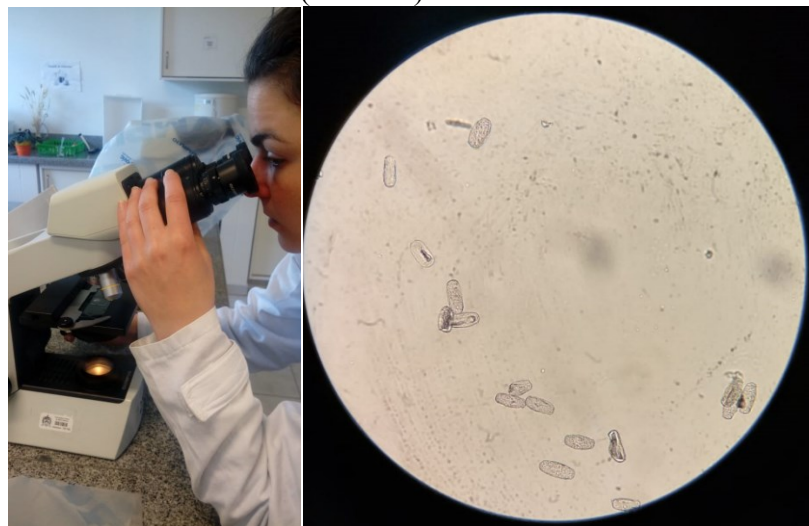


Fonte: Autora (2019)

3.2 IDENTIFICAÇÃO E OBTENÇÃO DAS ESPÉCIES DE FUNGOS

A identificação e obtenção das colônias fúngicas foram realizadas no Laboratório de Fitopatologia do Campus de Curitiba. O material com os órgãos afetados foi submetido a análises quando a identidade do fungo não era previamente conhecida por apresentar sintomas e sinais específicos. A análise morfológica das estruturas reprodutivas do fungo foi a principal técnica para sua identificação (CAROLLO, 2019). A metodologia para geração das estruturas reprodutivas dos fungos para análise em microscópio (Figura 2) variou conforme a presença prévia ou não de tais estruturas.

Figura 2 – Análise das estruturas reprodutivas em lâmina no microscópio para identificação de fungo (à esquerda). Conídios de *Oidium* sp. observados em lâminas por microscópio de luz (à direita).



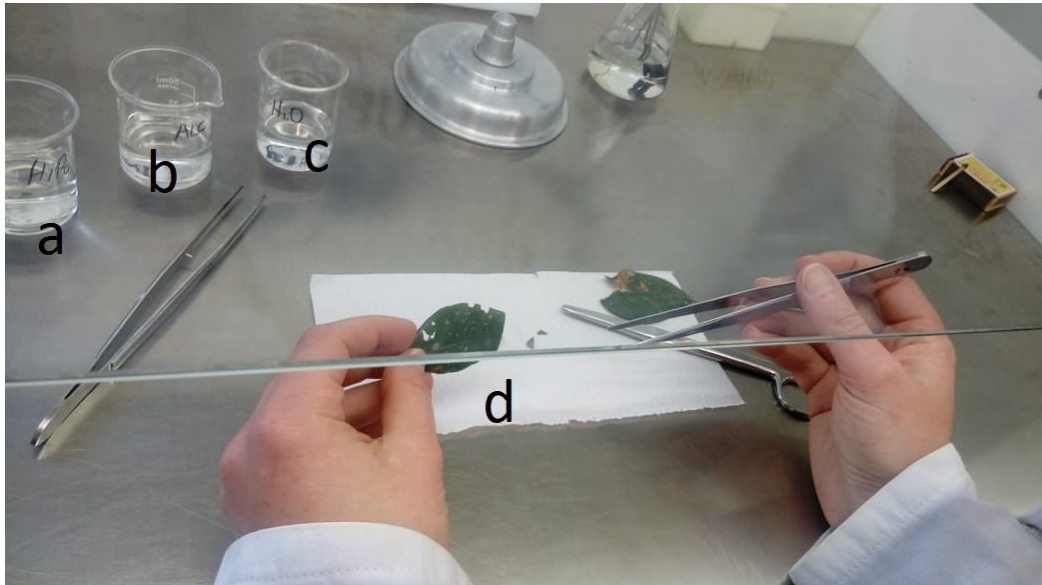
Fonte: Autora (2019)

Um dos métodos utilizados para a identificação da espécie de fungo foi o de obtenção de pedaços de aproximadamente 0,25 cm do tecido infectado em zonas intermediárias, entre tecido sadio e tecido contaminado. Estes fragmentos foram submetidos a desinfecção superficial (Figura 3), com objetivo de se evitar a infecção por microrganismos não interessantes ao trabalho. A técnica de desinfecção foi feita da seguinte maneira: Partes vegetais foram mergulhadas primeiro em hipoclorito de sódio (NaClO) 0,5% por 3-5 minutos, em seguida em solução de álcool etílico a 70% por mais 3-5 minutos e por último em água destilada (ALFENAS; MAFIA, 2007; CAROLLO, 2019).

Os fragmentos foram então repicados (Figura 4) em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e mantidos em câmara de crescimento a 25°C e fotoperíodo de 12 horas até o

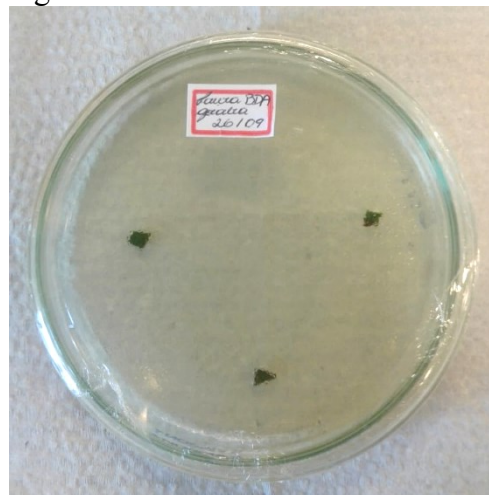
desenvolvimento e produção de estruturas reprodutivas do fungo de interesse (BRASIL, 2011) para coleta e identificação em lâminas no microscópio.

Figura 3 – Desinfecção de partes vegetais doentes para posterior análise realizada dentro de câmara de fluxo.



Legenda: a) Hipoclorito de sódio (NaClO) 0,5%; b) solução de álcool etílico a 70%; c) água destilada; d) corte de folhas apresentando sintomas de doenças fúngica. Fonte: Autora (2019).

Figura 4 – Fragmentos vegetais repicados em meio de cultura BDA para crescimento de fungo em câmara de crescimento



Fonte: Autora (2019)

Outro método utilizado para observar a presença de estruturas reprodutivas dos fungos no material doente, foi o de raspagem dos conídios presentes no material doente com a alça, com o objetivo de diluir o material em uma gota de água destilada colocada em uma lâmina para então ser observada em microscópio (ALFENAS; MAFIA, 2007).

Para gerar as fotografias de desenvolvimento das colônias fúngicas em Placa de Petri, os conídios coletados diretamente por raspagem do tecido doente ou previamente isolado por cortes das partes vegetais afetadas, foram submetidos à câmara de crescimento por 7 a 10 dias os esporos ou conídios em placas seladas contendo meio de cultura BDA (Figura 5). Etapa feita em laboratório dentro de câmara de fluxo, para evitar a contaminação por outros microrganismos não interessantes.

Figura 5 – Colônia fúngica desenvolvida em meio BDA da espécie *Botrytis cinerea*.



Fonte: Autora (2019)

3.3 REALIZAÇÃO DAS ILUSTRAÇÕES CIENTÍFICAS

A etapa da obtenção de uma fotografia que represente bem o material a ser ilustrado foi de extrema importância para as ilustrações (Figuras 6 e Figura 7). Uma câmera fotográfica com uma boa definição, a utilização de filtros para a digitalização da fotografia e uma iluminação que possibilite o destaque das estruturas necessárias para a identificação do fungo e da espécie florestal foi um passo essencial para a elaboração das ilustrações.

Figura 6 – Ilustração realizada à esquerda, a partir de fotografia de *Lagerstroemia indica* Pers (Resedá) contaminada com *Oidium* sp. (Oídio) à direita.



Fonte: Autora (2019)

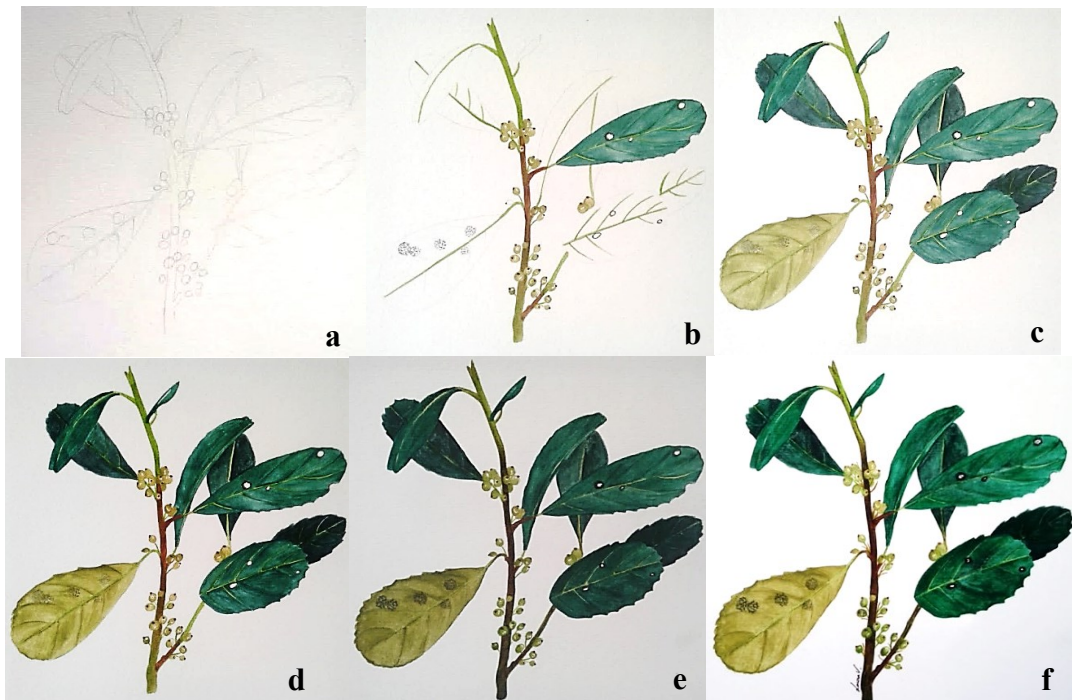
Figura 7 – Ilustração de fruto de *Acca sellowiana* (Goiaba serrana) contaminada com *Colletotrichum gloeosporioides* (Antracnose) à esquerda e imagem utilizada como base à direita.



Fonte: Autora (2019)

A ilustração das partes vegetais e seus principais sintomas iniciaram com atenção para a escala e as proporções, detalhes que foram definidos com o auxílio de instrumentos como compassos e régua (CARNEIRO, 2011). O esboço foi realizado em grafite, para a correção de erros que acontecem durante o início do trabalho. Após a realização do esboço, as ilustrações de partes coloridas foram realizadas com tinta aquarelada em pastilhas (Figura 8).

Figura 8 – Evolução da ilustração de um ramo de Erva Mate com Pinta Preta.



Legenda: a) Rascunho feito à lápis; b) Primeira camada da tinta; c) Segunda camada de tinta; d) Terceira camada de tinta; e) Quarta camada de tinta; f) Desenho finalizado. Fonte: Autora (2019)

As ilustrações coloridas com aquarela foram feitas em folha de 300 gm² de gramatura e superfície de algodão. A montagem das pranchas foi realizada com o auxílio de programas de computador e escâner de alta definição, para digitalização das ilustrações feitas em papel e combinação destas com imagens fotográficas. A Figura 9 mostra uma ilustração de uma muda de Eucalipto finalizada.

Figura 9 – Imagem digitalizada de ilustração de um *Eucalyptus benthammii* contaminado com *Oidium* sp.



Fonte: Autora (2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a obtenção dos materiais vegetais e realizados todos os procedimentos descritos na metodologia, foram criadas 10 pranchas ilustradas. Na Tabela 1 estão compiladas informações referentes aos materiais vegetais doentes analisados (Figuras 10 a 19). Para as espécies de fungos fitopatogênicos biotróficos, ou seja, que não se desenvolvem fora de um organismo vegetal vivo (BRASIL, 2011), não foi possível criar colônias em meio de cultura.

Tabela 1 – Nome científico e popular da espécie hospedeira ilustrada e do agente causador da doença fúngica, local de coleta do material contaminado e resultados no desenvolvimento de colônias em laboratório.

Planta ilustrada	Agente causador	Doença – Nome popular	Local de Coleta	Obtenção de colônia
<i>Eucalyptus benthamii</i> (Eucalipto)	<i>Oidium</i> sp.	Cinza das folhas	UFSC – Curitibanos/ SC	Não
<i>Acca sellowiana</i> (Goiabeira serrana)	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Antracnose	São Joaquim/SC	Sim
<i>Myrciaria cauliflora</i> (Jaboticabeira)	<i>Puccinia psidii</i>	Ferrugem	Curitibanos/SC	Não
<i>Prunus persica</i> (Pessegueiro)	<i>Tranzschelia discolor</i>	Ferrugem	São Cristóvão do Sul/ SC	Não
<i>Lagerstroemia indica</i> (Resedá)	<i>Oidium</i> sp.	Cinza das folhas	Curitibanos/ SC	Não
<i>Pinus</i> spp. (Pinus)	<i>Botrytis cinerea</i>	Mofo Cinzento	Curitibanos/SC	Sim
<i>Malus domestica</i> (Macieira)	<i>Venturia inaequalis</i>	Sarna	São Joaquim/SC	Não
<i>Citrus reticulada</i> (Bergamota)	<i>Penicillium digitatum</i>	Bolor verde	Curitibanos/SC	Sim
<i>Ilex paraguariensis</i> (Erva mate)	<i>Cylindrocladium spathulatum</i>	Pinta preta	São Cristóvão do Sul/ SC	Sim
<i>Eucalyptus</i> sp. (Eucalipto)	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	Mancha foliar	Curitibanos/ SC	Não

Fonte: Autora (2019)

4.1 PRANCHAS REALIZADAS DAS PRINCIPAIS DOENÇAS FÚNGICAS ENCONTRADAS NA REGIÃO DO PLANALTO SERRANO, SANTA CATARINA

4.1.1 Patossistema: *Eucalyptus benthamii* (Eucalipto) x *Oidium* sp. (Oídio)

Doenças denominadas como oídio são causadas por fungos do gênero *Oidium*, que desenvolvem micélios e cadeias de conídios e geram a aparência pulverulenta típica nas plantas contaminadas (Figura 10). Afetam de forma abundante a superfície de folhas e brotos no caso do Eucalipto. São fungos biotróficos, sobrevivem somente em um hospedeiro vivo e geralmente não matam o vegetal afetado, mas utilizam seus nutrientes e reduzem a fotossíntese, comprometendo o desenvolvimento e produção da planta (AGRIOS, 2005; ZAUZA *et al.*, 2011).

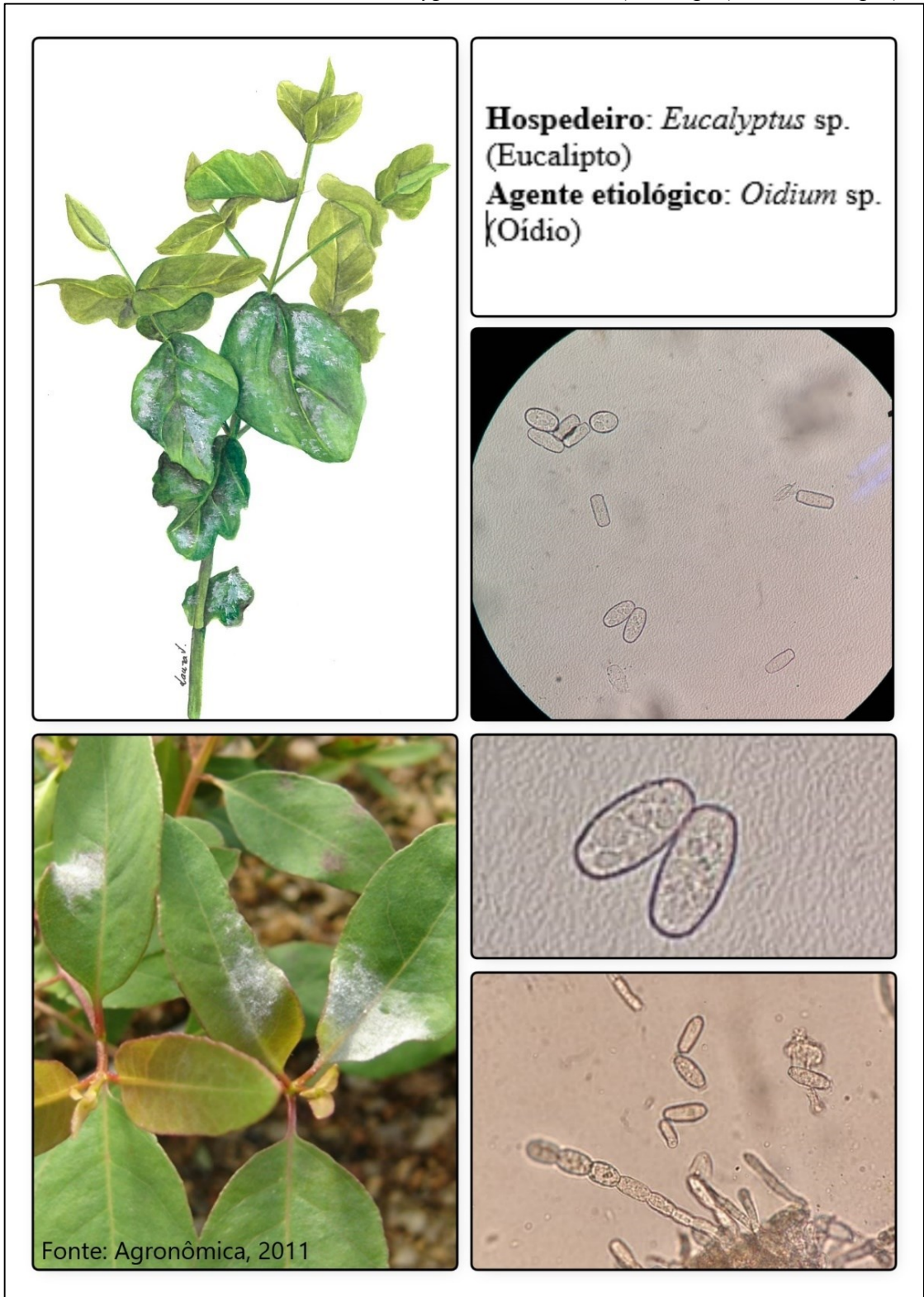
As manchas brancas no início da contaminação se apresentam dispersas irregularmente na superfície das folhas, até que as pequenas colônias se interligam e formam faixas brancas, causando deformação, enrugamento e encarquilhamento (AMORIM *et al.*, 2016).

O fungo passa o período de inverno na forma assexuada (micélio) hibernando, para quando as condições de umidade e temperatura se tornarem favoráveis na primavera, ele iniciar seu desenvolvimento (MUNIZ; POLETTO; LIPPERT, 2015).

Os fungos chamados de Oídio atacam inúmeras espécies vegetais, tanto cereais, quanto gramíneas, leguminosas, hortaliças, ornamentais, arbustos, frutíferas e espécies florestais. A doença afeta espécies de Eucalipto praticamente no mundo inteiro, especialmente mudas em viveiros (AGRIOS, 2005).

Para o controle da doença utiliza-se pulverizações com enxofre molhável (MUNIZ, 2006). Em controle não químico, recomenda-se também a pulverização de bicarbonato de sódio diluído em água (MOREIRA, 2014) ou de leite de vaca cru por conter propriedades germicidas, em concentrações de 5% e 10% (EMBRAPA, 2004).

Figura 10 – Prancha do Patossistema *Eucalyptus benthamii* (Eucalipto) x *Oidium* sp. (Oídio)



Fonte: Autora (2019).

4.1.2 Patossistema: *Acca sellowiana* (Goiabeira serrana) x *Colletotrichum gloeosporioides* (Antracnose)

A maior causa de perda de frutas de Goiaba Serrana no Brasil é por conta de doenças, dentre as principais está a Antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* e pertencente ao filo Ascomycota (Figura 11). A doença pode causar o secamento de ramos até a morte completa da planta. Nos frutos observam-se pontos escuros que se tornam manchas, causando a necrose do tecido e o posterior apodrecimento do fruto. Além dos frutos e ramos, a doença também ataca principalmente brotações e folhas novas. Sua incidência é mais alta em plantios densos e pode ser encontrada em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (FERRAZ, 2010; BOHNEBERGER, 2009; MUNIZ; POLETTI; LIPPERT; 2015).

Nas folhas os sintomas são manchas arredondadas, irregulares e escuras. A parte morta da lesão tem cor esbranquiçada e em condições de maior umidade, podem surgir sinais da doença em forma de massas de estruturas reprodutivas de coloração creme a rosada (MUNIZ; POLETTI; LIPPERT, 2015).

As condições mais favoráveis ao desenvolvimento da doença são as temperaturas baixas a moderadas, alta umidade do ar e chuva. O fungo sobrevive de uma estação para outra em restos de cultura contaminados, além de atingir frutos durante a colheita e se desenvolver durante o período de maturação (AMORIM *et al.*, 2016; PARISI *et al.*, 2016).

O controle da Antracnose envolve várias medidas: como utilizar mudas de procedência conhecida, espaçamentos que propiciem a circulação de ar, a diminuição da umidade e o aumento da insolação no interior das plantas. É possível também podar ramos que apresentem sintomas da doença e limpar os restos contaminados do local para evitar novas contaminações, além de não deixar frutos amadurecerem nas árvores. A pulverização preventiva em condições favoráveis à doença é realizada a base de oxiclreto de cobre, óxido cuproso ou calda bordalesa (FERRAZ, 2010).

Imagem 11 – Prancha do Patossistema *Acca sellowiana* (Goiabeira serrana) x *Colletotrichum gloeosporioides* (Antracnose)



Fonte: Autora (2019)

4.1.3 Patossistema: *Myrciaria cauliflora* (Jaboticabeira) x *Puccinia psidii* (Ferrugem)

A ferrugem que acomete espécies da família das Mirtáceas é uma doença de extrema importância para espécies florestais no Brasil, especialmente por atingir todas as espécies de Eucalipto. O fungo pertence ao filo *Basidiomycota* e é biotrófico, ocorrendo somente em tecidos vivos (MUNIZ; POLETTTO; LIPPERT, 2015).

O fungo *Puccinia psidii* pode ter origem em mudas previamente contaminadas ou surgir por conta de condições favoráveis através de inóculos (Figura 12). Temperaturas de 15 a 25°C, períodos longos de chuva, neblina ou orvalho intensos também aumentam as chances de ocorrência. A doença necessita da presença de órgãos novos, como brotos e ramos terminais, portanto conforme a espécie florestal cresce, diminui a incidência do fungo (MARTINS, 2006).

Os sintomas são bastante característicos, com lesões e pontos em folhas e frutos que se assemelham a um pó amarelo, por conta de uma grande produção de esporos globulosos de coloração amarelo alaranjado. Causa deformações nos frutos, podendo ocasionar queda prematura, com o não desenvolvimento destes (AMORIM, 2016).

Em jaboticabeiras, a doença ocorre em folhas novas e nos frutos, secando e mumificando aqueles que chegam à maturidade e tornando-os impróprios para consumo. Segundo a Apremavi (2009) seu controle pode ser cultural, evitando o estresse hídrico e realizando adubação nitrogenada frequente. Porém poucos estudos mostram a utilização de fungicidas no controle da doença, apenas com princípios ativos protetores, como a base de cobre (MARTINS, 2006).

Figura 12 – Prancha do Patossistema *Myrciaria cauliflora* (Jaboticabeira) x *Puccinia psidii* (Ferrugem)



Fonte: Autora (2019).

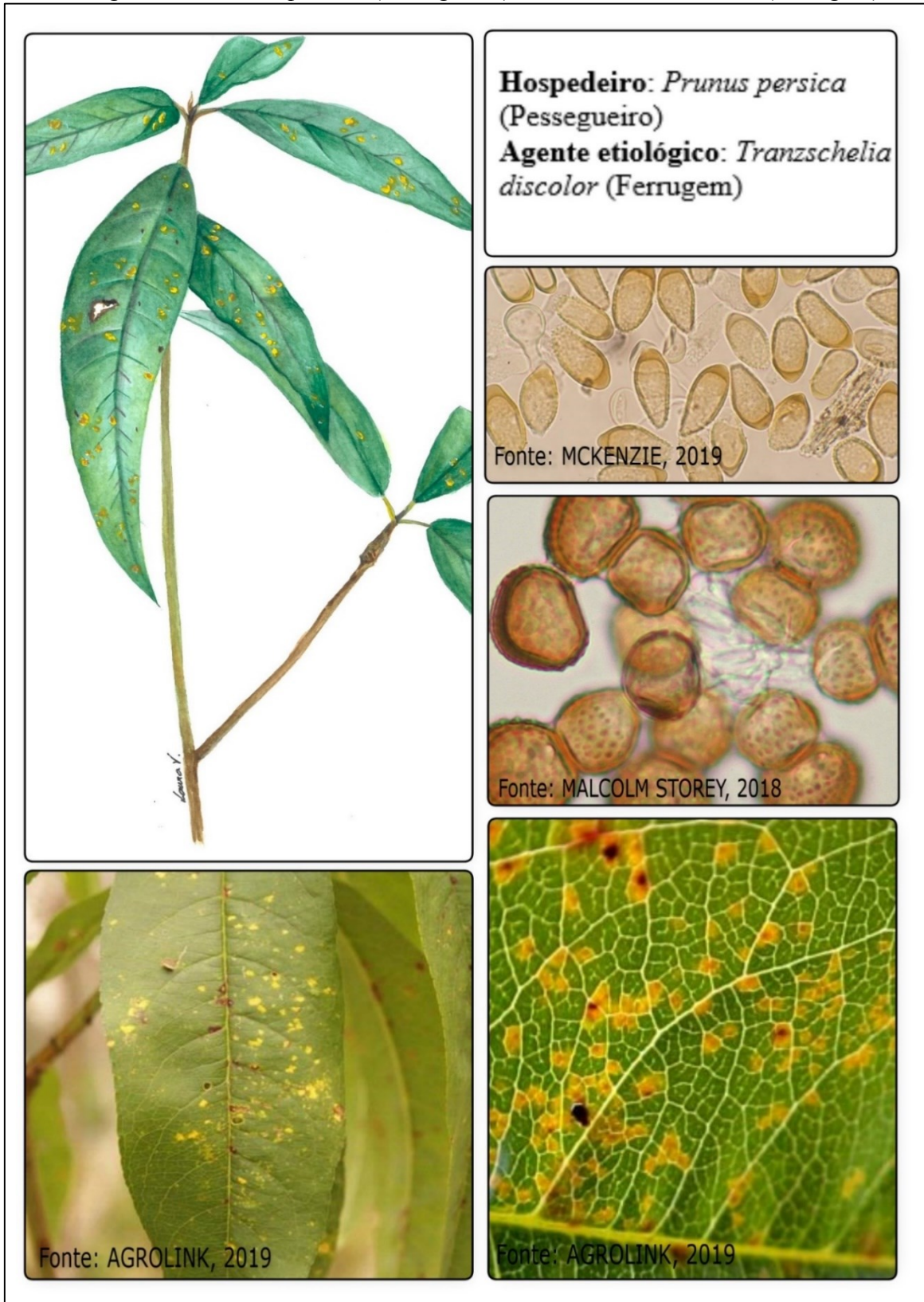
4.1.4 Patossistema: *Prunus persica* (Pessegueiro) x *Tranzschelia discolor* (Ferrugem)

Pertencente ao filo *Basidiomycota*, o fungo *Tranzschelia discolor* pode produzir três tipos de esporos, sendo que no pessegueiro apenas dois são produzidos (Figura 13). O ciclo primário da doença acontece a partir dos teliósporos que sobrevivem durante o inverno em cancos no tronco e/ou nas folhas. O segundo ciclo ocorre com os uredósporos, que são disseminados pelo vento, pela água ou por insetos (MUNIZ; POLETTI; LIPPERT, 2015).

Em regiões de clima quente, a doença causada pela ferrugem (*T. discolor*) é uma das principais doenças que afetam a cultura do pessegueiro, e ocorre em condições de clima favorável durante o verão e a primavera. Epidemias do fungo costumam acontecer a partir de janeiro, aumentando as chances de restarem inóculos de um ano para o outro por conta das condições climáticas (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

O fungo infecta principalmente as folhas da planta, com lesões irregulares de coloração verde - amareladas, que com o tempo se tornam de coloração marrom. Nos frutos as lesões são circulares e apresentam depressão. Os sintomas nas folhas apresentam maior intensidade no período de pós colheita, produzindo manchas amarelo ferrugem. Temperaturas entre 13 e 16°C e um período em torno de 18 horas de água em contato com as folhas induzem os esporos a germinar e então sobrevivem de 7 a 10 dias nas folhas. Caso a severidade do ataque seja muito alta, a desfolha parcial ou completa pode acontecer com o indivíduo arbóreo, causando a brotação e a floração precoce (SOLETTI *et al.*, 2005; MUNIZ; POLETTI; LIPPERT, 2015).

Figura 13 – *Prunus persica* (Pessegueiro) x *Tranzschelia discolor* (Ferrugem)



Fonte: Autora (2019).

4.1.5 Patossistema: *Lagerstroemia indica* (Resedá) x *Oidium* sp. (Oídio)

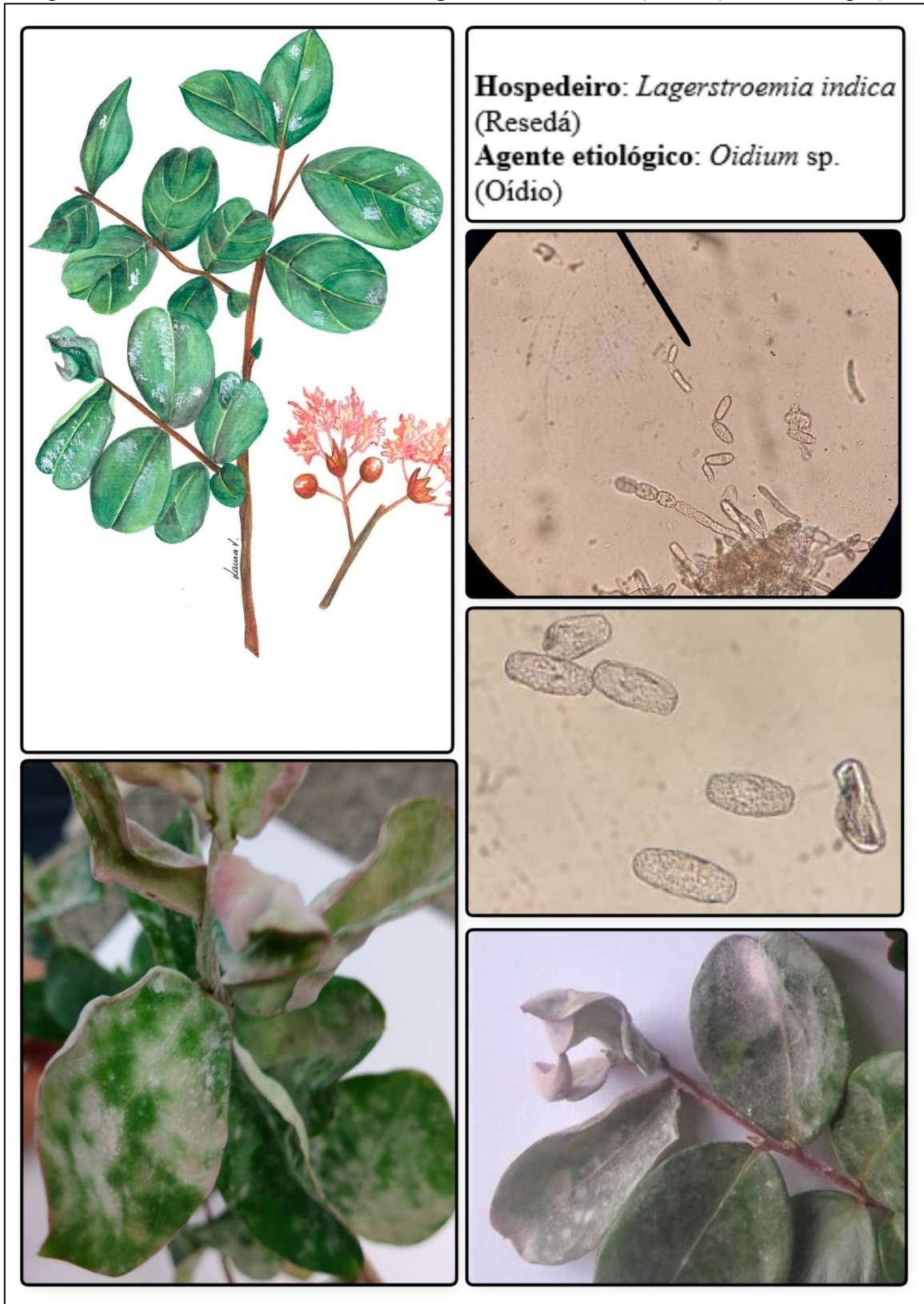
O grupo de doenças chamadas de oídio são aquelas que apresentam sintomas típicos de aspecto de “pó” branco sobre a superfície foliar. São fungos biotróficos, ou seja, sobrevivem somente em um hospedeiro vivo e geralmente não matam o vegetal afetado, mas utilizam seus nutrientes e reduzem a fotossíntese, reduzindo o desenvolvimento e a produção da planta (AGRIOS, 2005).

O Oídio no Resedá é caracterizado por apresentar manchas com uma espécie de pó branco, localizadas de forma irregular ao longo do limbo das folhas contaminadas (Figura 14). Com o avanço da doença, as manchas se interligam formando faixas que causam a enrugamento e/ou o arqueamento das folhas afetadas pelas colônias (BRUN; MUNIZ, 2006).

O fungo passa o período de inverno na forma assexuada (micélio) hibernando, para quando as condições de umidade e temperatura se tornarem favoráveis na primavera, ele iniciar seu desenvolvimento (MUNIZ; POLETTO; LIPPERT, 2015).

Atacam inúmeras espécies vegetais, tanto cereais, quanto gramíneas, leguminosas, hortaliças, ornamentais, arbustos, frutíferas e espécies florestais. A doença afeta espécies de Eucalipto praticamente no mundo inteiro, especialmente mudas em viveiros (AGRIOS, 2005)

Para o controle da doença utiliza-se pulverizações com enxofre molhável (BRUN; MUNIZ, 2006). Em controle não químico, recomenda-se também a pulverização de bicarbonato de sódio diluído em água (MOREIRA, 2019) ou de leite de vaca cru por conter propriedades germicidas, em concentrações de 5% e 10% (EMBRAPA, 2004).

Figura 14 – Prancha do Patossistema *Lagerstroemia indica* (Resedá) x *Oidium* sp. (Oídio)

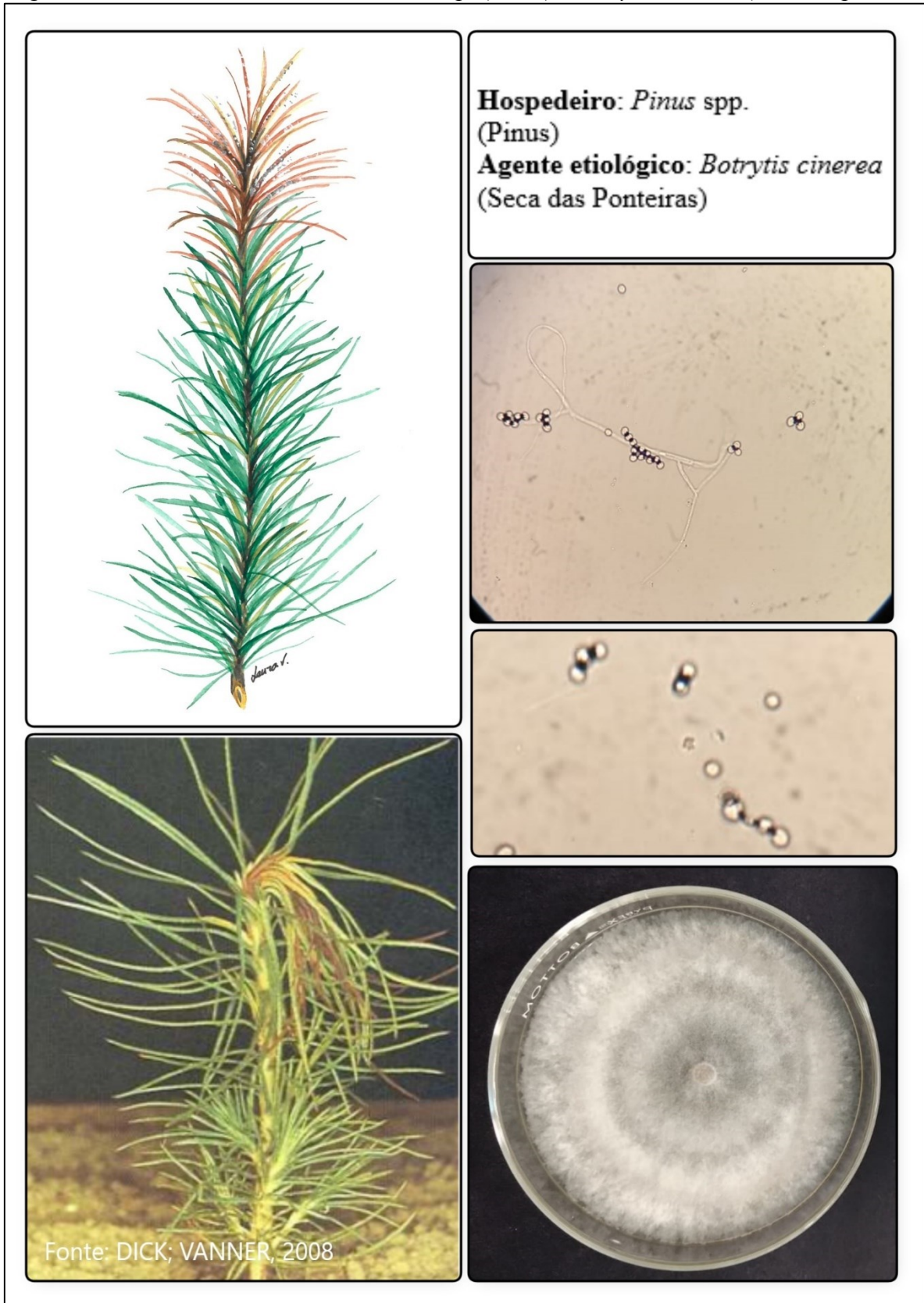
Fonte: Autora (2019)

4.1.6 Patossistema: *Pinus sp. (Pinus)* x *Botrytis cinerea* (Seca das Ponteiras)

Agente causador do mofo cinzento, o fungo *B. cinerea* pertence ao filo Ascomycota e representa a fase sexuada do mofo (Figura 15). É um fungo muito encontrado em viveiros com alta densidade de mudas. Este patógeno se encontra distribuído amplamente a níveis nacionais e internacionais, atingindo principalmente culturas florestais em estágios iniciais (LATORRE, 1998 *apud* NOGUEIRA, 2009; HAMANN, 2008).

Os principais sintomas da doença são o enrolamento das folhas ou acículas, seguido de necrose e queda. As partes afetadas possuem coloração cinza pela grande esporulação do fungo. É conhecido por causar grandes prejuízos a cultura da uva e de Eucaliptos. A época de principal ocorrência é durante o inverno, em dias curtos e nublados com alta umidade, além de temperaturas amenas e baixa luminosidade. Porém a doença pode ocorrer em uma ampla faixa de temperatura quando a umidade é elevada, causando então a podridão em frutos (NOGUEIRA, 2009; AMORIM *et al.*, 2016).

A principal forma de controle hoje é química, porém a crescente resistência que o patógeno está apresentando ao longo dos anos vêm chamando atenção às pesquisas para o controle biológico (HAMANN, 2008).

Figura 15 – Prancha do Patossistema *Pinus* sp. (*Pinus*) x *Botrytis cinerea* (seca das ponteiras)

Fonte: Autora (2019).

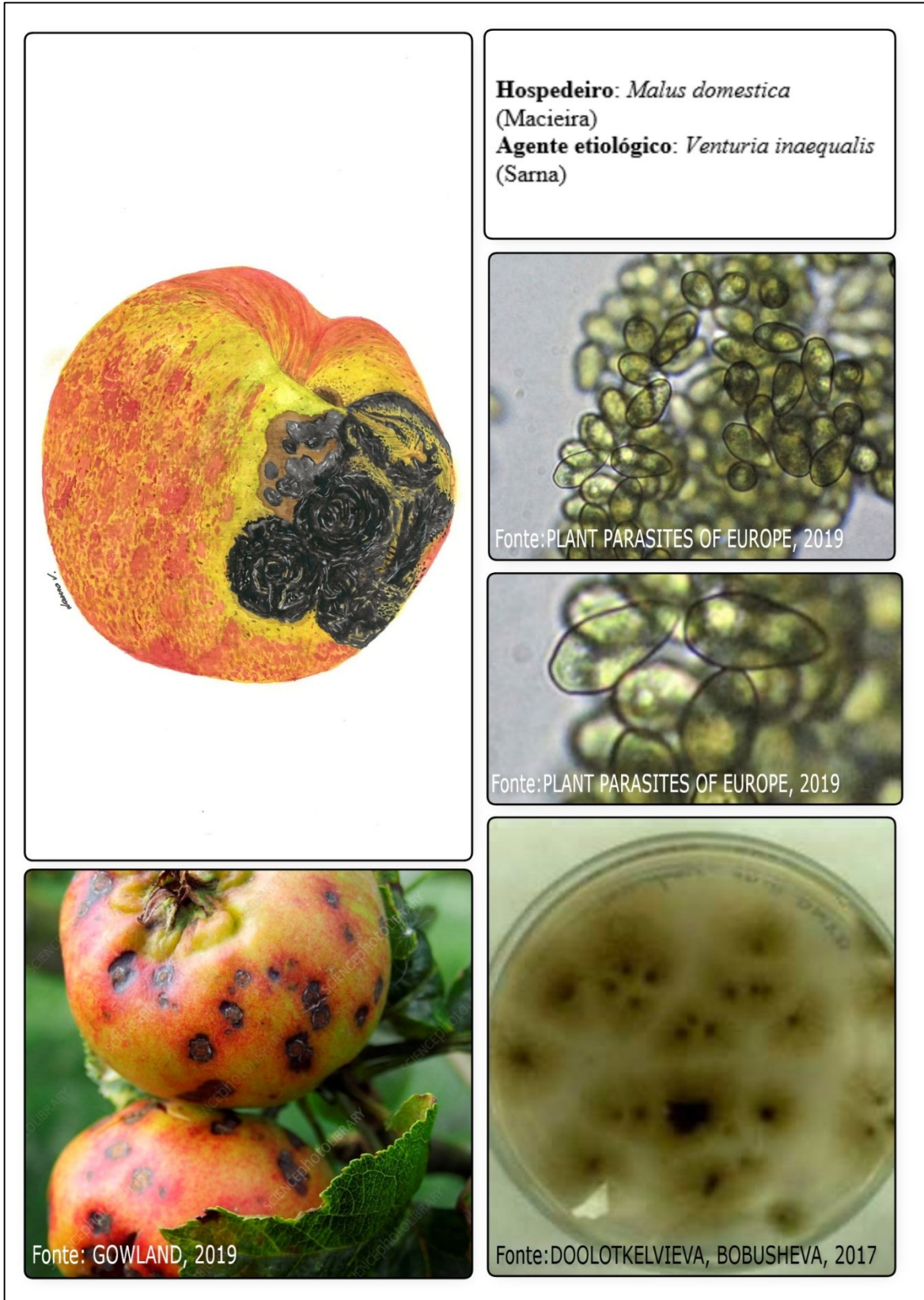
4.1.7 Patossistema: *Malus domestica* (Macieira) x *Venturia inaequalis* (Sarna)

A sarna da macieira é a doença que mais afeta plantios em regiões de clima temperado e úmido, onde a primavera e o verão possuem temperaturas amenas e umidade alta. Esta doença pode causar até 100% de perdas caso o controle não seja afetivo. O fungo *Venturia inaequalis* produz estruturas assexuadas que sobrevivem em folhas velhas caídas sobre o solo que sobrevivem de uma estação à outra (BONETI; RIBEIRO; KATRURAYAMA, 2002).

Os sintomas de contaminação podem aparecer nas folhas (Figura 16), ramos novos, pedúnculos e frutos. Nas folhas surgem nos dois lados pequenas manchas cor verde-oliva que evoluem ao cinza. As lesões têm formas circulares e isoladas, mas em contaminações mais intensas, podem se unir e afetar todo o limbo e o pedúnculo da folha, causando sua queda. Os frutos apresentam rachadura, deformações e queda enquanto não maduros, com lesões circulares e escuras. Os ramos novos ainda podem apresentar cancrios (KATSURAYAMA, 2006).

A principal forma de controle hoje é química, com aplicações de fungicidas no início de outono, durante e após a queda das folhas e na primavera, no início das brotações. Na agricultura orgânica é comum a utilização de formulações a base de cobre e calda sulfocálcica com ação preventiva (BONETI; RIBEIRO; KATRURAYAMA, 2002).

Figura 16 – Prancha do Patossistema *Malus domestica* (Macieira) x *Venturia inaequalis* (Sarna)



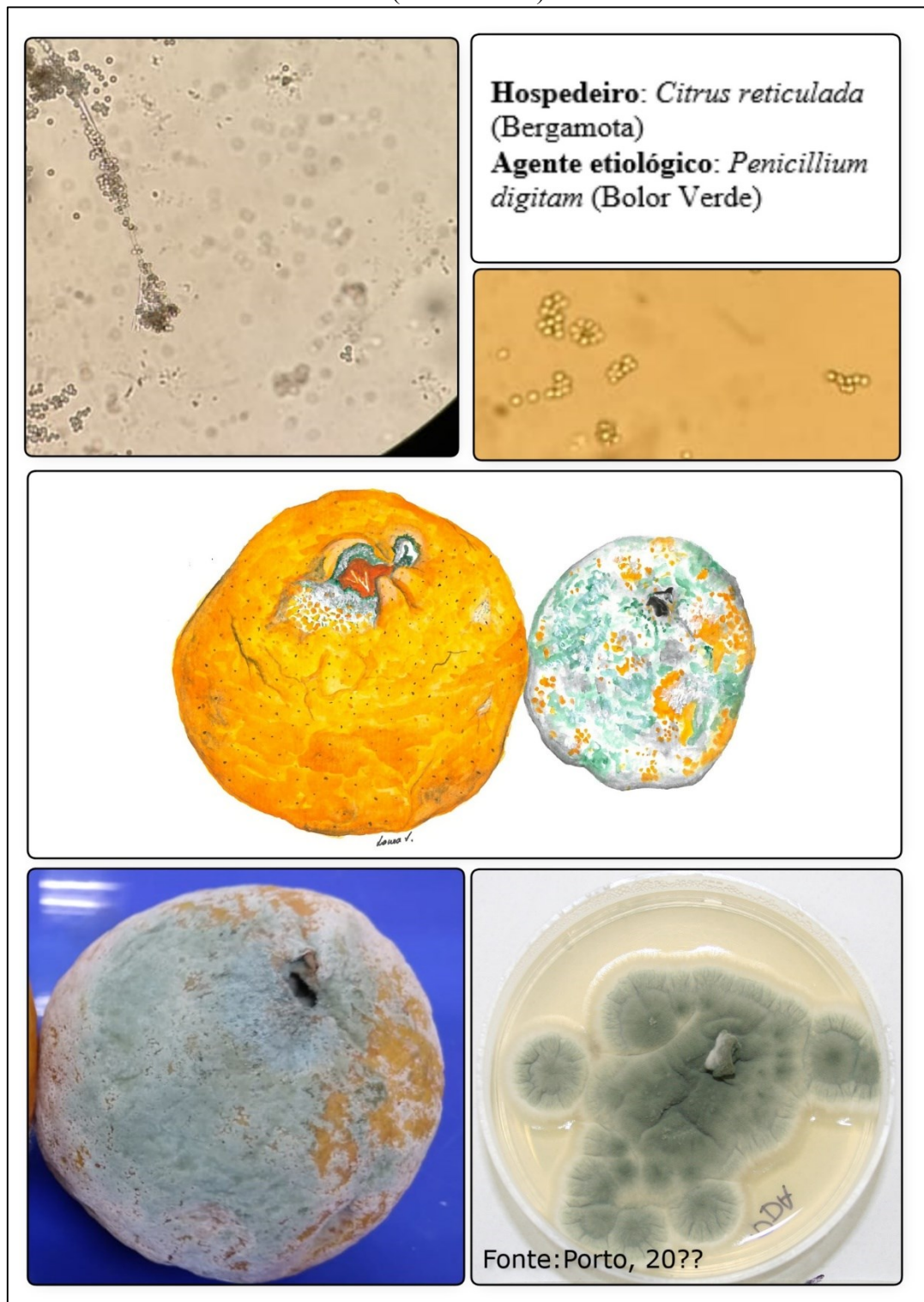
Fonte: Autora (2019).

4.1.8 Patossistema: *Citrus reticulada* (Bergamota) x *Penicillium digitatum* (Bolor Verde)

A principal doença que afeta a produção de citrus no Brasil, em especial durante a pós-colheita, é o bolor verde. O fungo *Penicillium digitatum* é capaz de atingir todas as variedades cítricas e após a contaminação, libera bilhões de esporos pelo ambiente (Figura 17). Sua principal característica é a de envolver os frutos com uma camada de aspecto felpudo inicialmente branco, evoluindo para um verde azulado conforme a doença avança e os esporos são produzidos, até o total apodrecimento do fruto afetado (TERAO *et al.*, 2013; KOLLER, 2013).

Seu controle é normalmente através de fungicidas e o tratamento térmico antes do armazenamento dos frutos, além de já existirem estudos relacionados ao uso de controle biológico, com a aplicação de fungos antagônicos ao *P. digitatum*. Além disso a eliminação de frutos doentes mumificados nas árvores ou caídos, a desinfestação preventiva de materiais e maquinários e o manuseio cuidadoso com as frutas para que não sejam lesionadas abrindo espaço para infestações, são técnicas altamente recomendadas (KOLLER, 2013; TERA0 *et al.* 2013; AMORIM, 2016).

Figura 17 – Prancha do Patossistema *Citrus reticulada* (Bergamota) x *Penicillium digitatum* (Bolor Verde)



4.1.9 Patossistema: *Ilex paraguariensis* (Erva mate) x *Cylindrocladium spathulatum* (Pinta Preta)

A pinta preta é a doença fúngica que mais causa prejuízos em viveiros florestais, em especial na cultura da Erva Mate. A doença costuma atingir indivíduos expostos ao excesso de sombreamento e a umidade elevada. O fungo *Cylindrocladium spathulatum* pertence ao filo Ascomycota e sobrevive naturalmente no solo, na forma de microescleródios e penetra nas folhas principalmente através dos estômatos (WOLF, 2016; MUNIZ; POLETTTO; LIPPERT, 2015) (Figura 18).

O fungo presente no solo pode ser disseminado através de gotículas de água contaminada ou pelos respingos de água que atinge o solo e então as plantas. Conídios que se desenvolvem em plantas doentes também são uma das principais formas de contaminação (MUNIZ; POLETTTO; LIPPERT, 2015).

Os sintomas surgem com pequenas lesões arroxeadas que se tornam mais escuras e circulares com o passar do tempo. É comum surgirem apenas uma ou duas lesões por folha, com até um centímetro de diâmetro cada (AMORIM, 2016).

Não existe controle químico com produto registrado no Brasil, somente estudos que procuram soluções em métodos de controle biológico e cultural. O controle da umidade e da radiação solar que atinge mudas em viveiros, além de cuidados com desinfecção de ferramentas e da água utilizada para irrigação, são as principais formas de controle cultural utilizadas hoje (WOLF, 2016; MASCHIO; JUNIOR; AUER, 1996).

Figura 18 – Prancha do Patossistema: *Ilex paraguariensis* (Erva mate) x *Cylindrocladium spathulatum* (Pinta Preta)



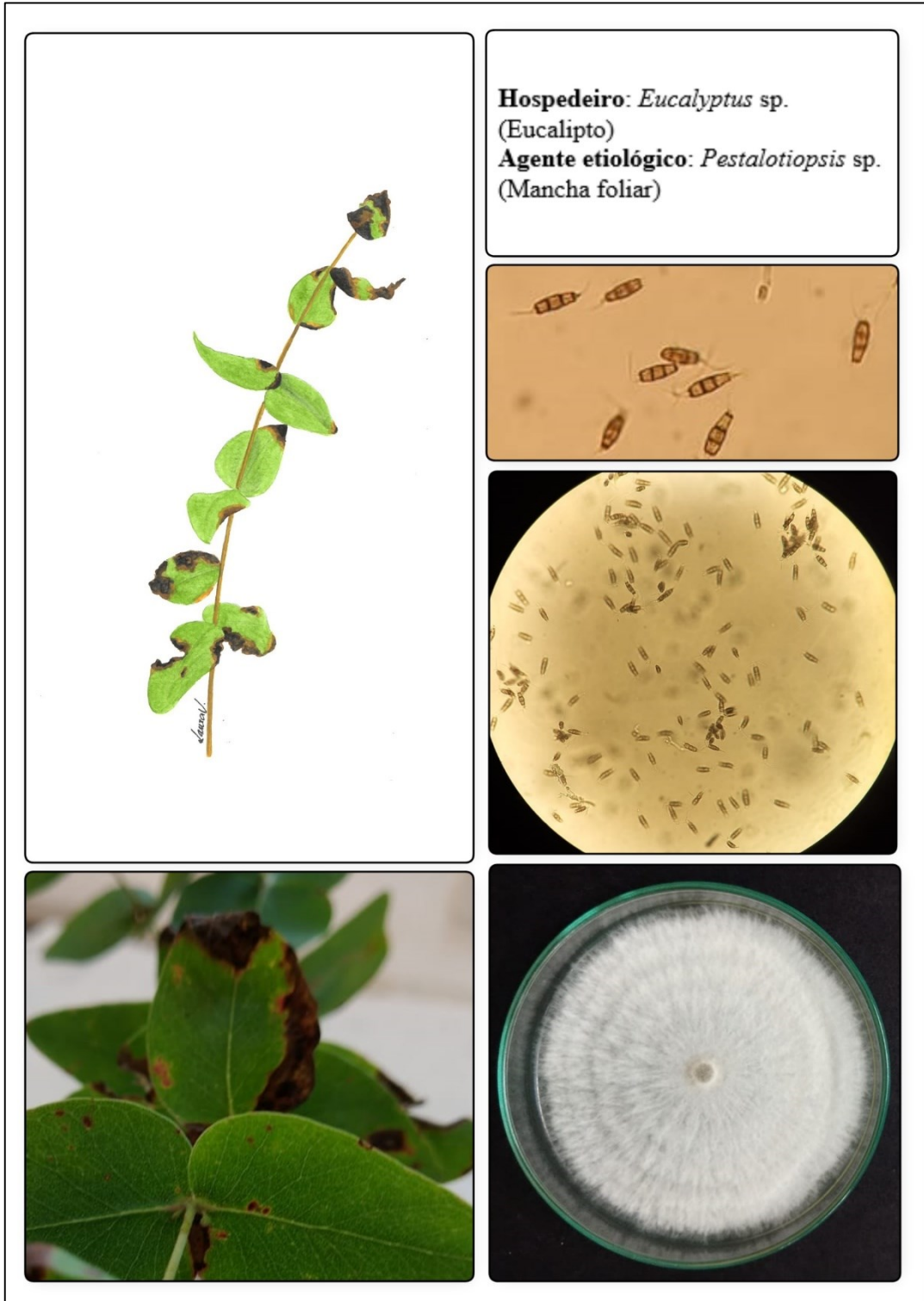
4.1.10 Patossistema: *Eucalyptus* sp. (Eucalipto) x *Pestalotiopsis* sp. (Mancha foliar)

Ainda não se conhece qual a espécie de *Pestalotiopsis* sp. que afeta espécies de Eucalipto, mas sabe-se que é um fungo cosmopolita pertencendo ao filo Ascomycota, ocorrendo em quase todo o mundo. É um hospedeiro secundário e fraco, afetando normalmente vegetais debilitados, estressados e fracos. Por isso é considerada uma doença oportunista (DUIN *et al.*, 2017).

Seus sintomas são pequenas manchas foliares escuras nas folhas (Figura 19), por conta da saída abundante de conídios. Com o desenvolver da doença, as margens das folhas necrosam até a secagem e queda completa destas. A doença pode ter origem em solos, ramos, sementes, frutos e folhas (DUIN *et al.*, 2017).

A principal forma de controle da doença é o cuidado com as mudas em viveiro, evitando lesões mecânicas e contaminação por outros fungos, que enfraquecem as defesas vegetais e criam portas de entrada em órgãos e tecidos (ASSIS *et al.*, 2009).

Figura 19 – Prancha do Patossistema: *Eucalyptus* sp. (Eucalipto) x *Pestalotiopsis* sp. (Mancha foliar)



Fonte: Autora (2019)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho foi possível a criação de 10 pranchas ilustradas e a descrição de características relevantes sobre cada agente etiológico abordado, ressaltando-se as principais causas e locais de ocorrência, formas de identificação e se existem métodos de controle já utilizados. Apesar de não existirem agrotóxicos registrados para o controle de muitas das doenças florestais, foi possível observar o uso destes no combate e prevenção na literatura, mostrando a urgência que o assunto traz.

As pranchas confeccionadas poderão ser utilizadas como aliadas no controle e identificação de fungos patógenos em espécies arbóreas, uma vez que se encontrou grande dificuldade em se buscar imagens e informações na literatura que unissem diferentes características relevantes à identificação.

Este trabalho mostrou potencial em sua continuação para que se possa aumentar o banco de dados disponível em relação a doenças fúngicas florestais, garantindo a prevenção e o controle em todos os âmbitos de cultivo de espécies arbóreas, desde plantios comerciais, à usos ornamentais e de restauração ambiental.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. Florida: Elsevier, 2005. 922 p.
- AGROLINK. **Ferrugem** (*Tranzschelia discolor*). 2019. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/problemas/ferrugem_1685.html>. Acesso em: 20 out. 2019.
- AGRÔNOMICA. **Doença em mudas de eucalipto**. 2011. Disponível em: <<http://www.agronomicabr.com.br/agriporticus/detalhe.aspx?id=29>>. Acesso em: 20 out. 2019
- ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Métodos em Fitopatologia. Viçosa. **Ed. UFV**. 382p. 2007
- AMORIM, L. et al. **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Ceres, 2016. 810 p.
- APREMAVI – Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida. **Jaboticaba: Uma fruta nota mil**. Guia de Espécies. 10, jun. 2009. Disponível em: <<https://apremavi.org.br/jaboticaba-uma-fruta-nota-mil/>> Acesso em: 02, out. 2019.
- ARANTES, A. R.; DESLANDES, M. S. S. A extensão universitária como meio de transformação social e profissional. **Sinapse Múltipla**, Betim, v. 6, n. 2, p. 179-183, dez. 2007.
- ASSIS, L. A. G. **Doenças fúngicas em espécies florestais nativas na Amazônia Central**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Silvicultura, Ciências de Florestas Tropicais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.
- ASSIS, T. E. R. T. et al. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 500 p.
- BOHNEBERGER, A. L. **Ocorrência do Gorgulho *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae) e manejo das principais doenças e pragas na Goiabeira Serrana *Acca sellowiana* com ênfase na Homeopatia**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Ciências Agrárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2009.
- BONETI, J.I. da S.; RIBEIRO, L. G.; KATSURAYAMA, Y. Manual de identificação de doenças e pragas da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002. p: 527-537.
- BRASIL. Lei nº 10.172, de 09 de janeiro de 2001. **Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm>. Acesso em: 13 jun. 2017.
- BRASIL. **Manual de Curadores de Germoplasma – Microrganismos: Fungos Filamentosos**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, 2011.

BRUN, F. G. K.; MUNIZ, M. B. **Doenças em Árvores e Plantas Ornamentais Urbanas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 90 p.

CARNEIRO, D. **Ilustração botânica: princípios e métodos**. Curitiba. Ed. UFPR. 2011. 232 p.

CAROLLO, E. M. Embrapa. **Manual básico de técnicas fitopatológicas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. 109 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148757/1/Cartilha-ManualFito-215-14-Hermes.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2019.

CATÁLOGO de plantas e fungos no Brasil, volume 1 [organização Rafaela Campostrini Forzza et al.] Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio. **Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2010. 872 p.

CORDER, M. P. M; et al. Detecção de fungos patogênicos e sementes de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). Rev. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 13-20, jun - jul. 2001.

COSTA, A. B. et al. Tecnologia social & políticas públicas. São Paulo: Instituto Pólis. Brasília: **Fundação Banco do Brasil**, 2013.

DICK, M.; VANNER, A. L. Nursery diseases. **Forest Pathology In New Zealand**, Nova Zelândia, v. 2, n. 16, p.1-27, jan. 2008. Disponível em: <https://www.scionresearch.com/_data/assets/pdf_file/0014/3920/Nursery-Diseases-p16.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

DOOLOTKELVIEVA, T.; BOBUSHEVA, S. Scab Disease Caused by *Venturia inaequalis* on Apple Trees in Kyrgyzstan and Biological Agents to Control This Disease. **Advances in Microbiology**. Kyrgyzstan, v. 1, n. 7, p. 450-466, 2017.

DUIN, I. M. et al. FUNGOS ASSOCIADOS À MANCHA FOLIAR EM *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage NA REGIÃO SUL DO BRASIL. **Biofix Science Journal**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 32-37, set., 2017

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. ISSN 1516-8638: Leite de Vaca Cru para o controle de Oídio. Jaguariúna: Embrapa, 2004. 3 p.
FERRAZ, D. M. M. **Controle da antracnose (*Colletotrichum gloesporioides*) em pós-colheita da goiaba (*Psidium guajava*), produzida em sistema de cultivo convencional e orgânico, pela aplicação de fosfitos, hidrotermia e cloreto de cálcio**. 2010. 119 f. Tese (Mestrado) - Curso de Biologia, Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GOWLAND, I. *Venturia inaequalis* (Scab on apples). 2008. Disponível em: <sciencephoto.com/media/83821/view/venturia-inaequalis-scab-on-apples->>. Acesso em: 20 out. 2019.

HAMANN, Fábio André. **Aspectos do Controle Biológico de *Botrytis cinerea* Pers. Ex. Fr. em Videira**. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

- HOGDES, E. R. S. **The guild handbook of Scientific Illustration**. 2. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2003. 624 p.
- JÚNIOR, G. A. **Agricultura no Brasil: Doenças da Erva Mate**. 2018. Disponível em: <<https://plantarcrescercolher.blogspot.com/2018/11/doencas-da-erva-mate.html>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- KATSURAYAMA, Y. **Avaliação da eficiência do Phytogard K e Phytogard Ca no controle da sarna da macieira (*Venturia inaequalis* Cke., Wint.), cv. Fuji. Ciclo 2005/06**. São Joaquim, Fito Desenvolvimento e Produção LTDA., 2006
- KOLLER, O. L. (Org.) **Citricultura catarinense**. Florianópolis: Epagri, 2013. 319 p.
- LANDINI, F. P. Problemas enfrentados por extensionistas rurais brasileiros e sua relação com suas concepções de extensão rural. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 2, p. 371-377, fev. 2015.
- MACIEL, M.W.S.; COSTA, L. F. **Técnicas de ilustração científica e montagem de pranchas digitalizadas aplicadas à botânica**. XI Seminário do Programa de Pós-graduação em Desenho, Cultura e Interatividade. 2015.
- MALCOLM STOREY. *Tranzschelia pruni-spinosae* (Persoon) Dietel, 1922. 2011. Disponível em: <<https://bladmineerders.nl/parasites/fungi/basidiomycota/pucciniomycotina/pucciniales/uropyxidaceae/tranzschelia/tranzschelia-pruni-spinosae/>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- MARTINS, M. V. V. **Danos à produção e o controle químico da ferrugem (*Puccinia psidii*) na cultura da Goiabeira**. 2006. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal, Ciências e TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.
- MASCHIO, L. M. A.; JUNIOR, A. G.; AUER, C. G. Doenças em Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) na região sul do Brasil. Parte do Boletim de Pesquisa Florestal. Colombo, n. 33, p. 43-51, jan., 1996.
- MCKENZIE, E. Landcare Research *Tranzschelia discolor* urediniospores and capitata paraphyses. 2014. Disponível em: <<http://www.padil.gov.au/maf-border/pest/main/143078/51301>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- MOREIRA, V. R. R. **Bicarbonato de Sódio para o Controle de Oídio**. Brasília: Fichas Agroecológicas: Tecnologias Apropriadas Para Agricultura Orgânica, 2014. Color. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/CarolDaemon/Agroecologia-controle-de-pragas-e-doencas>>. Acesso em: 05 outubro. 2019.
- MOURA, N. A.; Santos, E. C.; Silva, J. B. Ilustração Científica: proposta de ensino pela arte, ciência e tecnologia. **Revista Extendere**. v. 2, n. 2, p. 88-100, dez., 2014.

MUNIZ, M. F. B.; POLETO, I.; LIPPERT, D. B. **Doenças em Espécies Arbóreas no Sul do Brasil: Manual de Identificação**. Jundiaí: Paco Editorial, 2015. 88 p.

NOGUEIRA, Polbio Martins. **Revisão bibliográfica sobre epidemiologia e controle químico de *Botrytis cinerea* Pers. ex Fries em mudas de Eucalipto**. 2009. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

OLIVEIRA, M. C. et al. Ferrugem do Pessegueiro e seu efeito na desfolha e na concentração de carboidratos em ramos e gemas. **Tropical Plant Pathology**, Curitiba, v. 33, n. 5, p. 370-376, ago. 2008.

OLIVEIRA, R. L.; CONDURU, R. Nas frestas entre a ciência e a arte: uma série de ilustrações de barbeiros do Instituto Oswaldo Cruz. **Revista História, ciência e saúde Manguinhos**, v. 11, n. 2, mai.-ago. Rio de Janeiro. 2004. 384 p.

PADULLA, T. L. **Fungos associados a sementes de pau-brasil: efeito de local, colheita e armazenamento, prejuízos e controle com fungicidas**. 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia e Microbiologia Agrícola). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

PAPAVERO, N. Fundamentos práticos de Taxonomia Zoológica. São Paulo, **Editora Unesp**, 2ª edição, p. 19-30, 288 p., 1994.

PARISI, M. C. M. et al. Tratamentos alternativos no controle da Antracnose e sobre a qualidade de Goiabas. **Summa Phytopathology**, Botucatu, v. 42, n. 4, p. 333-339, mar. 2016.

PLANT PARASITES OF EUROPE: leafminers, galls and fungi. 2009. Disponível em: <<https://bladminerders.nl/parasites/fungi/ascomycota/pezizomycotina/dothideomycetes/venturiales/venturia/venturia-inaequalis/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

PORTO, C. **Coleção de Culturas LaBioSin: *Penicillium* sp.** Disponível em: <<http://anita.iqm.unicamp.br/CCLaBioSin/Cat%C3%A1logo%20da%20Cole%C3%A7%C3%A3o/Mos/F049.html>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SOLETTI, T. et al. Controle da Ferrugem da folha de Pessegueiro mediante pulverizações com diferentes fungicidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 317-319, ago. 2005.

SUGUITURU, S.S.; MORINI, M.S.C. 2012. **Arte e ciência: uso de diferentes técnicas de Ilustração científica**. XV congresso de iniciação científica da universidade de Mogi das Cruzes, 2012, Mogi das Cruzes. Universidade de Mogi das Cruzes, 2012. 3 p. Disponível em: <http://www.unc.br/_imgs/XV_congresso/sumario.html>. Acesso em: 2 de set. 2017.

TERAO, D. et al. Controle em pós-colheita de *Penicillium digitatum* em Laranja-Pera com microrganismos e tratamento térmico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 23-31, mar. 2013.

TRATADO de plantas medicinais [recurso eletrônico]: mineiras, nativas e cultivada. 1 ed. Belo Horizonte: Ed. **Adaequatio Estúdio**. 2014. 1204 p.

WOLF, Katia Regina. **Doenças Fúngicas em Erva-Mate**. 2016. 25 f. Tese (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2016.

ZAUZA, E. A. V. et al. Etiologia do Oídio do Eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 201-205, jun., 2001.