

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO E USO DE RECURSOS
RENOVÁVEIS

Marcos Pellegrini Coutinho

**CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DA SECA DOS PONTEIROS LATERAIS EM
CLONE DE *EUCALYPTUS UROPHYLLA* X *E. GRANDIS***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis para obtenção do título de Doutor em Produção Sustentável.

Orientação: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

Coorientação: Dr. Edival Ângelo Valverde Zauza

Sorocaba/SP
2021

MARCOS PELLEGRINI COUTINHO

Condições para ocorrência da seca dos ponteiros laterais em clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis para obtenção do título de Doutor em Produção Sustentável.

Orientação: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

Coorientação: Dr. Edival Ângelo Valverde Zauza

Sorocaba/SP
2021

Coutinho, Marcos Pellegrini

Condições para ocorrência da seca dos ponteiros laterais em clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* / Marcos Pellegrini Coutinho -- 2021 .
43f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Waldir Cintra de Jesus Junior
Banca Examinadora: Deborah Guerra Barroso, Willian Bucker Moraes, Arley Ferreira de Sousa, Rodrigo Neves Marques, José Mauro Santana da Silva
Bibliografia

1. *Pseudoplagiostoma eucalypti*. 2. *Eucalyptus*. 3. Condições ambientais. I. Coutinho, Marcos Pellegrini. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade
Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Marcos Pellegrini Coutinho, realizada em 30/04/2021.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior (UFSCar)

Profa. Dra. Deborah Guerra Barroso (UENF)

Prof. Dr. Willian Bucker Moraes (UFES)

Prof. Dr. Arley Ferreira de Souza (FATEC)

Prof. Dr. Jose Mauro Santana da Silva (UFSCar)

Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques (UFSCar)

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

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis.

AGRADECIMENTO

À UFSCar, universidade pública e gratuita e ao PPGPUR pela oportunidade.

Ao Prof Waldir Cintra pela orientação, amizade, estímulo e apoio no desenvolvimento do trabalho.

Ao coorientador Dr. Edival Zauza pelo apoio, orientação e parceria ao longo da pesquisa.

À empresa Suzano S. A. pela parceria, acreditar na inovação e pesquisa. Agradeço em nome dos funcionários Talyta Zarpelon, Vinícius da Costa e colaboradores do projeto.

Aos colegas do PPGPUR, servidores da UFSCAR (Luciana, Milena...) e professores pelo apoio e estímulo.

Aos incentivadores, como amigos da Universidade Federal de Viçosa, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Ministério do Meio Ambiente, Universidade Estadual de Goiás-UnU Ipameri, Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres, UNESP, INPE, UnB, ICMBio, FATEC...

Aos meus pais (Maurício e Izabel), irmã(o)s (Rosana, Regina, Maurício e Rodolfo) e cunha(os (Elaine, Bruno e Ibá) por todo carinho e incentivo.

Às sobrinhas: Flora, Mariana, Felícia, Olívia e Karim e sobrinho Pedro por renovarem nossas perspectivas por um mundo melhor:)

A Bia e Cora pelo carinho, compreensão, aprendizado e companheirismo.

Aos amigos do Vale do Paraíba e Brasil.

Ao São Francisco protetor dos cães (tranqueira, peteca, todinho, red, zeca-neneca e outros agregados familiares...), gatos, pássaros, nossos parceiros livres...

Aos apoiadores do Passa Vinte, Rio Monteiro e outras etapas da vida.

RESUMO

COUTINHO, Marcos Pellegrini. **Condições para ocorrência da seca dos ponteiros laterais em clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis***. Tese (Doutorado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.

A Seca dos Ponteiros Laterais (SPL) em eucalipto (*Pseudoplagiostoma eucalypti* Cheew., M.J. Wingf. & Crous) é uma doença que afeta a produtividade de plantios florestais no Brasil. Em razão do pouco conhecimento sobre a epidemia, o estudo aprofunda, em dois capítulos, o entendimento da doença em relação às condições ambientais das áreas afetadas. No primeiro artigo, avaliou-se, para o período de três anos e meio, as condições de umidade, temperatura e precipitação, assim como a severidade da doença, de forma a apontar idade e os períodos com maior intensidade da SPL. O experimento foi conduzido em áreas de rebrota dos clones *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, no espaçamento 3 x 2 metros, com surtos da doença. O delineamento experimental teve 12 tratamentos, referentes às idades de rebrota do eucalipto, permitindo analisar a SPL para diferentes idades, meses e anos. A severidade da doença foi calculada a partir da média ponderada e avaliações mensais realizadas em campo, variando de zero a três. Os valores da severidade foram utilizados para o cálculo da taxa de crescimento da doença. Os dados meteorológicos foram organizados em gráficos e os valores mensais de chuva comparados pelo teste estatístico de Mann-Kendall. O teste revelou que houve tendência significativa no incremento da precipitação do primeiro para o segundo ano e desse para o terceiro. A curva de progresso da doença também apresenta diferença entre os anos avaliados e, ainda, revela que a doença se manifesta com maior severidade do terceiro ao sexto mês de idade, sendo o período de junho a outubro de maior intensidade da SPL. Dessa forma, recomenda-se testar o plantio de clones suscetíveis à doença em outubro e, ou novembro como estratégia para se conseguir plantas com menor incidência da SPL, pois plantas com um porte maior podem suportar o patógeno nos meses críticos. O segundo artigo, dá continuidade ao primeiro e, analisa a relação da doença e dados meteorológicos de quatro estações da região, com espacialização das informações geradas. O estudo verificou, concomitantemente, as seguintes condições, umidade relativa acima de 85%, temperatura máxima inferior a 28°C, precipitação entre 1-10 mm e o tempo de molhamento foliar de pelo menos 24 h. Os resultados mostram as épocas favoráveis (junho a outubro), desfavoráveis (janeiro a março) e transitórias (abril, novembro e dezembro) à doença. Em meses úmidos e quando a temperatura não é limitante, a ocorrência de um ou mais dias com todas as variáveis favoráveis ao patógeno intensifica a doença. Valores de temperatura acima de 28° C, após o mês de outubro, bem como a diminuição da umidade relativa em setembro, são desfavoráveis ao desenvolvimento do patógeno, fato que gera redução na intensidade da doença em novembro e retorno em junho. O mapa da favorabilidade apresenta maior risco da doença em áreas do município de Caravelas, BA e menor em Pedro Canário, ES, embora se constate favorabilidade em toda a região do estudo, principalmente, para o segundo ano de avaliação.

Palavras-chave: *Pseudoplagiostoma eucalypti*, *Eucalyptus* spp., condições ambientais, risco da doença.

ABSTRACT

The Dried out of Side Tips (DST) in Eucalyptus (*Pseudoplagiostoma eucalypti* Cheew., M.J. Wingf. & Crous) is a disease that affects the productivity of forest plantations in Brazil. Due to little knowledge about the epidemic, the study deepens, in two chapters, the understanding of the disease in relation to the environmental conditions of the affected areas. In the first article, it was evaluated, for the period of three and a half years, as conditions of humidity, temperature and exclusion, as well as the severity of the disease, in such a way as to age and periods with greater intensity of DST. The experiment was performed in areas undergoing disease outbreaks, where the clone of *E. grandis* x *E. urophylla* had been planted, with 3 x 2-meter spacing. The experimental outline had 12 treatments, regarding the eucalyptus resprouting ages, which allowed analyzing the occurrence of DST for different ages and times of the year. The severity of the disease was calculated as from the weighted mean and the monthly in-field assessments, varying from zero to three (minimum and maximum disease infection). The values of severity were used for calculating the disease growth rate. The meteorological data were organized into graphs and the monthly rainfall values compared by the Mann-Kendall (statistical) test. The test showed there was a significant upward trend of rainfall from the first to the second year and from the latter to the third year. The curve of the progress of the disease also shows the difference among the years assessed, besides showing that the disease manifests with greater severity from the third to the sixth month of age, June-October being the months with the greatest incidence of DST. Therefore, the recommendation is to test planting clones susceptible to the disease in October and/or November as a strategy for obtaining plants with a smaller incidence of DST, since larger-sized plants would be able to bear the pathogen in the critical months. In the second article, this study aimed to evaluate the severity of the disease and the environmental conditions that affect it. Thus, from the environmental data of four weather stations, the following conditions were verified concomitantly: relative humidity above 85%, maximum temperature below 28°C, rainfall in the range of 1-10 mm and leaf wetting time at 24 h, indicating favorable times (June to October), unfavorable (January to March), and transitory (April, November and December) to the disease. In humid months and when the temperature is not limiting, the occurrence of one or more days with all the variables favorable to the pathogen intensifies the disease. The temperature above 28° C, from October, is one of the reasons that makes the severity of the disease reduce in November and return in June. The map generated based on the severity and environmental conditions reveals greater disease risk in the following areas: Barcelona and Taquari, BA and smaller in Pedro Canário, ES.

Keywords: *Pseudoplagiostoma eucalypti*. *Eucalyptus* spp., environmental conditions, disease risk

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA.....	9
	1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
2.	CAPÍTULO 1 - Favorabilidade à ocorrência da Seca de Ponteiros Laterais em <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	12
2.1	INTRODUÇÃO.....	13
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.3	RESULTADOS.....	16
2.3.1	Distribuição temporal e taxa de crescimento.....	16
2.3.2	Condições ambientais e severidade.....	17
2.4	DISCUSSÕES.....	21
2.4.1	Fenologia, resistência e épocas de plantio.....	23
2.5	CONCLUSÕES E AGRADECIMENTOS.....	25
2.6	REFERÊNCIAS.....	25
3.	CAPÍTULO 2 - Áreas de ocorrência da Seca de Ponteiros Laterais em eucalipto	29
3.1	IINTRODUÇÃO.....	30
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
3.3	RESULTADOS.....	33
3.4	DISCUSSÕES.....	37
3.5	CONCLUSÕES E REFERÊNCIAS.....	39
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES.....	42
5.	ANEXO – SLP.....	43

1. INTRODUÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA

O eucalipto é a principal espécie madeireira oriunda de plantios florestais, tanto em pequenas como em grandes áreas. Em 2019, a área total de árvores plantadas totalizou 9,0 milhões de hectares no Brasil, sendo a maioria (77%) representada pelo cultivo de eucalipto (IBÁ, 2020).

Assim como outras culturas, o eucalipto também está suscetível a danos causados por patógenos, principalmente fungos, desde o viveiro até plantios adultos (TUMURA *et al.*, 2012). Cabe observar que até a década de 70, o eucalipto era considerado essência florestal praticamente livre de doenças. Porém, com a expansão da silvicultura para regiões quentes e úmidas, o plantio de espécies suscetíveis e o uso dos mesmos locais para sucessivos cultivos resultaram na formação de microclima para ocorrência de doenças (APARECIDO e VALE, 2012).

Novas doenças abióticas e bióticas em plantios clonais de terras baixas do estado do Espírito Santo e sudeste da Bahia, vêm acarretando refugo de um genótipo (clone) a cada 5-10 anos, em média (FERREIRA *et al.*, 2006). O tempo de refugo de material genético de alta produtividade é cada vez mais curto em razão de doenças nas áreas de plantio. A Seca de Ponteiros Laterais (SPL) em eucalipto, causada por *Pseudoplagiostoma eucalypti*, se insere nesse contexto. Segundo Zauza (2017), a SPL afeta plantas com idade de 2 a 4 meses. Esse patógeno, reclassificado por Cheewangkoon *et al.* (2010), é um fungo de ampla distribuição em países de clima tropical e temperado.

A SPL afetou inicialmente apenas alguns clones híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, estando o problema limitado à região de clima Af (maior pluviosidade). Em anos posteriores, causou a morte de plantas e afetou outros clones, além de ser observada em áreas de clima Am e Aw (ALFENAS *et al.*, 2018).

O conhecimento do clima dos locais de plantios florestais é essencial para adotar medidas de prevenção e controle das doenças, pois as condições climáticas podem interferir no desenvolvimento e na suscetibilidade da planta hospedeira, na multiplicação e sobrevivência do patógeno e, na interação entre ambos (JESUS JUNIOR *et al.*, 2007).

Considerando que a umidade e a temperatura são os principais fatores abióticos que interferem no desenvolvimento de doenças e que a Seca de Ponteiros Laterais em eucalipto causa danos significativos em plantios e perdas de áreas produtivas (ALFENAS *et al.*, 2018; ZAUZA, 2017), o presente estudo aprofunda o entendimento da relação da doença com as condições ambientais de plantio.

Para tanto, foi dado foco nas seguintes questões:

- i) quais condições ambientais inibem ou favorecem a doença, como por exemplo a umidade, ou seja, o teor de umidade que favorece o patógeno; a precipitação (número de dias com chuva favoráveis à ocorrência da doença, assim como organizar e interpretar dados de precipitação mensal) e a temperatura (máxima e mínima), considerando a existência de faixas de temperatura favoráveis e desfavoráveis ao patógeno;
- ii) relacionar os dados ambientais com a severidade, de forma a compreender o progresso da doença;
- iii) discutir estratégias de plantio na região em função da distribuição da doença e disponibilidade de materiais resistentes e suscetíveis;
- iv) apresentar, com base nos dados meteorológicos, áreas de risco e escape da doença.

Dessa forma, a tese é importante, pois aborda de forma interdisciplinar um novo patossistema (Seca de Ponteiros Laterais- SPL), em plantios de eucalipto. Usa o conhecimento das áreas de silvicultura, fitopatologia e geoprocessamento, com espacialização das informações em mapas. Ainda cabe ressaltar a parceria entre universidade pública e setor privado e a interação de profissionais responsáveis pelo monitoramento da SPL, que agregou conhecimento sobre a doença e trouxe soluções para o problema diagnosticado em campo.

1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, Couto Alfenas; SANTOS, Samuel Alves dos; GUIMARÃES, Lúcio Mauro Silva. **Relatório Final**. Projeto: Etiologia da Seca-de-Ponteiros do eucalipto no Sul da Bahia. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitopatologia, Laboratório de Patologia Florestal. Out., 40 p. 2018.
- APARECIDO, Christiane Ceriani; VALE, Silas Lisboa do. Importância de *Puccinia psidii* Winter para a eucaliptocultura no Estado de São Paulo. **Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 1, p.19-22, jan./jun., 2012. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v74_1/aparecido1.pdf. Acesso em: 10 mai. 2021.
- CHEEWANGKOON, R. *et al.* Re-evaluation of *Cryptosporiopsis eucalypti* and *Cryptosporiopsis*-like species occurring on *Eucalyptus* leaves. **Fungal Diversity**, n. 44, p. 89-105, 2010. DOI 10.1007/s13225-010-0041-5
- FERREIRA, F. A. *et al.* Sintomatologia da murcha de *Ceratocystis fimbriata* em eucalipto. **Revista Árvore**, v. 30 n. 2, p. 155-162. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200001>
- IBÁ. **Relatório anual 2020**. 2020, 66 p. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em 15 abr. 2021.
- JESUS JUNIOR, W. C. *et al.* Critérios epidemiológicos para tomada de decisão no manejo de doenças de plantas. In: JESUS JUNIOR, W. C. *et al.* (Ed.). **Atualidades em defesa fitossanitária**. Editora Suprema Gráfica, Visconde do Rio Branco, p. 307-326, 2007.
- TUMURA, Karina Goulart; DE PIERI, Cristiane; FURTADO, Edson Luiz. Murcha por *Ceratocystis* em eucalipto: avaliação de resistência e análise epidemiológica. **Summa Phytopathol.**, v. 38, n. 1, p. 54-60, 2012.
- ZAUZA, Edival Angelo Valverde. Seca de ponteiros laterais: uma nova doença na cultura do eucalipto. **Revista Opiniões Florestais**, n. 46, p. 17-18, 2017. Disponível em: <http://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/5-seca-de-ponteiroslaterais-uma-nova-doenca-na-cu/>. Acesso em: 13 ago. 2019.

Favorabilidade à ocorrência da Seca de Ponteiros em *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*

Resumo. A Seca de Ponteiros Laterais (SPL) em eucalipto é uma doença que afeta a produtividade de plantios florestais no Sul da Bahia. O agente causal *Pseudoplagiostoma eucalypti* provoca danos e sintomas característicos nas plantas, como a coloração palha nas folhas, culminando na seca dos ramos e na quebra do ponto de infecção. Em razão do pouco conhecimento sobre a SPL, objetivo do estudo foi analisar o efeito das condições ambientais no desenvolvimento da doença nas áreas afetadas. Foram realizadas avaliações mensais em campo, em 16 plantas de eucalipto (rebrotas do clone *E. grandis* x *E. urophylla*) por parcela, em quatro repetições. O delineamento experimental teve 12 tratamentos, referentes às idades de rebrota do eucalipto, permitindo analisar a ocorrência da SPL para diferentes idades, meses e anos. A severidade da doença foi quantificada a partir da média ponderada e avaliações mensais, variando de zero a três. Os valores da severidade foram utilizados para o cálculo da taxa de crescimento da doença. Os dados meteorológicos foram organizados em gráficos e os valores mensais de chuva comparados pelo teste estatístico de Mann-Kendall. O teste revelou que houve tendência significativa no incremento da precipitação do primeiro para o segundo ano e desse para o terceiro. A curva de progresso da doença também apresenta diferença entre os anos avaliados e, ainda, revela que a doença se manifesta com maior severidade do terceiro ao sexto mês de idade, principalmente nos meses de junho a outubro. Como estratégia para se conseguir plantas com menor incidência da SPL, recomenda-se testar o plantio de clones suscetíveis à doença em outubro e, ou novembro, pois as plantas com um porte maior podem suportar o patógeno nos meses críticos.

Palavras-chave: *eucalyptus* spp. *Pseudoplagiostoma eucalypti*. condições ambientais. severidade.

Abstract. The Die-Back in eucalyptus (DB) is a disease that affects the productivity of forest plantations in southern Bahia. Causal agent *Pseudoplagiostoma eucalypti* produces damages and characteristic symptoms in plants, such as yellow leaves, culminating in the die-back of leaves, branches and break at the point of infection. The study furthered the understanding of the disease as regards environmental conditions of the areas affected by assessing the humidity conditions, temperature and rainfall for a three and a half-year period, as well as the severity of the disease. The experiment was performed in areas undergoing disease outbreaks, where the clone of *E. grandis* x *E. urophylla* had been planted, with 3 x 2-meter spacing. The experimental outline had 12 treatments, regarding the eucalyptus resprouting ages, which allowed analyzing the occurrence of DB for different ages and times of the year. The severity of the disease was calculated as from the weighted mean and the monthly in-field assessments, varying from zero to three. The values of severity were used for calculating the disease growth rate. The meteorological data were organized into graphs and the monthly rainfall values compared by the Mann-Kendall (statistical) test. The test showed there was a significant upward trend of rainfall from the first to the second year and from the latter to the third year. The curve of the progress of the disease also shows the difference among the years assessed, besides showing that the disease manifests with greater severity from the third to the

sixth month of age, June- October being the months with the greatest incidence of die-back. Therefore, the recommendation is to test planting clones susceptible to the disease in October and/or November as a strategy for obtaining plants with a smaller incidence of DB, since larger-sized plants would be able to bear the pathogen in the critical months.

Keywords: *eucalyptus* spp. *Pseudoplagiostoma eucalypti*. environmental conditions. severity

2.1 INTRODUÇÃO

O eucalipto é a principal espécie madeireira oriunda de plantios florestais, tanto em pequenas como em grandes áreas. Em 2019, a área total de árvores plantadas totalizou 9,0 milhões de hectares no Brasil, sendo a maioria (77%) representada pelo cultivo de eucalipto (IBÁ, 2020).

Assim como outras culturas, o eucalipto também é suscetível a danos causados por patógenos, principalmente fungos, desde o viveiro até plantios adultos (Tumura et al., 2012). Cabe observar que até a década de 70, o eucalipto era considerado essência florestal praticamente livre de doenças. Porém, com a expansão da silvicultura para regiões quentes e úmidas, o plantio de espécies suscetíveis e o uso dos mesmos locais para sucessivos cultivos resultaram na ocorrência de doenças (Aparecido & Vale, 2010).

No Brasil, algumas doenças causam danos em plantios de eucalipto, destacando-se a ferrugem causada por *Puccinia psidii*, conforme estudos de Bora et al. (2015), Moraes et al. (2014), Takahashi (2002), Ferreira (1989), o cancro (Souza, 2008, Ferreira, 1989), as manchas foliares (Rezende et al., 2019, Schultz et al., 2015), entre outras.

Em 2012, plantios de eucalipto no Sul da Bahia, no município de Mucuri e região, passaram a ser infectados por *Pseudoplagiostoma eucalypti*, agente causal da Seca de Ponteiros Laterais (SPL) em eucalipto. O patógeno foi diagnosticado em plantas de eucalipto com idade de 2 a 4 meses (Zauza, 2017) e, posteriormente, foi confirmado por meio de caracterização morfológica e postulado de Koch (Alfenas et al., 2018).

Anteriormente, *P. eucalypti* era classificado como *Cryptosporiopsis eucalypti* (Sankaran et al., 1995). No entanto, por meio de estudos morfológicos e filogenéticos, revelou-se tratar de um novo gênero e família, conforme Cheewangkoon et al. (2010), sendo uma espécie de fungo da ordem *Diaphorales* de ampla distribuição em países de clima tropical e temperado.

Observa-se que plantas adultas de *Eucalyptus robusta*, usadas na arborização de Taiwan, sofreram severa desfolha, sendo o agente causal diagnosticado como *Pseudoplagiostoma eucalypti* (Wang et al., 2016). Esse patógeno, em viveiros de mudas, com

as condições de umidade e temperatura elevadas que favorecem agentes fitopatológicos vem se tornando doença relevante (Norton et al., 2019).

Os sintomas da doença em eucalipto são característicos, como a coloração palha das folhas e a seca dos ramos laterais, no terço inferior da planta. Nos tecidos juvenis de ramos e galhos são observados pontos de escurecimento e afundamento da casca, seguida por trincamento, descolamento e formação de minicancros ao longo da lesão, podendo ocorrer à quebra do ramo no ponto da infecção (Alfenas et al., 2018). Após a SPL tem-se o superbrotamento no terço inferior da copa. Nota-se ainda, em materiais genéticos suscetíveis que ocorre a seca do ponteiro apical e morte das plantas, com prejuízos econômicos em decorrência de perda da dominância, da redução de crescimento ou pela necessidade de reforma do plantio (Zauza, 2017).

O conhecimento do clima dos locais de plantios florestais é essencial para adotar medidas de prevenção e controle de doenças, pois as condições climáticas podem interferir no desenvolvimento e na suscetibilidade da planta hospedeira, na multiplicação e sobrevivência do patógeno e, na interação entre ambos (Ghini & Hamada, 2008; Jesus Junior et al., 2007).

Considerando que a umidade e a temperatura são os principais fatores abióticos que interferem no desenvolvimento de doenças (Auer et al., 2017) e que a SPL causa danos em plantas e perdas de áreas produtivas (Alfenas et al., 2018; Zauza, 2017), objetivo do estudo é analisar o efeito das condições ambientais no desenvolvimento da doença. Ao se compreender a distribuição da doença ao longo do tempo e o estágio de desenvolvimento da planta suscetível ao patógeno, podem-se apontar épocas adequadas de plantio e corte para a condução da talhadia.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O monitoramento da Seca de Ponteiros Laterais (SPL) do eucalipto foi conduzido em áreas de plantio de eucalipto da empresa Suzano S. A. O local foi preparado com a aplicação de calcário dolomítico (1,2 toneladas por ha) e adição de 400 kg/ha de NPK 10-30-10 + 0,5%B + 0,5%Zn + 0,5%Cu, além do preparo do solo até a camada de 60 cm de profundidade. O experimento foi instalado no município de Caravelas, BA (Figura 1).

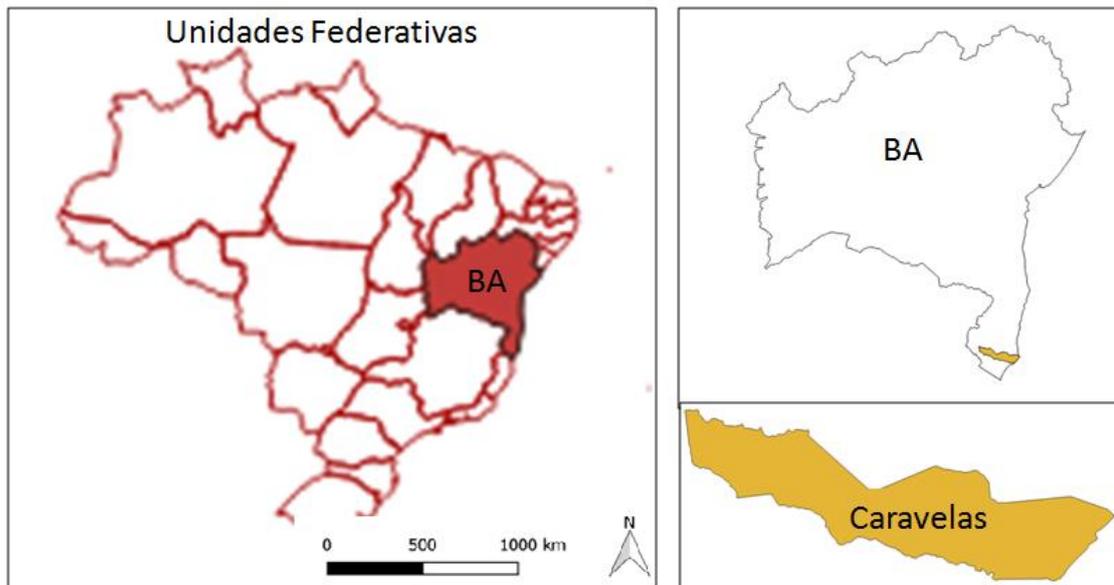


Figura 1. Destaca o município do estudo da Seca de Ponteiros Laterais em eucalipto. Fonte: elaborada pelo autor

Em plantios do clone *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, no espaçamento 3 x 2 metros, a partir de um mês de idade, ou seja, a partir de julho de 2015, a cada mês e até o fim do experimento, parcelas de eucalipto eram cortadas, decepando-se 16 plantas por parcela, em quatro repetições, de modo a se obter plantas com idade de 1 a 12 meses, para os anos avaliados (2015-2018). O delineamento experimental, composto por 12 tratamentos, referentes às idades da rebrota do eucalipto, permitiu o monitoramento da infecção causada por *Pseudoplagiostoma eucalypti* em diferentes épocas, idades e anos.

A quantificação da doença considerou quatro níveis severidade: (i) planta sem a presença da SPL; (ii) < 10% da planta com presença da SPL; (iii) 10 a 50 % da planta com presença da SPL e (iv) 50 a 100% da planta com presença da SPL. A severidade da doença foi calculada a partir da média ponderada, com os dados das avaliações mensais de campo. Ela variou de zero a três (infecção mínima e máxima da doença), conforme curvas de progresso apresentadas na Figura 2. Na sequência (Figuras 3, 4 e 5 A), as curvas de progresso da doença foram agrupadas em duas categorias: idades favoráveis (3-6 meses) e desfavoráveis (demais idades). Ainda se calculou a taxa de crescimento da doença (Figuras 3, 4 e 5 B), utilizando-se a fórmula $R = Y_2 - Y_1 / T_2 - T_1$, em que R é igual à taxa de crescimento da doença; Y_1 e Y_2 são iguais à severidade da doença na primeira e segunda avaliação, respectivamente e, $T_2 - T_1$ significam o intervalo entre avaliações (Coelho et al., 2003).

Os dados meteorológicos (Figuras 3, 4, 5 C e D), usados para compreender a doença foram obtidos da estação Taquari, localizada a 18 quilômetros do experimento. Os dados

avaliados foram: i) umidade relativa do ar (média diária - %); ii) temperatura (máxima e mínima, em °C); e iii) precipitação, analisando-se o acumulado mensal.

A umidade média diária, utilizada para indicar o número de dias favoráveis à ocorrência da doença, foi igual ou acima de 85%, pois nessas condições haveria formação de orvalho no abrigo meteorológico em condições naturais de campo (Furtado et al., 2008).

Os valores mensais de chuva por ano foram comparados pelo teste estatístico de Mann-Kendall. O teste é utilizado para avaliar se determinada série de dados possui tendência temporal de alteração estatisticamente significativa (Back, 2001), estabelecendo-se nesse estudo o valor de Z igual a 95%.

Os dados de temperatura mínima e máxima foram organizados em classes (Quadro 1). A quantidade de eventos por classe foi utilizado para o cálculo das frequências (valores percentuais) por semana (Figuras 3, 4 e 5, D).

Quadro 1. Faixas de temperatura utilizadas na pesquisa

Classes	Temperatura °C
1	< 19
2	19,1-22
3	22,1-25
4	25,1-28
5	28,1-31
6	> 31

Fonte: elaborado pelo autor

A faixa de temperatura entre 22,1 a 28°C foi considerada adequada ao patógeno, embora em condições controladas *in vitro* o mesmo tenha apresentado melhor germinação na faixa de 25,1-28°C, conforme Alfenas et al. (2018).

A área infectada por *P. eucalypti* foi monitorada de junho de 2015 a novembro de 2018, sendo o período de julho de 2015 a junho de 2016, referente ao Ano I, de julho de 2016 a junho de 2017 (Ano II) e, assim sucessivamente (III), mostrando os períodos de incidência da SPL e idades de escape (Figura 6).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Distribuição temporal e taxa de crescimento

De janeiro até maio não houve incidência da doença, exceção para abril de 2016. Em novembro e dezembro também ocorre uma menor incidência da doença. Entre junho e

outubro ocorre o período de maior severidade da doença (Figura 2). A avaliação realizada por três anos e meio revela, de maneira inédita, o ciclo da doença para determinados períodos e ausência em outros, bem como a tendência de aumento da doença ao longo dos anos de avaliação, conforme reta linear ajustada.

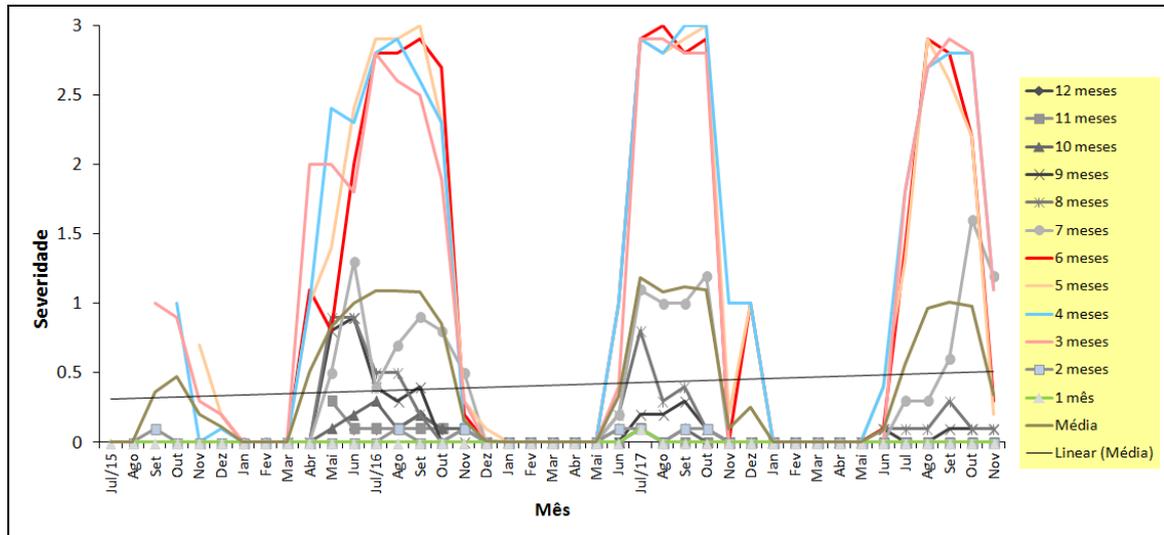


Figura 2. Severidade da SPL por mês e anos de avaliação. Fonte: elaborada pelo autor

Observa-se, nas Figuras 3, 4 e 5 (A), que a doença apresenta maior severidade, em plantas de três até seis meses de idade, denominado de período favorável à doença. Os meses de junho a outubro também são marcados por elevada severidade da doença. Em abril, maio, novembro e dezembro as plantas eram infectadas com menor severidade.

Em plantas com idade de um e dois meses e, a partir do sétimo ao 12º mês, o nível de severidade da SPL diminui ou a doença não é visualizada (idades desfavoráveis). A taxa de acréscimo e decréscimo da doença segue um padrão de acordo com a idade das plantas. Todavia, ela diminui antes ou não é observada para alguns meses do ano quando as plantas são maiores (idades desfavoráveis), conforme Figuras 3, 4 e 5 B.

2.3.2 Condições ambientais e severidade

No primeiro ano de avaliação, as condições de umidade e temperatura foram desfavoráveis ao patógeno, sobretudo nos meses de novembro e dezembro de 2015, assim como em fevereiro e março de 2016, afetando a severidade da doença, ao contrário do que se observa nos anos seguintes.

Os anos II e III apresentaram condições de umidade e temperatura favoráveis ao patógeno (Figuras 3, 4 e 5 C e D). As curvas de progresso da doença (Figuras 3, 4 e 5 A) também apresentam aumento da doença entre os anos avaliados.

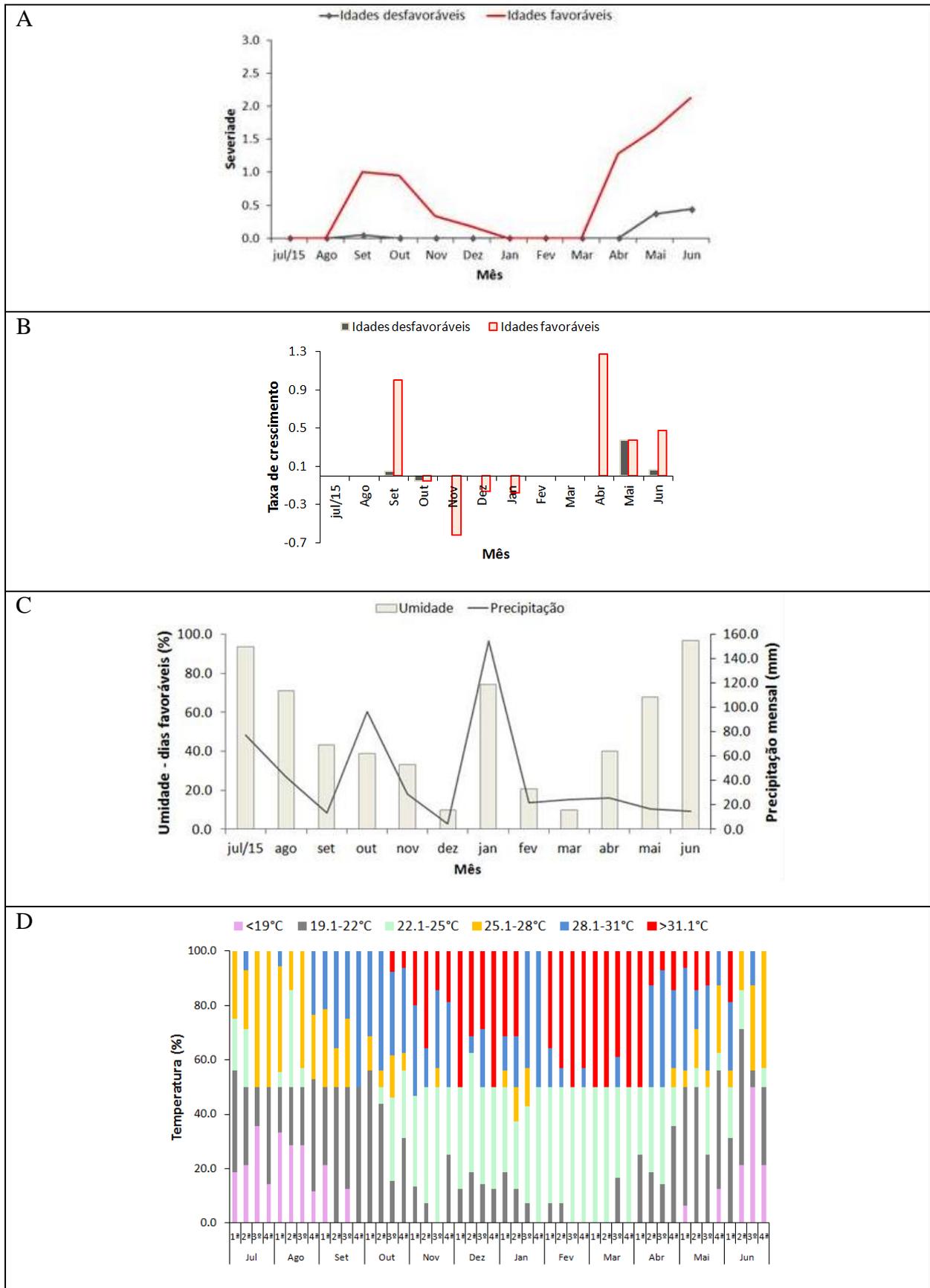


Figura 3 (Ano I). Curva de progresso da doença (A), taxa de crescimento da doença (B), umidade e chuva (C) e variação semanal na temperatura (D). Fonte: elaborada pelo autor.

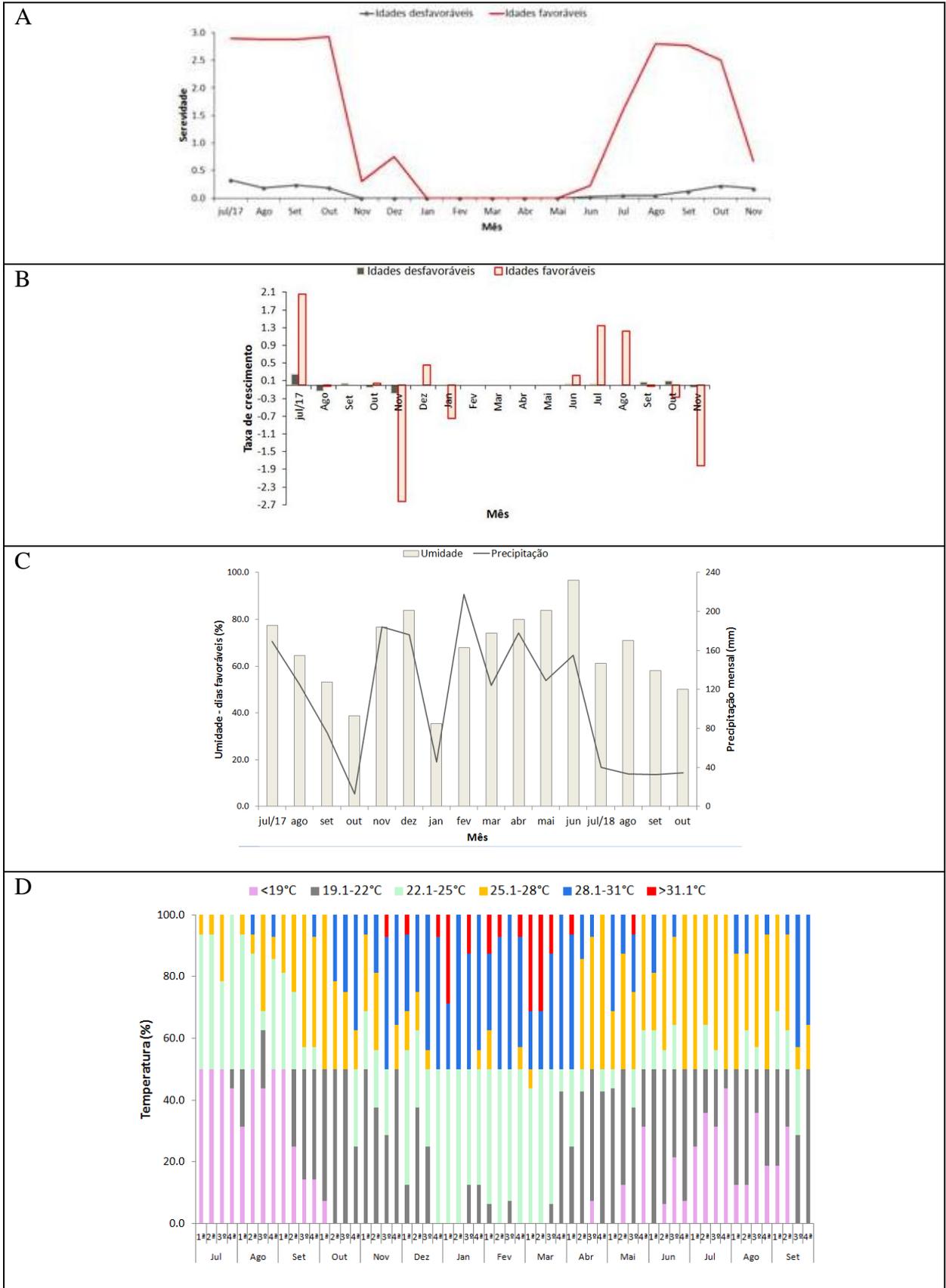


Figura 5 (Ano III). Curva de progresso da doença (A), taxa de crescimento da doença (B), umidade e chuva (C) e variação semanal na temperatura (D). Fonte: elaborada pelo autor.

2.4 DISCUSSÃO

O declínio da doença em novembro, provavelmente, decorre das condições ambientais desfavoráveis ao patógeno em outubro. No primeiro ano de avaliação houve surto da doença em abril (plantas com severidade 2,0 aos três meses), fato não mais visualizado para esse mês nos demais anos, conforme Figuras 3, 4 e 5 A. Nos Anos II e III as condições de umidade e temperatura não sofreram mudanças acentuadas como no primeiro ano.

No segundo ano, os dias favoráveis em relação à umidade diminuem em setembro e permanecem até março, com exceção dos meses de novembro e dezembro (Figura 4, gráfico C). No terceiro ano, em agosto começa a diminuir o número de dias favoráveis de umidade, porém essa tendência é quebrada em novembro de 2017. De fevereiro de 2018 em diante também se nota condições de umidade favoráveis.

A temperatura se eleva a partir de setembro/outubro, alcançando valores inibidores à doença em dezembro e meses seguintes, pois de janeiro até março não há sintomas da doença. Após esse período a temperatura diminui (abril a agosto). Os meses mais frios são junho, julho e agosto (Figuras 3, 4 e 5 D).

Observa-se ainda, nas Figuras 3, 4 e 5 D, que a temperatura desfavorável ao patógeno foi maior no primeiro ano de avaliação. Ela alcançou valores acima de 31,1°C nas últimas semanas de outubro de 2015, permanecendo elevada até maio de 2016, não se visualizando esse efeito nos demais anos.

Ainda em relação à temperatura e valor ideal ao patógeno (Alfenas et al., 2018) cabe observar, para o terceiro ano de avaliação, que os meses de setembro e outubro de 2017 e, em 2018, de abril-agosto, apresentaram temperatura adequada ao patógeno, ou seja, entre 22,1-28,0°C, conforme Figura 5 D. Segundo Sankaran et al. (1995) mudas inoculadas com *Pseudoplagiostoma eucalypti* desenvolvem os sintomas de mancha foliar, em câmara úmida acima de 95% e temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$, 4-5 dias após inoculação. Todavia, quando as mudas foram transferidas para câmara de umidade com temperatura de $32 \pm 2^\circ\text{C}$ os sintomas da mancha foliar não se desenvolveram, mesmo após um mês de inoculação, indicando que a temperatura baixa pode ser um fator para o início da doença.

Moraes et al. (2014), estudando a infecção de *Puccinia psidii*, no litoral Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, regiões que concentram plantios comerciais de eucalipto, constaram que os meses de maio a novembro foram os mais favoráveis a ferrugem do eucalipto. Mesmo sendo diferentes os patógenos causadores da SPL e da ferrugem do eucalipto, observa-se para

a região em foco, que o período de maio a outubro e, em alguns anos novembro, apresenta condições favoráveis aos agentes causais dessas doenças.

Na região do estudo os meses de janeiro e dezembro são marcados pela alta pluviosidade, esta teoricamente favoreceria o surgimento da doença, ao analisar isoladamente essa variável. Entretanto, ao analisar a umidade e a temperatura para esses meses, notam-se condições desfavoráveis ao patógeno, assim como nos meses antecedentes (outubro e novembro) e a partir de dezembro, geralmente até março, com algumas variações. Observa-se que os meses de maio a setembro, embora com menores índices pluviométricos, apresentam chuva melhor distribuída, alta umidade relativa e temperatura que não excede os valores considerados inibidores ao desenvolvimento de *Pseudoplagiostoma eucalypti*.

As Figuras 3, 4 e 5 C permitem inferir sobre a precipitação mensal, observando a ocorrência de meses chuvosos a partir de novembro até fevereiro. Os acumulados mensais de chuva entre os anos de avaliação também ajudam a explicar a maior severidade da doença no terceiro ano, pois pelo teste de Mann-Kendal (MK) há tendência significativa de incremento na precipitação desse ano em relação aos demais. Ainda pelo teste de MK, entre o primeiro e segundo ano, também houve incremento na precipitação.

Como a doença se espalhou ao longo dos anos de avaliação para áreas de clima seco no inverno, aqui cabe novamente frisar a diferença estatística apresentada pelo teste de MK. O teste revelou um incremento na precipitação na estação Taquari entre o primeiro e último ano de avaliação, podendo tal mudança ter ocorrido nas áreas de plantio da empresa. Observa-se ainda que, a incidência de determinado patógeno em um período epidemiológico anterior pode gerar inóculo para o próximo ano (Schultz et al., 2015).

O mês de outubro de 2017 foi o período de maior infecção do patógeno (Figura 5 A). Foram constatadas plantas de três e quatro meses infectadas com severidade 3,0. Ajudam a explicar esse fato os valores favoráveis de umidade e temperatura no mês de setembro, além do inverno chuvoso, com chuvas de baixa intensidade.

Na estação Taquari, em setembro de 2017, 96,7% dos dados de temperatura máxima estavam na faixa considerada adequada ao patógeno (22,1-28°C). Esse valor percentual de temperatura, juntamente com a umidade (85,5%), pode ter favorecido a germinação dos conídios e o desenvolvimento de *P. eucalypti*. Por outro lado, os valores de temperatura mínima estiveram abaixo da faixa ideal ao patógeno (Alfenas et al., 2018), evidenciando a capacidade do patógeno de infectar plantas mesmo com temperaturas amenas.

Além disso, na referida estação, em setembro de 2017, 90,0% dos dados corresponderam a precipitações menores que 10 mm por dia. Esses valores baixos de chuva favorecem a formação de orvalho nas folhas, conforme estudo realizado por Silva (2013). O estudo mostrou que a precipitação baixa, entre 1,3 e 10,4 mm, pode ter contribuído para a manutenção do molhamento foliar contínuo, favorecendo a ocorrência da ferrugem, mesmo com temperaturas consideradas pouco favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

Também cabe ponderar que períodos secos desfavorecem o patógeno, podendo inibir a doença. Nesse quesito, cabe mencionar o estudo de Oliveira et al. (2019), que avaliou o progresso da queima bacteriana nas folhas de eucalipto e constatou influência significativa dos dados meteorológicos. Os autores observaram que a umidade nas folhas antes da infecção é mais crítica do que no estágio pós-infecção.

2.4.1 Fenologia, épocas de plantio e resistência genética

A maior severidade em idade de 3-6 meses também pode ser atribuída ao microclima proporcionado pelo crescimento e sobreposição dos galhos e folhas de eucalipto, sendo o microclima criado em cada planta e seu entorno um fator favorável ao desenvolvimento do patógeno. Inicialmente, a doença foi descrita ocorrendo em plantas de eucalipto com idade de 2 a 4 meses (Zauza, 2017), mas a avaliação realizada por três anos e meio mostra que a doença também afeta plantas com idade de 5 e 6 meses, conforme o presente estudo.

Estudo de Schultz et al. (2015), sobre a mancha foliar provocada por *Cylindrocladium candellabrum* no eucalipto, revelou que há maior severidade da mancha em plantas com 18 meses de idade em relação à plantas com 8 meses. Todavia, para os autores, o crescimento das plantas de eucalipto resulta ramos e folhas mais distantes do solo, aspecto fundamental para restringir os respingos de chuva com inóculo ao hospedeiro e reduzir a severidade da mancha foliar.

A ocorrência da ferrugem do eucalipto também é influenciada pelo tamanho das plantas, notando-se, frequentemente, maior suscetibilidade à doença em plantas com até dois anos de idade (Takahashi 2002, Ferreira 1989) e, constatou-se que em apenas determinados anos ocorre o surto da doença (Ferreira, 1989).

Alfnas et al. (2018) verificaram que a SPL do eucalipto afeta clones de eucalipto com severidade diferente, sendo possível selecionar materiais resistentes como estratégia de manejo da doença. Todavia, quando o inverno é chuvoso, com precipitação distribuída por vários dias, mesmo com baixo volume (menor que 10 mm por dia), a infecção causada por *P. eucalypti* causa prejuízos e afeta áreas de plantios de eucalipto, principalmente em plantas

com 3 a 6 meses de idade e material genético suscetível à doença. Dessa forma, o plantio de clones não resistentes requer maior cuidado com a época crítica da doença, de maneira a usar o clima e porte da planta como estratégias de prevenção, recomendando-se o plantio nos meses de outubro ou novembro (Figura 6).

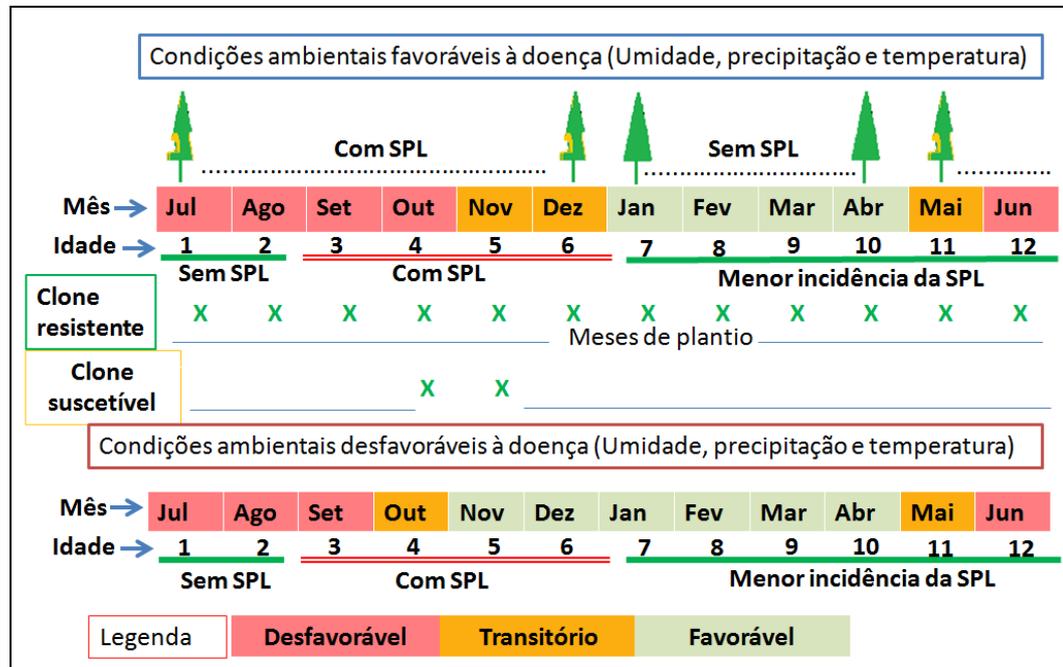


Figura 6. Períodos favoráveis e desfavoráveis à SPL. Fonte: elaborada pelo autor.

Abilio (2017), em experimento realizado no município de Avaré-SP, em duas épocas distintas (verão e inverno), verificou que materiais genéticos plantados no inverno com características climáticas do tipo Cwa apresentaram as menores incidências da infecção de ferrugem e percentual 31,17% maior em altura da planta comparado ao verão, indicando o plantio de inverno como prática de manejo para “escape” da ferrugem e potencial para atingir um melhor crescimento inicial do eucalipto.

Ferreira et al. (2006) ressaltaram a necessidade de constante acompanhamento por equipes técnicas das empresas, especialmente em plantios clonais de terras baixas do estado do Espírito Santo e sudeste da Bahia, em razão da ocorrência de novas doenças abióticas e bióticas, as quais vêm acarretando, em média, refugo de um genótipo (clone) a cada 5-10 anos. Tal fato requer que sejam incorporados novos genótipos tecnologicamente superiores à reserva clonal das respectivas empresas, de maneira constate.

Assim, a busca por materiais genéticos de eucalipto com boa produtividade e adaptável a condições climáticas adversas que podem ocorrer ao longo do ciclo da cultura é crescente (Rezende, 2018).

Entende-se, em relação à SPL, que a seleção de material genético resistente também é um caminho para evitar gastos com os replantios e perda de produtividade. Esse entendimento, encontra respaldo em Alfenas et al. (2018) e Oliveira (2020), que verificaram ser possível selecionar materiais resistentes como estratégia de manejo da doença.

2.5 CONCLUSÕES

A doença se manifesta com maior severidade do terceiro ao sexto mês, sendo o período de julho a outubro de maior infecção da Seca de Ponteiros Laterais em eucalipto (SPL).

Em novembro a doença diminui em decorrência de condições desfavoráveis de meses anteriores (setembro e outubro).

As plantas com idade superior a sete meses apresentam menor severidade da doença.

Pelo fato das condições ambientais e porte das plantas afetarem a doença, recomenda-se testar o plantio de clones menos resistentes ao patógeno em outubro ou novembro, como estratégia de prevenção da SPL nos meses críticos (junho a outubro).

As condições ambientais mais favoráveis à doença no terceiro ano de avaliação ajudam a explicar a maior severidade da doença nesse ano.

2.6 AGRADECIMENTO

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

We also thank Suzano's S. A. field staff and company researchers.

2.7 REFERÊNCIAS

- Abilio, M. F. (2017). *Influência da época de plantio no crescimento em altura e na intensidade da ferrugem em monoprogênies e clones de eucalipto*. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP.
- Alfenas, A. C., Santos, S. A. dos & Guimarães, L. M. S. (2018). *Relatório Final*. Projeto: Etiologia da Seca-de-Ponteiros do eucalipto no Sul da Bahia. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitopatologia, Laboratório de Patologia Florestal. Outubro, 40 p.
- Aparecido, C. C., & Vale, S. L. do (2010). *Importância de Puccinia psidii Winter para a eucaliptocultura no Estado de São Paulo*. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/puccinia/index.htm. Acesso em: 6 mar. 2019.

- Auer, C. G., Brito, G. S., Wrege, M. S., & Santos, Á. F. dos (2008). Influência das mudanças climáticas nas zonas de ocorrência da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil. In: Bettiol, W., Hamada, E., Angelotti, F., Auad, A. M., & Ghini, R. (Ed.). *Aquecimento global e problemas fitossanitários*. Brasília, DF: Embrapa, 262-279.
- Back, Á. J. (2001). Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36, 717-726.
- Bora, K. C., Brito, G. S., AUER, C. G., SANTOS, Á. F. dos & Wrege, M. S. (2010). Favorabilidade climática para a ferrugem do eucalipto no estado do Paraná. *Summa Phytathol*, 42, 24-42. DOI: 10.1590/0100-5405/2015.
- Borges Junior, N., Facco, A. T., Cunha, B. A., Quevedo, F. F., Santos, G. F. S., & A Ifenas, A. C. Quantificação da severidade da mancha de *Pseudoplagiostoma* causada por *Pseudoplagiostoma eucalypti* em mudas de *Eucalyptus dunnii*. In: 51º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2019, Recife-PE. *Anais do 51º Congresso Brasileiro de Fitopatologia*, 2019. v. 1. p. 433.
- Cheewangkoon, R., Groenewald, J. Z., Verkley, G. J. M., Hyde, K. D, Wingfield, M. J., Gryzenhout M., Summerell B. A., Denman S., Toanun C., & Crous P. W. (2010). Re-evaluation of *Cryptosporiopsis eucalypti* and *Cryptosporiopsis*-like species occurring on *Eucalyptus* leaves. *Fungal Diversity*, 44, 89-105.
- Coelho, R. R., Vale, F. X. R., Jesus Junior, W. C., Paul, P. A., Zambolim, L., & Barreto, R. W. (2003). Determinação das condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da ferrugem e da mancha angular do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 28, 508-514.
- Ferreira, F. A. (1989). *Patologia Florestal: principais doenças florestais no Brasil*. Viçosa: SIF.
- Ferreira, F. A., Maffia, L. A., Barreto, R. W., Demuner, N. L. & Pigatto, S. (2006). Sintomatologia da murcha de *Ceratocystis fimbriata* em eucalipto. *Revista Árvore*, 30(2), 155-162. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200001>
- Furtado, E. L., Santos, C. A. G. dos & Masson, M. V. (2008). Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a ferrugem-do-eucalipto no Estado de São Paulo. In: Ghini, R., Hamada, E. (Ed.). *Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 273-286.
- Ghini, R., & Hamada, E. (2008). Proposta metodológica para discussão dos impactos das mudanças climáticas globais sobre doenças de plantas. In: Ghini, R., Hamada, E. (Ed.). *Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 16-24.
- Ibá- Iniciativa Brasileira de Árvores. (2020). *Relatório anual 2020*. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em 15 abr. 2021.
- Jesus Junior, W. C., Vale, F. X. R. do, Moraes, W. B., Zambolim, L., & Ramos, F. A. (2007). Critérios epidemiológicos para tomada de decisão no manejo de doenças de plantas. In:

- Jesus Junior, W. C., Polanczyk, R., Pratisoli, D., Pezzopane, J. E. M., & Santiago, T. (Ed.). *Atualidades em defesa fitossanitária*. Editora Suprema Gráfica, Visconde do Rio Branco, 307-326.
- Moraes, W. B., Jesus Júnior, W. C. de, Mafia, R. G., Moraes, W. B., & Cecílio, R. A. Mapeamento de áreas de risco para ocorrência da ferrugem do eucalipto no Espírito Santo e extremo sul da Bahia. *Summa Phytopathol*, 40, 147-155, 2014. Doi: 10.1590/0100-5405/1946.
- Oliveira, L. F. de (2020). *Comportamento de Clones de Eucalipto à Seca dos Ponteiros Laterais*. Dissertação (Mestrado em Produção Sustentável), Programa de Pós-graduação em Planejamento e Uso dos Recursos Renováveis, Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, SP.
- Rezende, E. H. (2018). *Melhoramento genético de Eucalyptus grandis Hill (ex Maiden) visando crescimento e a resistência ao cancro e a murcha foliar*. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- Sankaran, K.V., Sutton, B.C., Balasundaran, M. (1995). *Cryptosporiopsis eucalypti* sp. nov., causing leaf spots of *eucalypts* in Australia, India and USA. *Mycol. Res.* 99:827-830.
- Schultz, B., Sbravatti Junior, J. A., Auer, C. G. & Santos, Á. F dos. (2015). Impacto da mancha foliar causada por *Cylindrocladium candelabrum* em plantios jovens de *Eucalyptus benthamii* em Rio Negrinho-SC. *Ciência Florestal*, 25(2), 307-316. <https://doi.org/10.5902/1980509818448>
- Silva, L. G. da. (2013). *Planejamento evasivo para o manejo da ferrugem do eucalipto (Puccinia psidii)*. Tese (Doutor em Produção Vegetal). Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Disponível em: http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/4876/1/tese_6901_Lilianne%20Gomes%20da%20Silva.pdf. Acesso em 6 fev. 2019.
- Souza, H. G. de. (2008). *Resistência do eucalipto ao cancro de Chrysosporthe cubensis e Botryosphaeria sp.*. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. Disponível em: www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0350.pdf. Acesso em 7 mai. 2019.
- Takahashi, S. S (2002). *Ferrugem do eucalipto: índice de infecção, análise temporal e estimativas de danos relacionadas à intensidade da doença no campo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- Tumura, K. G., De Pieri, C., Furtado, E. L. F. (2012). Murcha por *Ceratocystis* em eucalipto: avaliação de resistência e análise epidemiológica. *Summa Phytopathol*, 38, 54-60.
- Wang, C. L., Yang, W., & Chiang, C. Y. (2016). The first report of leaf spot of *Eucalyptus robusta* caused by *Pseudoplagiostoma eucalypti* in Taiwan. *Plant Disease*, 100, 1504-1504.

Zauza, E. A. V. (2017). Seca de ponteiros laterais: uma nova doença na cultura do eucalipto. *Revista Opiniões Florestais*, 46, 17-18, 2017. Disponível em: <<http://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/5-seca-de-ponteiroslaterais-uma-nova-doenca-na-cu/>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

Áreas de risco para ocorrência da seca de ponteiros laterais em clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*

Resumo. As condições ambientais são fatores que podem favorecer ou inibir a ocorrência de doenças. Com base nas condições ambientais e severidade da Seca de Ponteiros Laterais (SLP) em eucalipto, o objetivo do estudo foi gerar as áreas risco da doença. Avaliou-se a severidade em plantas com 3-6 meses de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (rebrotas). A quantificação da doença considerou quatro classes de severidade: (i) planta sem a presença da SPL; (ii) < 10% da planta com presença da SPL; (iii) 10 a 50 % da planta com presença da SPL e (iv) 50 a 100% da planta com presença da SPL. Os dados ambientais foram obtidos de estações meteorológicas da região. Foram analisadas, concomitantemente, as seguintes condições: umidade relativa acima de 85%, temperatura máxima menor que 28°C, precipitação entre 1-10 mm e a duração do período de molhamento foliar de 24 h. A partir dessas condicionantes, apontaram-se as épocas favoráveis (maio a outubro), desfavoráveis (janeiro a março) e transitórias (abril, novembro e dezembro) ao desenvolvimento da SLP. Os meses úmidos e com temperatura abaixo 28°C são favoráveis ao patógeno. Entretanto, quando a temperatura máxima ultrapassa os 28 °C, geralmente, após o mês de outubro, esta inibe o desenvolvimento do patógeno, fato que gera redução na intensidade da doença em novembro e o seu retorno em junho. O mapa gerado com base na doença e condições ambientais revela maior risco de ocorrência da SPL em áreas do município de Caravelas, BA e menor em Pedro Canário, ES, embora haja condições de favorabilidade em toda a região, principalmente, para o segundo ano de avaliação.

Palavras-chave: *eucalyptus* spp. *Pseudoplagiostoma eucalypti*. análise espacial. risco da doença.

Abstract. Environmental conditions are factors that can favor or inhibit the occurrence of diseases. In the region of Caravelas, southern region of Bahia, in planting areas of the *E. grandis* clone x *E. urophylla*, at 3 x 2 spacing, the occurrence of *Pseudoplagiostoma eucalypti*, a causal agent of the Drought of Side Tips in *Eucalyptus*, was diagnosed. This study aimed to evaluate the severity of the disease and the environmental conditions that affect it. Thus, from the environmental data of four weather stations, the following conditions were verified concomitantly: relative humidity above 85%, maximum temperature below 28°C, rainfall in the range of 1-10 mm and leaf wetting time at 24 h, indicating favorable times (June to October), unfavorable (January to March), and transitory (April, November and December) to the disease. In humid months and when the temperature is not limiting, the occurrence of one or more days with all the variables favorable to the pathogen intensifies the disease. The temperature above 28° C, from October, is one of the reasons that makes the severity of the disease reduce in November and return in June. The map generated based on the severity and environmental conditions reveals greater disease risk in the following areas: Barcelona and Taquari.

Keywords: *eucalyptus* spp. *Pseudoplagiostoma eucalypti*. spatial analysis. disease risk

1. INTRODUÇÃO

A Seca de Ponteiros Laterais (SPL) do eucalipto, doença causada por *Pseudoplagiostoma eucalypti*, apresenta maior severidade em plantas de três a seis meses de idade e os meses com maior favorabilidade ao patógeno são de junho a outubro, na região Sul da Bahia.

O sintoma principal da SPL surge nos tecidos juvenis de ramos e galhos. Nessas partes da planta, observam-se pontos de escurecimento e depressão da casca, seguida por trincamento, descolamento e formação de minicancros ao longo da lesão. A morte de tecidos vasculares gera folhas murchas de coloração palha e seca nos ramos afetados, sintomas característicos da doença. As plantas infectadas apresentam desfolha e superbrotamento no terço inferior da copa (Alfenas et al., 2018).

Apesar de necessitar de condições de temperatura e umidade muito específicas para se desenvolver (Alfenas et al., 2018), a SPL é doença com potencial de perdas econômicas, tornando-se emergente em plantios de eucalipto (Oliveira, 2020), sobretudo em sítios com condições climáticas favoráveis ao patógeno.

O conhecimento do clima dos locais de plantios florestais é essencial para adotar medidas de prevenção e manejo de doenças, pois as condições climáticas podem interferir no desenvolvimento e na suscetibilidade da planta hospedeira, na multiplicação e sobrevivência do patógeno e na interação entre ambos (Ghini e Hamada, 2008; Jesus Junior et al., 2007).

A previsão de alterações na distribuição geográfica de um patógeno não depende somente dos fatores do ambiente, mas também da densidade, distribuição, suscetibilidade da planta hospedeira e das práticas de manejo, assim como da capacidade de dispersão do patógeno (Angelotti et al., 2017).

As técnicas disponíveis no geoprocessamento possibilitam análises complexas de informações, auxiliando os estudos da dinâmica espaço-temporal de epidemias de plantas (Moraes et al., 2014). O potencial de aplicação de tais técnicas na área florestal é vasto (Couto, 1993), por isso vem sendo incorporado na rotina de análises do setor florestal.

O uso de programas computacionais permite que variáveis ambientais sejam utilizadas no mapeamento de doenças (Bora et al., 2016; Moraes et al., 2014; Staden et al., 2004; Booth et al., 2000), o que possibilita a identificação de áreas de risco a ocorrência de patógenos.

Staden et al. (2004) usaram a modelagem bioclimática para prever a distribuição de dois importantes patógenos (*Sphaeropsis sapinea* e *Cryphonectria cubensis*), que causam danos em plantios de *Pinus* spp e *Eucalyptus*, respectivamente, na África do Sul. Os autores

apresentaram os mapas de risco das doenças, prevendo mudanças na ocorrência de *C. cubensis* para oeste do país, em um cenário de mudança climática. Essa mudança na ocorrência de *C. cubensis* é preocupante, pois várias áreas estão sendo plantadas com clones de eucalipto sensíveis à doença. A pesquisa também identifica a região Central como de alta probabilidade para a ocorrência de *S. sapinea*, além de áreas com potencial risco a Oeste e Sul da África.

A SPL afetou inicialmente clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* suscetível, com o problema limitado à região de clima Af. Todavia, posteriormente, causou a morte de plantas e afetou outros clones em áreas de clima Am e Aw (Alfenas et al., 2018). Dessa forma, é importante conhecer as diferenças locais nas condições ambientais, sendo o objetivo do estudo gerar as áreas risco da doença, na região da pesquisa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo foram utilizados dados meteorológicos dos anos 2016, 2017 e 2018 de quatro estações meteorológicas: duas localizadas no município de Caravelas, BA (Barcelona e Taquari), uma em Nova Viçosa, BA (Argolo) e outra em Pedro Canário, ES (Canário).

A área de influência das estações foi gerada no programa QGis, acessando a aba *vector*, ferramenta de geometria, na sequencia polígono de Voronoi. Para gerar os polígonos foi observado se na região não havia obstáculos naturais (serras, por exemplo), capazes de provocar alteração significativa no clima local (Figura 1).

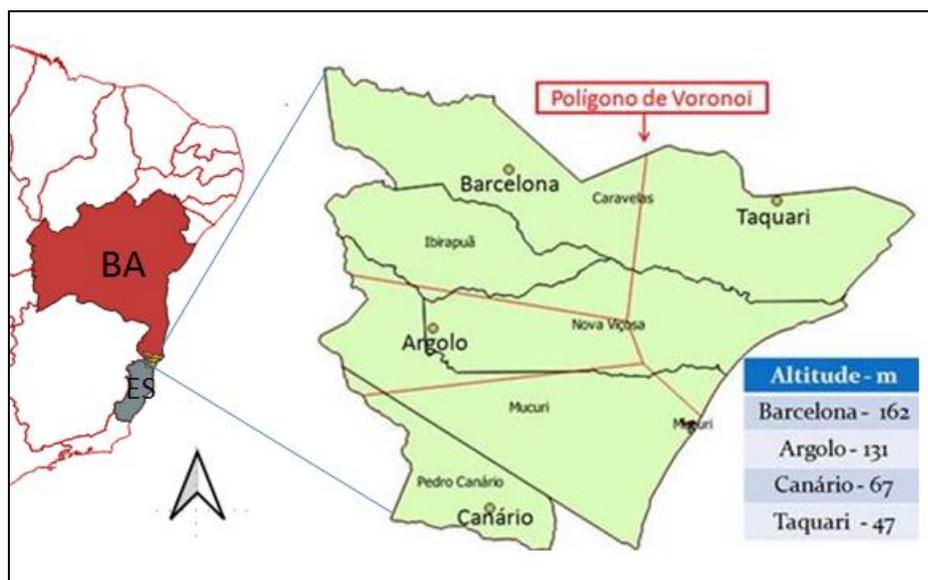


Figura 1. Apresenta a área de influência e altitude das estações da área de estudo. Fonte: elaborado pelos autores.

O número de dias favoráveis ao patógeno, por mês, levou em consideração a existência conjunta das seguintes condições ambientais:

- umidade relativa acima de 85% (Furtado et al., 2008);
- temperatura máxima menor que 28°C (Alfenas et al., 2018);
- precipitação entre 1-10 mm (Silva, 2013); e
- molhamento foliar mínimo de 24 h (Alfenas et al., 2018).

Os dados ambientais, listados anteriormente, foram carregados no Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL e as consultas ao banco de dados realizadas usando a interface PgAdmin para PostgreSQL.

Após a realização das consultas os dados resultantes foram extraídos em planilha Excel. Esse programa foi utilizado na geração do número de dias favoráveis ao patógeno, por meio da média aritmética, para plantas com idade de três a seis meses e período de maio a outubro, fase de maior severidade da doença, conforme síntese apresentada na Figura 2.

Os dados de severidade foram coletados no município de Caravelas (coordenadas decimais: -39.53039; -17,76787), em áreas de condução da rebrota de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. Em campo, foram anotados os níveis de severidade da doença, a cada mês, em 16 plantas por parcela e quatro repetições, conforme especificado: (i) planta sem a presença da SPL; (ii) < 10% da planta com presença da SPL; (iii) 10 a 50 % da planta com presença da SPL e (iv) 50 a 100% da planta com presença da SPL.

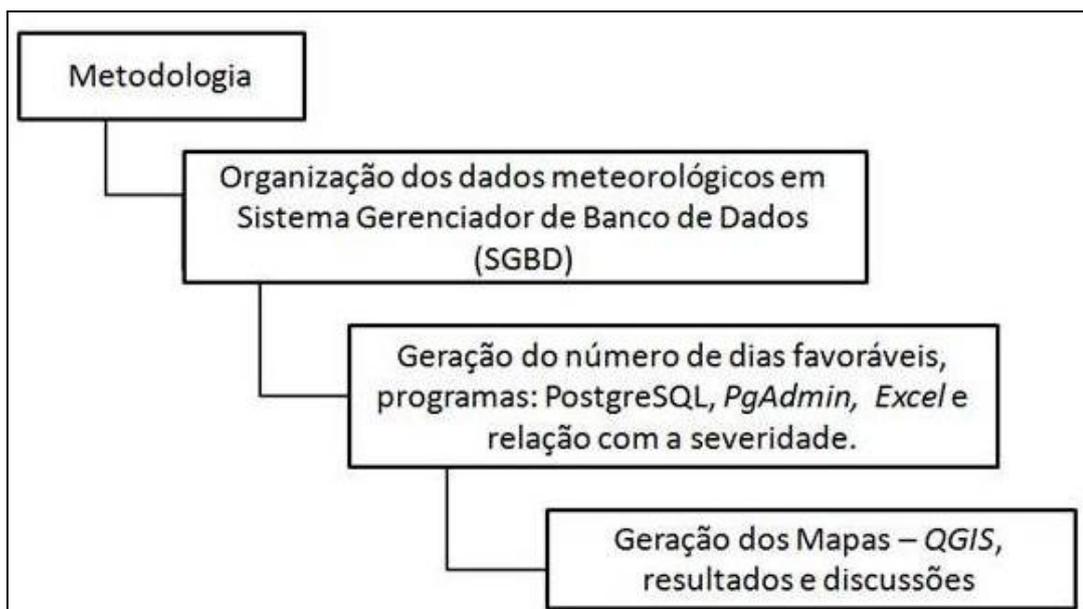


Figura 2. Organograma das etapas metodológicas. Fonte: elaborada pelos autores 2021

A partir do número de dias favoráveis, foram elaborados os mapas de favorabilidade da doença, para os anos i (jul./16 a jun./17) e ii (jul./17 até jun./18). O programa QGis foi utilizado na elaboração dos mapas.

3. RESULTADOS

As Figuras 3 (A, B e C) e 4 (A, B, C) apresentam as condições ambientais analisadas, como a temperatura média máxima e mínima, a umidade relativa e o número de dias favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, bem como a severidade da doença, por ano, respectivamente.

O primeiro ano de avaliação apresenta a umidade relativa abaixo da faixa ideal ao patógeno em setembro, principalmente nos municípios de Pedro Canário, ES e oeste de Caravelas, BA. No ano ii, a umidade relativa volta a ficar desfavorável em novembro de 2017 e depois somente no mês de fevereiro de 2018, sobretudo na região de Pedro Canário, onde a umidade fica inadequada até junho.

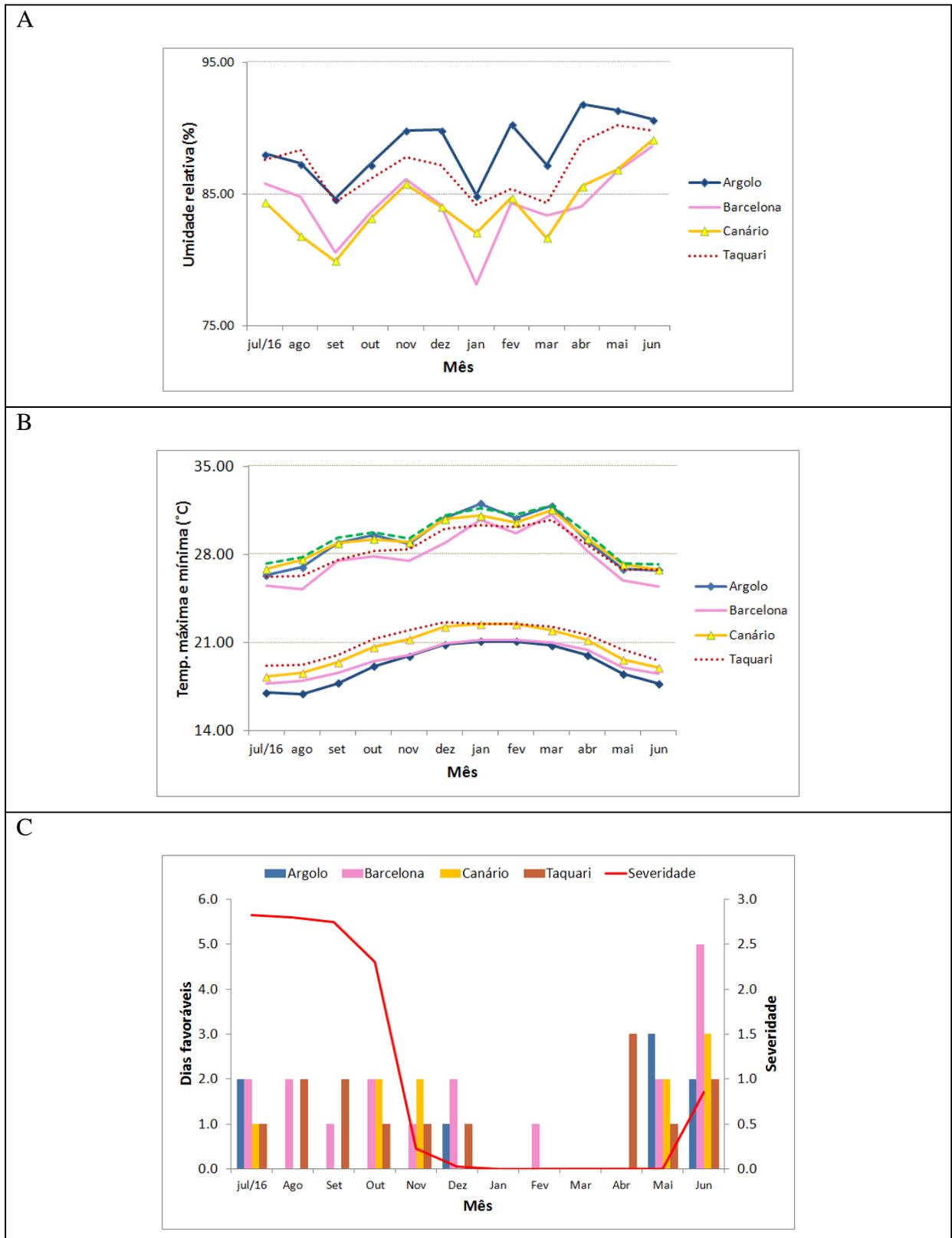
A temperatura começa a se elevar acima de 28°C em setembro (ano i) e outubro (ano ii), permanecendo desfavorável até março, na região do estudo. Tendência semelhante se observa em relação à temperatura mínima.

O número de dias favoráveis é diferente entre os anos analisados. No ano i, o número de dias favoráveis nas estações varia de zero a dois, de junho a dezembro de 2016. Não se tem dias favoráveis de janeiro a abril, exceção em fevereiro (estação Barcelona) e abril (Taquari).

As condições ambientais se tornam favoráveis em maio de 2017 (ano i) e permanecem até o mês de setembro (ano ii).

No segundo ano, o mês de outubro não tem dias favoráveis, exceto na estação Argolo. Além disso, o segundo ano é favorável nos meses iniciais, principalmente no mês de julho (nove dias na estação Barcelona, oito dias para Argolo e Canário e dois dias na Taquari), com declínio no número de dias adequados de janeiro a março de 2018.

Na estação Taquari, leste do município de Caravelas, constatou-se volta das condições ambientais adequadas ao patógeno em abril (ano i e ii), essa condição só ocorre nas demais estações no mês seguinte (maio em diante).



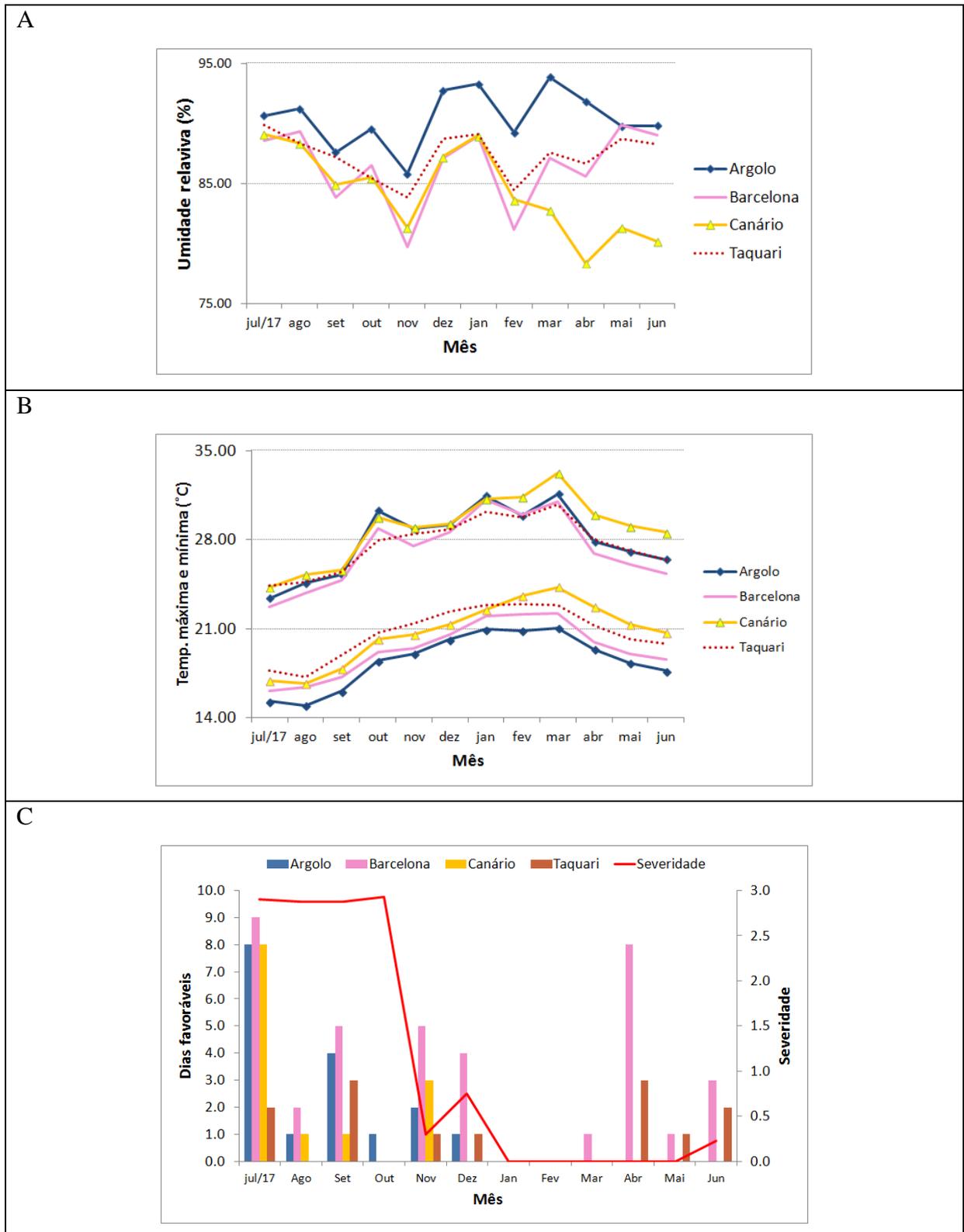


Figura 4. Umidade relativa (A), temperaturas máxima e mínima (B), dias favoráveis ao desenvolvimento do patógeno e severidade (C) ao longo do período de avaliação (meses), para dados de 4 estações (Argolo, Barcelona, Canário e Taquari), no segundo ano de avaliação (julho de 2017 a junho de 2018). Fonte: organizada pelos autores.

A severidade da doença é máxima nos meses de julho a outubro, independente dos anos analisados, começa a reduzir em novembro e não é visualizada de janeiro a maio. Ainda, é possível notar pequena elevação na severidade da doença em dezembro, no segundo ano de avaliação, embora no geral se perceba a mesma tendência de elevação e redução na taxa de severidade da doença para os dois anos de avaliação.

A Figura 5 (A e B) apresenta os mapas gerados, a partir do número de dias favoráveis para os dois anos de avaliação. Por meio dela, é possível visualizar as diferenças entre as regiões, especialmente no primeiro ano de análise.

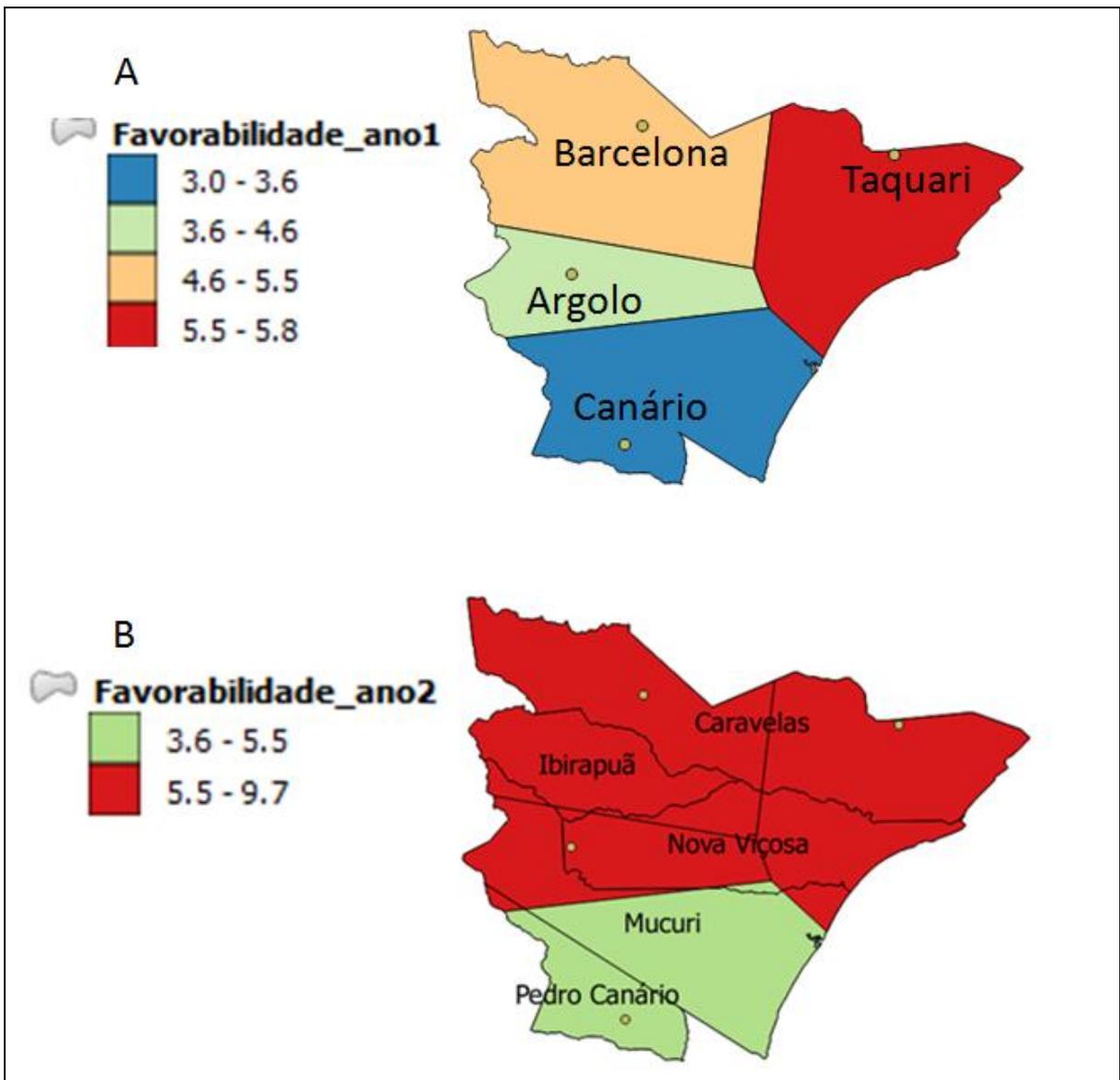


Figura 5. Favorabilidade de ocorrência da Seca de Ponteiros Laterais em eucalipto. Fonte: elaborada pelos autores

3. DISCUSSÕES

Nota-se, por meio das Figuras 3 A e B e 4 A e B, uma similaridade nos dados, embora a análise aponte diferenças entre as estações. No primeiro ano de avaliação (jul./16 a jun./17) as condições ambientais foram favoráveis ao patógeno em julho, em todas as estações. Todavia, essas condições mudam, em setembro, nas estações Argolo e Canário, em razão da elevação da temperatura, para faixa considerada não ideal ao patógeno (Figura 3 B). Essas duas estações abrangem áreas de três municípios: Pedro Canário, ES e Nova Viçosa e Mucuri, BA.

Além disso, em setembro, a umidade relativa deixa de ser favorável ao patógeno, na região do estudo, ficando abaixo de 85%. O percentual de umidade acima de 85% poderia criar condições para a formação de orvalho nas folhas e para o desenvolvimento de *Pseudoplagiostoma eucalypti*. Para Alfenas et al. (2018), *P. eucalypti*, após inoculação, necessita entre 48 e 60 horas de molhamento foliar para germinar e penetrar nas plantas. Esse fator, explica a exigência de um tempo de nevoeiro maior, podendo ser um dos motivos da baixa incidência desse patógeno em plantios florestais no Brasil, ainda.

De novembro até abril a temperatura permanece desfavorável ao patógeno, enquanto a umidade relativa é favorável em novembro de 2016 e, no geral, desfavorável de dezembro até abril, com exceção para as estações Argolo/Nova Viçosa e Taquari/Caravelas, BA.

Nota-se que, a temperatura e umidade relativa podem afetar ou não o desenvolvimento de uma epidemia, pois elas estão associadas ao crescimento, à produção de estruturas de resistência e à germinação dos propágulos fitopatogênicos (Angelotti et al., 2017).

A queima das folhas da cenoura causada por *Alternaria dauci* tem influência da temperatura e do fotoperíodo, onde as maiores percentagens de germinação *in vitro* de conídios do patógeno são obtidas em temperaturas de 10 a 35°C e o fotoperíodo em torno de 12 horas luz (Marcuzzo & Santos, 2019).

Oliveira et al. (2014) estudaram os efeitos da temperatura no crescimento micelial, na produção de escleródios e na patogenicidade causada por *Rhizoctonia solani* de diferentes regiões produtoras de algodão no Brasil (isolados de cinco estados). Os resultados mostraram que a temperatura afeta o crescimento micelial e a produção de escleródios.

Em 2016, observa-se que, apenas áreas do município de Caravelas (estações Barcelona e Taquari) apresentaram condições favoráveis ao patógeno nos meses de agosto e setembro. Ainda, constata-se, no período de dezembro a maio, que a doença não ocorre, conforme

Figura 3 C. Contudo, ela é constatada em dezembro, no segundo ano de avaliação (Figura 4 C).

O número de dias favoráveis é maior no segundo ano de avaliação. Entretanto, considerando, para os meses úmidos e quando a temperatura não foi limitante, que os valores de severidade foram semelhantes entre os dois anos de análises, deduz-se, pelo primeiro ano, que os fatores analisados em conjunto, isto é, umidade acima de 85%, temperatura inferior a 28°C e precipitação entre 1-10 mm, criaram condição específica para intensificar a doença. Observa-se, tanto no primeiro quanto no segundo ano, que a severidade, nos meses favoráveis, variou de 2,8-2,9, sendo o nível máximo 3,0, conforme Figuras 3 e 4 C.

O segundo ano mais favorável à doença foi percebido nas áreas de plantios, onde se notou um espalhamento da doença na região. Segundo Alfenas et al. (2018) a SPL afetou inicialmente apenas um clone, estando o problema limitado à região de clima Af. Posteriormente, causou a morte de plantas e afetou outros clones, além de ser observada em áreas de clima Am e Aw.

Para Torres e Machado (2008), o clima Af, conforme modelo climático proposto por Köppen e adaptações, trata-se de clima quente e úmido, com chuvas durante todo o ano. O tipo Am é quente e úmido, com pequena estação seca, corresponde ao tipo Subequatorial e o Aw é quente, com chuvas concentradas no verão e com estação seca, de duração variada, no inverno.

Observa-se, ainda, para o segundo ano, que a temperatura foi desfavorável de outubro a abril, nas estações avaliadas, sendo mais evidente no Norte do Espírito Santo, município de Pedro Canário, onde o período desfavorável segue até junho. Somente áreas do município de Nova Viçosa (abrangência da estação Argolo) apresentaram condições favoráveis ao patógeno em outubro e de umidade em novembro de 2017 e fevereiro de 2018. Para os demais municípios da região, os meses anteriormente mencionados, apresentaram valores adversos de umidade, principalmente em áreas do município capixaba de Pedro Canário, onde o período desfavorável segue até junho, conforme discussão anterior.

Assim, considerando as condições ambientais da região do estudo, entende-se que áreas do município de Pedro Canário são desfavoráveis à doença e podem servir de escape ao plantio de eucalipto, pensando em material genético com alguma suscetibilidade. O efeito da temperatura na severidade de determinada doença, sua distribuição geográfica e temporal, é subsídio fundamental para o estabelecimento de medidas de controle, permitindo o

planejamento das atividades de mitigação e adaptação frente aos possíveis impactos da mudança no clima (Angelotti et al., 2017).

Com base nos dois anos de avaliação, pode-se apontar os períodos favoráveis (maio a outubro), desfavoráveis (janeiro-março) e transitórios (abril, novembro e dezembro), ou seja, quando pode ou não ocorre à SPL. Além disso, temos que as condições ambientais adequadas ao patógeno decrescem dos municípios de Caravelas, Ibirapuã, Mucuri, BA e até Pedro Canário, ES, conforme Figura 5 A e B.

Bora et al. (2016) estudaram a favorabilidade climática para a ferrugem do eucalipto no estado do Paraná e constataram condições mais favoráveis à germinação dos urediniósporos do patógeno entre outubro e abril, sendo que de dezembro a março ocorreu aumento das áreas classificadas como altamente favoráveis e favoráveis. Para os autores, nesses meses há maior pluviosidade e período de molhamento foliar, que podem favorecer a germinação e o início da infecção. Essa sazonalidade constatada em relação à ferrugem também foi verificada para a seca de ponteiros laterais em eucalipto, objeto do atual estudo.

A Figura 5 também permite visualizar as diferenças entre estações e anos de avaliação. Nota-se que, no primeiro ano, maior favorabilidade ao patógeno no município de Caravelas, decrescendo para Mucuri e Pedro Canário. No segundo ano de avaliação, as condições ambientais foram favoráveis em quase toda área, exceção novamente para a região do município de Pedro Canário, ES.

Moraes et al. (2014) geraram os mapas de distribuição espaço-temporal da ocorrência de ferrugem do eucalipto para as regiões de Aracruz e São Mateus, no estado do Espírito Santo e Teixeira de Freitas (Bahia). Os autores constataram que os meses de maio a novembro foram os mais favoráveis para ocorrência da doença e que a região de Aracruz apresentou valores médios maiores de índices de risco da doença, ao passo que São Mateus e Teixeira de Freitas tiveram índices semelhantes e com menores possibilidades de risco. Essa pesquisa, com dados de dois estados, também mostrou um período favorável (maio-novembro) ao desenvolvimento da doença, semelhante ao presente estudo, embora com patógenos diferentes.

Também nessa região, estudo realizado por Silva (2013) sobre a incidência da ferrugem do eucalipto mostrou a diminuição da doença a partir de novembro. Segundo a autora, o mês de novembro apresentou uma faixa de transição da época favorável para a época desfavorável à ocorrência da ferrugem, provavelmente devido ao aumento da temperatura ocorrido neste período.

4. CONCLUSÕES

A ocorrência de períodos úmidos e temperatura máxima inferior a 28 °C é favorável à ocorrência da Seca de Ponteiros Laterais (SPL) do eucalipto, na região do estudo.

A análise realizada por dois anos permite apontar os períodos favoráveis (maio a outubro), desfavoráveis (janeiro a março) e transitórios (abril, novembro e dezembro) à SPL.

O mapa gerado com base na severidade e condições ambientais revela diferença entre as estações e anos. Há maior risco doença em áreas dos municípios de Caravelas, Ibirapuã, Nova Viçosa, Mucuri, BA e menor em Pedro Canário, ES.

A região do município de Pedro Canário pode servir de escape ao plantio, caso seja necessário usar material genético com alguma suscetibilidade.

5. REFERÊNCIAS

- Alfenas, A. C., Santos, S. A. dos & Guimarães, L. M. S. (2018). *Relatório Final*. Projeto: Etiologia da Seca-de-Ponteiros do eucalipto no Sul da Bahia. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitopatologia, Laboratório de Patologia Florestal. Out., 1-40.
- Angelotti, F., Ghini, R., & Bettiol, W. (2017). Como o aumento da temperatura interfere na doença de plantas. *In: Bettiol, W., Hamada, E., Angelotti, F., Auad, A. M., & Ghini, R. (Eds). Aquecimento global e problemas fitossanitários*. Brasília, DF: Embrapa, 116-146.
- Booth, T. H., Jovanovic, T., Old, K. M., Dudzunski, M. J. (2000). Climatic mapping to identify high-risk areas for *Cylindrocladium quinqueseptatum* leaf blight on eucalyptus in mainland South East Asia and around the world. *Environmental Pollution*, Barking, 108, 365-372.
- Bora, K. C., Brito, G. S., Auer, C. G., Santos, Á. F dos, Wrege, M. S. (2016). Favorabilidade climática para a ferrugem do eucalipto no estado do Paraná. *Summa Phytopathol.*, Botucatu, v. 42, n. 1, p. 24-42. Doi: 10.1590/0100-5405/2015.
- Couto, H. T. Z. do (1993). Sistemas de Informações Geográficas: aplicações florestais. Série Técnica do IPEF, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, 9(28): 1-18. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr28/cap01.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- Furtado, E. L., Santos, C. A. G. dos & Masson, M. V. (2008). Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a ferrugem-do-eucalipto no Estado de São Paulo. *In: Ghini, R., Hamada, E. (Ed.). Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 273-286.
- Ghini, R., & Hamada, E. (2008). Proposta metodológica para discussão dos impactos das mudanças climáticas globais sobre doenças de plantas. *In: Ghini, R., Hamada, E. (Ed.). Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 16-24.

- Jesus Junior, W. C., Vale, F. X. R. do, Moraes, W. B., Zambolim, L., & Ramos, F. A. (2007). Critérios epidemiológicos para tomada de decisão no manejo de doenças de plantas. *In*: Jesus Junior, W. C., Polanczyk, R., Pratissoli, D., Pezzopane, J. E. M., & Santiago, T. (Ed.). *Atualidades em defesa fitossanitária*. Editora Suprema Gráfica, Visconde do Rio Branco, 307-326.
- Marcuzzo, L. L., & Santos, J. C. (2019). Efeito da temperatura e do fotoperíodo na germinação in vitro de conídios de *Alternaria dauci*, agente etiológico da queima das folhas da cenoura. *Summa Phytopathologica*, 45(2), 225-226. Doi: 10.1590/0100-5405/192990
- Moraes, W. B., Jesus Júnior, W. C. de, Mafia, R. G., Moraes, W. B., & Cecílio, R. A. (2014). Mapeamento de áreas de risco para ocorrência da ferrugem do eucalipto no Espírito Santo e extremo sul da Bahia. *Summa Phytopathol.*, 40, 147-155. Doi: 10.1590/0100-5405/1946.
- Oliveira, A. C. C. de, Souza, P. E. de, Pozza, E. A., Dornelas, G. A., & Monteiro, F. P. (2014). Influência da temperatura sobre isolados de *Rhizoctonia solani* (Kühn) obtidos em áreas produtoras de algodão nos estados brasileiros. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 119-130, June/14
- Oliveira, L. F. de (2020). *Comportamento de Clones de Eucalipto à Seca dos Ponteiros Laterais*. Dissertação (Mestrado em Produção Sustentável), Programa de Pós-graduação em Planejamento e Uso dos Recursos Renováveis, Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, SP.
- POSTGRESQL. *PostgreSQL 9.4.26 Documentation*. Disponível em: <https://www.postgresql.org/files/documentation/pdf/9.4/postgresql-9.4-A4.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021
- QGIS *Geographic Information System*. Associação QGIS. Disponível em: <http://www.qgis.org>. Acesso em 12 fev. 2021
- Silva, L. G. da. (2013). *Planejamento evasivo para o manejo da ferrugem do eucalipto (Puccinia psidii)*. Tese (Doutor em Produção Vegetal). Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Disponível em: http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/4876/1/tese_6901_Lilianne%20Gomes%20da%20Silva.pdf. Acesso em 6 fev. 2019.
- Staden, V. V., Erasmus, B. F. N., Roux, J., Wingfield, M. J., & Jaarsvel, A. S. V. (2004). Modelling the spatial distribution of two important South African plantation forestry pathogens. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, 187, 61-73.
- Torres, F. T. P. & Machado, P. J. de O. (2008). *Introdução à Climatologia*. Ubá: Ed. Geographica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A Seca de Ponteiros Laterais (SPL) do eucalipto, causada por *Pseudoplagiostoma eucalypti*, encontra condições favoráveis na região do estudo, sendo a temperatura máxima um fator determinante para o surto da SPL, pois no geral, para os três anos de avaliação, a umidade não foi limitante.

A ocorrência de um dia ou mais favorável ao patógeno faz com que a SPL atinja elevada severidade na região.

A doença se manifesta com maior severidade do terceiro ao sexto mês, sendo junho, julho, agosto, setembro e outubro meses com maior infecção da SPL do eucalipto.

A expansão da doença para áreas de clima mais seco no segundo ano de avaliação pode ser explicada pela maior quantidade de dias favoráveis nas estações nesse ano. Observa-se que com a expansão das áreas favoráveis ao patógeno torna-se necessário o seu monitoramento, devido à variabilidade natural do clima ou mudança climática.

Sugere-se ampliar os estudos sobre as áreas de risco da SPL, utilizando dados meteorológicos de outras estações da região Sul da Bahia e também da Norte do Espírito Santo, além de um espaço de tempo maior (décadas, por exemplo).

ANEXO - SPL

Imagens da Seca de Ponteiros Laterais- SPL em eucalipto (clone *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*)



Imagens: Edival A. V. Zauza

1	Ramos laterais com folhas de coloração palha (sintoma da doença)
2	Pontos de escurecimento e afundamento da casca e formação de minicancros ao longo da lesão
3	Morte de material suscetível
4	Superbrotamento