

FAVORABILIDADE CLIMÁTICA PARA CANCRO BASAL (*Botryosphaeria*) EM *Eucalyptus benthamii* NO PARANÁ E SANTA CATARINA, BRASIL

CLIMATIC FAVORABILITY FOR BASAL CANCKER (*Botryosphaeria*) ON *Eucalyptus benthamii* IN PARANÁ AND SANTA CATARINA, BRAZIL

Gabriela Scheinpflug Brito¹, Marcos Silveira Wrege², Álvaro Figueredo dos Santos³, Celso Garcia Auer⁴

¹Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – gabisb@gmail.com

²Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, Brasil – marcos.wrege@embrapa.br

³Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – alvarofigueredo@gmail.com

⁴Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, Brasil – celso.auer@embrapa.br

RESUMO

Eucalyptus benthamii é uma espécie florestal plantada na região Sul do Brasil para produção de madeira, em áreas com geadas leves. Um fator limitante é a presença de cancrios basais (*Botryosphaeria* sp.) e morte de árvores, que pode ser minimizado pelo plantio em locais com condições ambientais desfavoráveis à doença. Este estudo analisou os fatores climáticos em áreas com cancrios basais para estabelecer mapas de favorabilidade climática para a doença. O estudo foi focado em plantios nos estados do Paraná e Santa Catarina, onde foram coletados dados da doença e de temperatura média anual e precipitação pluviométrica acumulada anual. Mapas de risco de ocorrência de cancro foram gerados em sistemas de informações geográficas (SIG). As médias das temperaturas máximas anuais, variaram entre 23,3 a 24,2 °C e a precipitação média anual variou de 1.620 a 1.910 mm. A título de comparação, tais condições são ótimas para o cancro do eucalipto (*Chrysoporthe cubensis*), que são temperatura média anual acima de 23 °C e volume total de precipitação média anual acima de 1200 mm. No Paraná, as zonas mais favoráveis ao cancro basal estão localizadas na faixa oeste e algumas áreas do litoral, enquanto em Santa Catarina, nas faixas leste e oeste. A região central desses estados tem condições desfavoráveis, em função de maior altitude e menores temperaturas máximas. Assim, recomenda-se o plantio em áreas agrícolas que estejam dentro das zonas climáticas desfavoráveis ao surgimento do cancro basal, com condições de geadas fracas para permitir o desenvolvimento de *E. benthamii*.

PALAVRAS-CHAVE: *Botryosphaeria*, Doença, *Eucalyptus*, Zoneamento fitossanitário

ABSTRACT

Eucalyptus benthamii is a forest species planted in Southern Brazil for wood production, in places with light frosts. A limiting factor is the presence of basal cankers (*Botryosphaeria* sp.) and death of trees, by fungi, which could be minimized by planting in places where the disease does not have favorable environmental conditions. This study analyzed the climatic factors present in areas with basal cankers to establish climatic favorability maps for the disease. The study focused on plantations in the states of Paraná and Santa Catarina, where data on the disease and on average annual temperature and annual accumulated rainfall were collected. Canker risk maps were generated using geographic information systems (GIS). The average annual maximum temperatures ranged from 23.3 to 24.2 °C and the average annual precipitation ranged from 1,620 to 1,910 mm. These conditions are optimal for the occurrence of eucalypt canker, verified in regions with an average annual temperature above 23 °C and a total volume of average annual precipitation above 1200 mm. In Paraná, the most favorable areas for canker are located in the western zone and some areas along the coast, while in Santa Catarina, they are located in the east and west ranges. The central region of these states has unfavorable conditions, due to higher altitude and lower maximum temperatures. Thus, planting is recommended in agricultural areas that are within climatic zones unfavorable to the emergence of basal canker, with light frost conditions to allow the development of *E. benthamii*.

KEYWORDS: Versão na língua Inglesa das palavras-chave.

INTRODUÇÃO

A área plantada com a espécie *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage vêm crescendo nos estados do Paraná e Santa Catarina devido ao bom desenvolvimento em áreas de ocorrências de geadas (SILVA et al. 2012, ANDREJOW, 2018). Além disso, a espécie apresenta potencial de seleção de características quantitativas e qualitativas, para a indústria de base florestal da região (FRIGOTTO et al., 2020; BALDIN et al., 2020; TOMIO et al., 2021). Entretanto, existem relatos da ocorrência de doenças nesta espécie que podem reduzir a produtividade, como as manchas foliares (SOARES et al., 2017) e cancrios de ramos e fuste (SCHULTZ, 2011), gerando preocupação aos silvicultores. No Brasil, o cancro do eucalipto causado pelo fungo *Chrysosporthe cubensis* (Bruner) Gryzenh. & M.J. Wingf. foi a principal doença no início da silvicultura do eucalipto na década de 1970 (FERREIRA, 1989) e ainda ocorre com impactos significativos em espécies em estágio de domesticação (ALFENAS et al., 2009). Segundo Ferreira (1989), a doença causada por *C. cubensis* ocorre principalmente em regiões tropicais e subtropicais com temperatura média anual acima de 23 °C e volume total de precipitação média anual acima de 1200 mm.

Outros fungos causadores de cancro em espécies de eucalipto no Brasil são: *Botryosphaeria ribis* Grossenb. & Duggar, *Botryosphaeria rhodina* (Berk. & M.A. Curtis) Arx e (*Valsa ceratosperma* (Tode) Maire (ALFENAS et al., 2009; AUER et al., 2016). No Paraná, a ocorrência de cancro em *E. benthamii* foi associada ao fungo *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. et De Not. (AUER & DOS SANTOS, 2009; SCHULTZ, 2011). Como os plantios comerciais com esta espécie (em clones puros ou em clones híbridos com outras espécies de eucalipto) ainda são poucos, é necessário conhecer a distribuição desta doença na região Sul do Brasil. Outra questão é a ausência de informações acerca das condições ambientais que regem a ocorrência desta doença, diferente do que se conhece para *C. cubensis*. Esta ausência de informações é crucial para estabelecer estratégias de controle, como por exemplo elaborar mapas de favorabilidade climática da doença e descobrir localidades que apresentem condição desfavorável para a ocorrência da doença.

O presente estudo teve como objetivo prospectar a ocorrência e distribuição potencial do cancro basal do eucalipto (*Botryosphaeria* sp.) em *E. benthamii* no estado do Paraná e de Santa Catarina, por meio de mapas de favorabilidade climática.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento das informações da ocorrência do cancro basal em *E. benthamii* associado com *Botryosphaeria* sp. foi realizado em três situações. A primeira situação foi o relato da ocorrência de cancrios em Candói/PR (25°36'22" S, 52°03'48" W, altitude 870 m) e Ponta Grossa/PR (25°10'09" S, 50°03'45" W, altitude 893 m), em 2009, quando as árvores estavam com dois anos de idade (AUER & DOS SANTOS, 2009). O plantio foi instalado em fevereiro de 2007 (SANTOS et al., 2020). O principal sintoma observado foi a ocorrência de rachaduras basais no tronco das árvores, seguido pela morte da planta (Figura 1A).

A segunda situação foi o relato de cancrios basais (*Botryosphaeria* sp.) em dois plantios experimentais com idades de 18 e 30 meses de *E. benthamii* em maio e julho de 2011, respectivamente (SCHULTZ, 2011), em Rio Negrinho/SC (26°12'00" S 49°18'00" W, altitude 893 m). As árvores apresentavam rachaduras e intumescimentos na casca (Figura 1A).

A terceira situação foi a verificação de cancrios basais (*Botryosphaeria* sp.) em dois plantios experimentais de *E. benthamii*, em novembro de 2019 e março de 2020, quando as árvores com quatro anos de idade (Figura 1B). Um dos plantios estava localizado em Mafra/SC (26°10' S, 50°04' W, altitude 800 m) e o outro em São Mateus do Sul/PR (26°03'S, 50°21'O, altitude 785 m), ambos instalados em 2015, com espaçamento de 2 x 3 m e uma bordadura com duas fileiras (ANDREJOW, 2018). Neste caso, foram feitos isolamentos diretos de fungos e os isolados foram identificados por morfologia de estruturas reprodutivas e por métodos moleculares a partir da região ITS com sendo pertencentes ao gênero *Botryosphaeria*.

A partir da localização geográfica dos pontos de ocorrência do cancro foram obtidos dados climáticos de temperatura média anual (°C) e precipitação pluviométrica acumulada média anual (mm), utilizados para a elaboração dos mapas de favorabilidade climática, similar ao descrito por BORA et al., (2016).



Figura 1. Cancros basais (*Botryosphaeria* sp.) em troncos de *Eucalyptus benthamii*. A. Árvore morta com um ano de idade apresentando fissuras na casca – Candói/PR. B. Árvore ainda viva com 4 anos de idade apresentando rachaduras e fissuras na casca – Mafra/SC.

Mapas de risco de ocorrência de cancro foram gerados em sistemas de informações geográficas – SIG, gerando camadas de clima utilizando a técnica de regressão linear múltipla (WREGGE et al., 2012), em que as camadas de temperatura foram obtidas em função de camadas de latitude, longitude e altitude. Neste último caso, a camada foi gerada em função do modelo numérico do terreno (MNT), disponível na Internet e elaborado pelo USGS na escala 1:1.000.000, sistema SIRGAS 2000, coordenadas geográficas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as áreas experimentais avaliadas neste estudo nos municípios de Candói, São Mateus do Sul, Ponta Grossa, estado do Paraná e Mafra e Rio Negrinho, estado de Santa Catarina apresentaram temperatura média anual entre 17,2 e 18,1 °C (Tabela 1), que foram desfavoráveis à ocorrência do cancro basal, causado por *Botryosphaeria* sp. Nessas áreas não se observou a ocorrência do cancro do eucalipto, causado por *C. cubensis*. De acordo com Ferreira (1989), este patógeno ocorre em locais com temperatura média anual acima de 23 °C e volume acumulado de precipitação média anual acima de 1200 mm. No entanto, ao se considerar as médias das temperaturas máximas anuais, estas variaram entre 23,3 a 24,2 °C e a precipitação média anual entre 1.620 a 1.910 mm (Tabela 1), que seriam condições favoráveis ao cancro do eucalipto (FERREIRA, 1989).

De acordo com Auer (1996), as temperaturas médias de verão e a precipitação pluviométrica anual seriam suficientes para a incidência do cancro de *C. cubensis* em árvores de eucalipto em regiões subtropicais a temperadas do Brasil. Ainda de acordo com Auer (1996), estas condições tornariam o cancro de ocorrência perene em árvores de *Eucalyptus*.

Com relação à favorabilidade do clima para o cancro basal (*Botryosphaeria* sp.) no Paraná (Figura 2) e Santa Catarina (Figura 3), temos que a distribuição de áreas favoráveis e desfavoráveis seguiu a condição geográfica de cada estado.

No caso do Paraná, verificou-se que existem zonas com classes de risco desfavorável, baixo, médio, médio-alto e alto, enquanto que em Santa Catarina existem zonas com menores valores de classes de risco: desfavorável, baixo e médio. Assim, para o estado do Paraná, as áreas mais favoráveis ao cancro basal estão localizadas principalmente na faixa oeste e algumas áreas no litoral (Figura 2). Enquanto que, para o estado de Santa Catarina, as áreas mais favoráveis estão localizadas nas faixas leste e oeste.

Para os dois estados, a região central tem condições desfavoráveis à doença (Figura 3), em função de maiores altitudes e menores temperaturas máximas, que podem ser indicadas para o plantio do *E. benthamii*, visando o escape à doença.

Tabela 1. Condições climáticas médias* nos municípios com registro de cancro do eucalipto em *Eucalyptus benthamii*, nos estados do Paraná e de Santa Catarina.

Candói/PR	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Ano
Precip. Pluv. (mm)	525,5	549,2	452,2	401,5	1910,2
Temp. média (°C)	18,28	21,58	17,97	14,07	17,97
Temp. máx. (°C)	24,68	27,66	24,22	20,46	24,25
Temp. mín. (°C)	13,12	16,80	13,50	9,37	13,20

São Mateus do Sul/PR	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Ano
Precip. Pluv. (mm)	420,4	488,4	356,4	336,1	1620,2
Temp. média (°C)	18,14	21,56	18,28	14,28	18,06
Temp. máx. (°C)	24,20	27,47	24,43	20,65	24,19
Temp. mín. (°C)	13,48	17,22	14,10	9,78	13,65

Ponta Grossa/PR	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Ano
Precip. Pluv. (mm)	416,4	517,9	375,3	300,4	1605,9
Temp. média (°C)	17,69	20,75	17,59	13,91	17,47
Temp. máx. (°C)	23,96	26,74	23,87	20,47	23,75
Temp. mín. (°C)	12,93	16,41	13,40	9,33	13,01

Mafra/SC	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Ano
Precip. Pluv. (mm)	415,7	495,5	352,1	357,9	1623,8
Temp. média (°C)	17,33	20,80	17,58	13,64	17,33
Temp. máx. (°C)	23,34	26,68	23,68	19,98	23,42
Temp. mín. (°C)	12,79	16,54	13,46	9,18	12,99

Rio Negrinho/SC	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Ano
Precip. Pluv. (mm)	417,6	517,2	362,8	339,3	1642,5
Temp. média (°C)	17,19	20,72	17,53	13,56	17,24
Temp. máx. (°C)	23,13	26,56	23,59	19,88	23,29
Temp. mín. (°C)	12,73	16,51	13,45	9,13	12,96

*Fonte: (Wrege & Fritzsos, 2015).

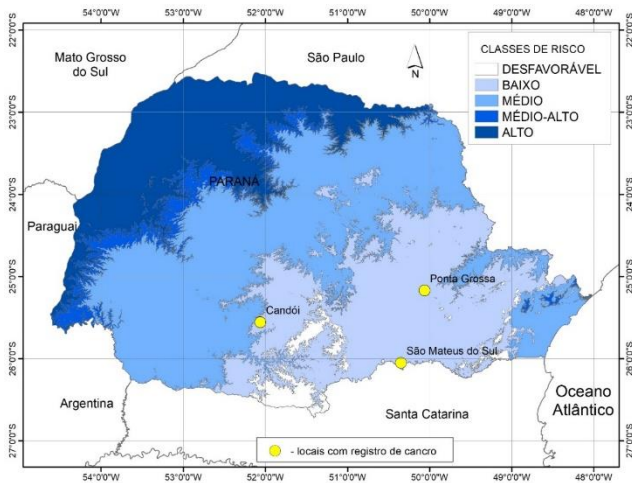


Figura 2. Mapa de risco de ocorrência do cancro basal (*Botryosphaeria* sp.) em *Eucalyptus benthamii* no estado do Paraná. Classes de risco: Desfavorável – nenhuma estação do ano favorável, Baixo - uma estação favorável, Médio - duas estações favoráveis, Alto – três ou mais estações favoráveis.

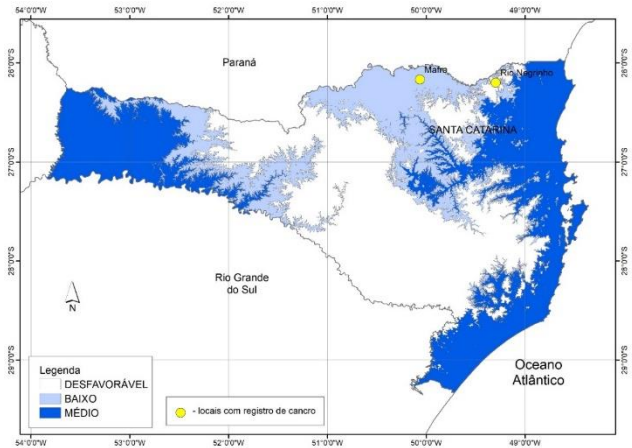


Figura 3. Mapa de risco de ocorrência do cancro basal (*Botryosphaeria* sp.) em *Eucalyptus benthamii* no estado de Santa Catarina. Classes de risco: Desfavorável – nenhuma estação do ano favorável, Baixo - uma estação favorável, Médio - duas estações favoráveis, Alto – três ou mais estações favoráveis.

Este tipo de mapeamento de áreas de risco de doença é uma estratégia de controle que pode orientar na recomendação de plantio do *E. benthamii* em áreas com baixo risco de ocorrência do cancro basal, a exemplo do que é feito com a ferrugem do eucalipto (BORA et al., 2016; SILVA et al., 2022). Esta indicação de áreas desfavoráveis à doença seria uma primeira etapa para plantio de materiais genéticos suscetíveis e uma segunda etapa seria a inoculação de material genético superior para crescimento (Alfenas et al., 2009) com isolados agressivos de *Botryosphaeria* sp para determinar os indivíduos com resistência genética. Tais indivíduos de crescimento superior e resistência ao cancro basal podem ser clonados para plantio em áreas favoráveis ao cancro basal.

Além da questão da distribuição atual das áreas de favorabilidade climática do cancro basal de *Botryosphaeria* sp. em plantios de *E. benthamii*, os dados gerados podem delimitar áreas potencialmente de risco à ocorrência do cancro do eucalipto, visando à identificação de áreas de escape ao cultivo do eucalipto no Brasil, não somente agora, mas também no futuro. Este tipo de estudo foi feito por Auer et al. (2017) para a ferrugem do eucalipto e Pirovani et al. (2011) para o cancro do eucalipto visando analisar as condições climáticas favoráveis para estas doenças em cenários futuros de mudanças climáticas constantes nos relatórios de avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, em que são relatados aumentos da temperatura do ar.

CONCLUSÕES

O mapeamento de áreas de risco do cancro basal (*Botryosphaeria* sp.) do eucalipto permite a orientação para locais adequados para o plantio de *Eucalyptus benthamii* no Paraná e Santa Catarina, de acordo com a suscetibilidade dos materiais genéticos existentes e a favorabilidade climática para ocorrência da doença. Com base nos mapas de favorabilidade, a região central dos dois estados pode ser indicada para os plantios de *E. benthamii*, onde devem haver menor incidência e severidade da doença.

A indicação de áreas com potencial de risco de ocorrência de cancro basal permite desenvolver programas de prevenção da ocorrência da doença em novas zonas e serve para suporte à tomada de decisão.

A base de dados construída também permite avançar estudos para prever os impactos das mudanças climáticas sobre as condições favoráveis para o cancro do eucalipto em plantios de *Eucalyptus benthamii* na região Sul do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio na forma de bolsa de pós-graduação ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2 Ed. Viçosa, MG. Editora UFRV. 2009. 500 p.
- ANDREJOW, G. M. P. **Identificação de espécies de eucalipto e melhoramento genético para regiões com ocorrência de geadas**. 2018. 157p. (Tese de doutorado).
- AUER, C. G. A ocorrência do cancro do eucalipto nos Estados do Paraná e de Santa Catarina. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 32/33, p. 81-83, 1996.
- AUER, C. G.; DOS SANTOS, A. F. Associação de *Botryosphaeria dothidea* com a morte de árvores jovens de *Eucalyptus benthamii* no estado do Paraná. XXXII Congresso Paulista de Fitopatologia, **Summa Phytopathologica**. v. 35. p. 084. 2009.
- AUER, C. G. et al. Doenças do eucalipto. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres. v. 2, p. 359-372. 2016
- AUER, C. G. et al. Influência das mudanças climáticas nas zonas de ocorrência da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil. **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Cap. 13. p. 262-279. 2017.
- BALDIN, T et al. Qualidade da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose por espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS). **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 126. 2020. <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n126.05>.
- BORA, K.C. et al. Favorabilidade climática para a ferrugem do eucalipto no estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**, v.42, n.1, p.24-42, 2016.
- FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: SIF, 1989. 570 p.
- FRIGOTTO, T. et al. Desempenho de espécies e procedências de *Eucalyptus* no Planalto Norte Catarinense, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 127. 2020. <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n127.14>.
- PIROVANI, D. B. et al. Análise de risco do estabelecimento do cancro do eucalipto no Brasil face às mudanças climáticas globais. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, s. pag. 2011.
- SANTOS, P. E. T. et al. Melhoramento genético de eucaliptos subtropicais: contribuições para a espécie *Eucalyptus benthamii*. Colombo: Embrapa Florestas, 2020. 85 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 347)
- SCHULTZ, B. **Levantamento de doenças bióticas e abióticas em *Eucalyptus benthamii* Maiden nos estados do Paraná e Santa Catarina**. 101p. 2011. (Dissertação de mestrado).
- SILVA, L. D. et al. **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba: FUPEF, 150 p. 2012.
- SILVA L. G. et al. Evasive planning for the management of *Eucalyptus* rust *Austropuccinia psidii* for Espírito Santo state, Brazil. **Forests**. v. 13, n. 5, p. 646. 2022. <https://doi.org/10.3390/f13050646>.
- SOARES, I. D. et al. Fungos associados à mancha foliar em *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage na Região Sul do Brasil. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2 n. 2 p. 32-37, 2017.
- TOMIO, G. F. et al. Rendimento e qualidade da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage de rotação longa no processo de desdobro. **Scientia Forestalis**. v. 49, n. 132. e3689. 2021. <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n132.01>.
- WREGGE, M.S.; FRITZSONS, E. **Dados climáticos dos municípios da região Sul do Brasil**. Dados eletrônicos. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 442p. (Documentos).
- WREGGE, M. S. et al. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. v. 1. 332p.