

Sistema web para predição de brusone em plantas de arroz

Marcelo Gonçalves Narciso

Doutor em Computação Aplicada

E-mail: marcelo.narciso@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4265-8006>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1175679097609016>

Murillo Lobo Júnior

Doutor em Fitopatologia

E-mail: murillo.lobo@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3681-4570>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3352833548668460>

RESUMO

A brusone é a principal doença que atinge o arroz, causando perdas na lavoura e consequente prejuízos para o produtor. Para que o responsável ou produtor possa tomar ações para proteger sua lavoura, existe um sistema que alerta sobre o aparecimento da brusone, chamado Infobrusone. Este sistema calcula o risco de aparecimento de brusone e mostra ao produtor a possibilidade de aparecimento desta doença, dadas as condições climáticas. Este trabalho descreve como foi calculada a fórmula para o risco de aparecimento da brusone e descreve o sistema Infobrusone, o qual mostra, em um mapa, em cada cidade do Estado de Goiás, a probabilidade de ocorrer brusone na lavoura de arroz.

Palavras-chave: Brusone. Risco. Predição. Sistema Web.

1 INTRODUÇÃO

A **brusone do arroz** é causada pelo fungo *Magnaporthe oryzae*, também conhecido como *Pyricularia oryzae*, e pode aparecer em **algumas partes da planta**, dependendo da fase de desenvolvimento. Pode se manifestar nas folhas, panícula, nos grãos e nas cascas dos grãos. É a principal doença que ataca a planta de arroz e compromete tanto a produtividade quanto a qualidade do grão. Quando o ataque acontece durante a fase de crescimento da planta (fase vegetativa), os danos são visíveis, isto é, ocorre a redução na altura da planta, diminuição de número de perfilhos (os brotos que saem da base da planta) e diminuição no número e na qualidade dos grãos formados, conforme descrito em (AEGRO, 2025).

O sintoma de brusone mais clássico nas **folhas** começa com pequenos pontos de cor castanha. Com o tempo, esses pontos evoluem para manchas em formato de elipse (ovaladas). Estas manchas crescem no sentido da nervura da folha, apresentando um centro cinza e bordas de cor marrom. Em alguns casos, pode haver um anel amarelado ao redor da mancha (AEGRO, 2025). A Figura 1 ilustra o que foi descrito.

Figura 1. Brusone em folhas de arroz.



Fonte: Matzenbacher e Funck em Planeta Arroz

Esse dano reduz a **área fotossintetizante**, ou seja, a capacidade da folha de gerar energia para a planta, o que resulta em menor produção de grãos. Se a infecção for severa no início do desenvolvimento, a planta pode morrer. Outros locais na planta onde a brusone pode ocorrer são os colmos e os nós (fase reprodutiva), panículas (uma estrutura que abriga as flores e, posteriormente, as espiguetas, que se tornarão os grãos de arroz), grãos e casca, essa última ilustrada na Figura 2. Mais informações sobre a brusone podem ser vistas em (AEGRO, 2025).

Figura 2. Brusone na casca do arroz.



Fonte: APS <https://www.apsnet.org/edcenter/pdlessons/Pages/RiceBlastPort.aspx>

A tabela 1 a seguir resume os efeitos da brusone na planta de arroz.

Tabela 1. Efeitos da brusone em plantas de arroz.

Parte afetada	Sintoma principal	Efeito
Folhas	Manchas em forma de diamante	Reduz fotossíntese
Nó/colmo	Escurecimento e quebra	Tombamento da planta
Pescoço da panícula	Estrangulamento da panícula	Panículas brancas, sem grãos
Grãos e casca dos grãos	Manchas escuras nos grãos	Reduz qualidade

Fonte: Autores.

A **brusone** (*Magnaporthe oryzae*) é **altamente dependente das condições ambientais**, especialmente **chuva, temperatura e umidade relativa**. A **umidade relativa do ar e também o molhamento foliar são muito importantes para a infecção**. O fungo precisa de **água livre nas folhas** (orvalho, chuva ou irrigação por aspersão) para germinar e penetrar. **O molhamento foliar contínuo de 8 a 10 horas** já permite a infecção e a **umidade relativa acima de 90%** favorece fortemente o desenvolvimento da brusone. **Quanto maior o tempo de molhamento**, maior a severidade da brusone. Se o ar está seco e o orvalho evapora rápido, o fungo não consegue completar o ciclo. Por outro lado, a temperatura do ar regula o crescimento do fungo e a infecção, **chuvas frequentes e leves** (com ventos suaves) favorecem a **disseminação dos esporos**, e **ventos suaves** ajudam a espalhar os esporos do fungo entre plantas e talhões.

Para ajudar ao combate da brusone em lavouras de arroz, é possível prever o risco de aparecimento da doença conforme dados climáticos como a umidade do ar, chuva, velocidade do vento e temperatura. Desta forma, foi pensado um sistema web que pudesse prever condições ideais para o aparecimento da brusone com relativa certeza, e assim poder alertar o produtor que as condições climáticas estão propícias

ao aparecimento da brusone. Este trabalho tem como objetivo mostrar o sistema Infobrusone para a predição do aparecimento da brusone em plantações de arroz no Estado de Goiás.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme descrito na introdução deste trabalho, a **brusone** (*Magnaporthe oryzae*) é **altamente dependente das condições ambientais**, especialmente **chuva, temperatura, velocidade do vento e umidade relativa**. Desta forma, considerando que existem 12 anos de dados (1998 a 2009) sobre o aparecimento da brusone, conforme condições climáticas, é possível desenvolver um conjunto de regras para estimar o risco de aparecimento da brusone usando técnicas de aprendizado de máquina (AP). Assim, podem ser obtidas regras ou árvores de decisão sobre a severidade de aparecimento de brusone na lavoura de arroz.

Uma vez que as regras e árvores de predição sejam obtidas, por meio de (AP), é necessário ter os dados climáticos temperatura e umidade do ar, precipitação e velocidade do vento. Estes dados climáticos são possíveis de serem obtidos através de instituições como Inmet (www.inmet.gov.br), Agridempo (www.agritempo.gov.br) e Nasa Power (<https://power.larc.nasa.gov/>). Com estes dados climáticos e a predição obtida por (AP), é possível construir um sistema web que possa predizer o aparecimento da brusone para o Estado de Goiás.

Este sistema pode também usar um mapa para apresentar os dados de predição para o usuário saber a possibilidade de ocorrência da brusone em sua lavoura de arroz.

Além dos dados sobre brusone, citados anteriormente, que podem gerar conhecimento, existem algumas regras da literatura sobre a brusone e que também são usadas no sistema proposto, chamado Infobrusone. As Tabelas 2 e 3 ilustram algumas destas regras.

Tabela 2. Variáveis climáticas que contribuem para o aparecimento da brusone

Fator climático	Condição favorável	Efeito sobre a brusone
Umidade relativa	> 90%	Alta esporulação e infecção
Molhamento foliar	≥ 8 h contínuas	Infecção eficiente
Temperatura	24–28°C	Máximo crescimento do fungo
Chuva	Chuvas leves e frequentes	Dissemina esporos
Nebulosidade	Alta	Aumenta molhamento
Vento	Suave e constante	Espalha a doença

Fonte: Autores.

Tabela 3. Faixas de temperatura que regulam o crescimento do fungo e a infecção

Etapa	Faixa ideal (°C)	Efeito fora da faixa
Germinação dos esporos	25–28°C	<20°C → germina devagar / >33°C → morre
Infecção da planta	24–28°C	<20°C → infecção lenta / >32°C → inibe o fungo
Esporulação (produção de conídios)	25°C	<18°C → reduzida / >30°C → pouca esporulação

Fonte: Autores.

As regras acima, descritas nas Tabelas 1 e 2, foram obtidas de alguns trabalhos sobre o tema brusone, que são descritos a seguir. O trabalho de Ou, S.H. (1985), mostra que a brusone ocorre mais sob **alta umidade (>90%)**, **chuva frequente e temperaturas entre 24–28 °C**. Prabhu et al. (2003) indica que **chuvas prolongadas e orvalho intenso** aumentam o molhamento foliar, favorecendo infecção e esporulação da brusone. Em **Filippi et al. (2009)** é mostrada a correlação positiva entre **umidade relativa e precipitação** com a **severidade da brusone**, principalmente em temperaturas próximas de 26 °C. Um trabalho do IRRI, (2013), destaca que o desenvolvimento da brusone é máximo quando existe **alta umidade e temperaturas moderadas**, e praticamente cessa abaixo de 20 °C ou acima de 30 °C. Outro trabalho de Filippi et al., (2015), menciona que a temperatura ideal para o rápido desenvolvimento da brusone varia entre 20 °C a 25 °C” no Brasil, e relacionam **alto teor de umidade, duração do molhamento foliar e temperaturas amenas (~24–28 °C e umidade relativa > 90%)** com maior severidade. Também cita que o período mínimo de duração do orvalho (molhamento foliar) é de seis a oito horas.

3 RESULTADOS

O conjunto de dados que correlacionam aparecimento da brusone em partes de plantas de arroz com variáveis climáticas (temperatura e umidade do ar, precipitação e velocidade do vento) foi usado como entrada para algoritmos classificadores de (AP) como Random Forest, Multi Layer Perceptron (MLP), J48, e outros. A tabela 4 mostra os resultados para o caso de brusone na folha versus acurácia de alguns dos algoritmos de (AP) que obtiveram os melhores resultados. O objetivo de cada algoritmo é classificar corretamente a presença de brusone nas folhas conforme a severidade (nula, baixa, média, alta e muito alta).

Tabela 4. Acurácia de algoritmos de AP para estimar brusone em folhas de arroz

Algoritmo de (AP)	Acurácia (%)
Multi Layer Perceptron (MLP)	87,7
Random Forest (RF)	89,2
Random Tree	85,3
REP Tree	79,4
Support Vector Machine	78,0
XGBoost	85,8
JRIP	87,3

Adaboost	81,4
J48	81,7

Fonte: Autores.

Com respeito à tabela acima, os resultados indicam que o Random Forest foi o melhor algoritmo para os dados de 12 anos e com os parâmetros usados. Porém, ao rodar 3 algoritmos juntos, ensemble learning ou aprendizado em conjunto, foi possível melhorar esta marca para 90,7% (RF, Random Tree e XGBoost).

O mesmo procedimento foi feito para o caso da brusone na panícula, e os resultados estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Acurácia de algoritmos de AP para estimar brusone em panículas de arroz

Algoritmo de (AP)	Acurácia (%)
Multi Layer Perceptron (MLP)	82,1
Random Forest (RF)	87,9
Random Tree	86,3
REP Tree	81,2
Support Vector Machine	80,2
XGBoost	87,2
JRIP	84,1
Adaboost	88,5
J48	87,8

Fonte: Autores.

Usando a técnica do Ensemble learning (XGBoost, RF e J48), tal como foi feito para o caso da brusone nas folhas, o resultado melhorou um pouco para 90,8.

Os dois resultados, com seus melhores modelos obtidos (melhores resultados) foram selecionados para o sistema web. Além destes modelos, considerando que algumas variáveis climáticas poderão não existir em algum momento, como a umidade do ar, por exemplo, seja por defeito ou avaria na estação meteorológica, seja outro problema qualquer (o dado não estar disponível, no momento), são usadas regras que dependem de outras variáveis climáticas que possam ser estimadas pela estação Nasa Power, citada anteriormente. Neste caso, esta estação virtual tem apenas um dado por dia e assim poderão ser usadas as regras descritas na literatura, conforme citado anteriormente, como por exemplo, se a temperatura do ar estiver no intervalo 24–28°C e a umidade relativa (UR) > 90%, então o risco é alto. Assim, sempre existirá uma previsão, desde que exista alguma variável climática disponível para alguma regra que possa avaliar o risco de aparecimento de brusone.

Uma vez que existam os modelos gerados pelos algoritmos de (AP) para predizer o aparecimento de brusone (risco de aparecimento) e as regras de variáveis climáticas descritas na literatura relacionadas ao

risco da doença, foi possível construir um sistema de alerta para o risco de aparecimento de brusone no Estado de Goiás onde exista pelo menos uma estação meteorológica do Inmet. A Figura 3 ilustra a página inicial do sistema, que está em www.cnpaf.embrapa.br/brusone

Figura 3 – página inicial do sistema web infobrusone

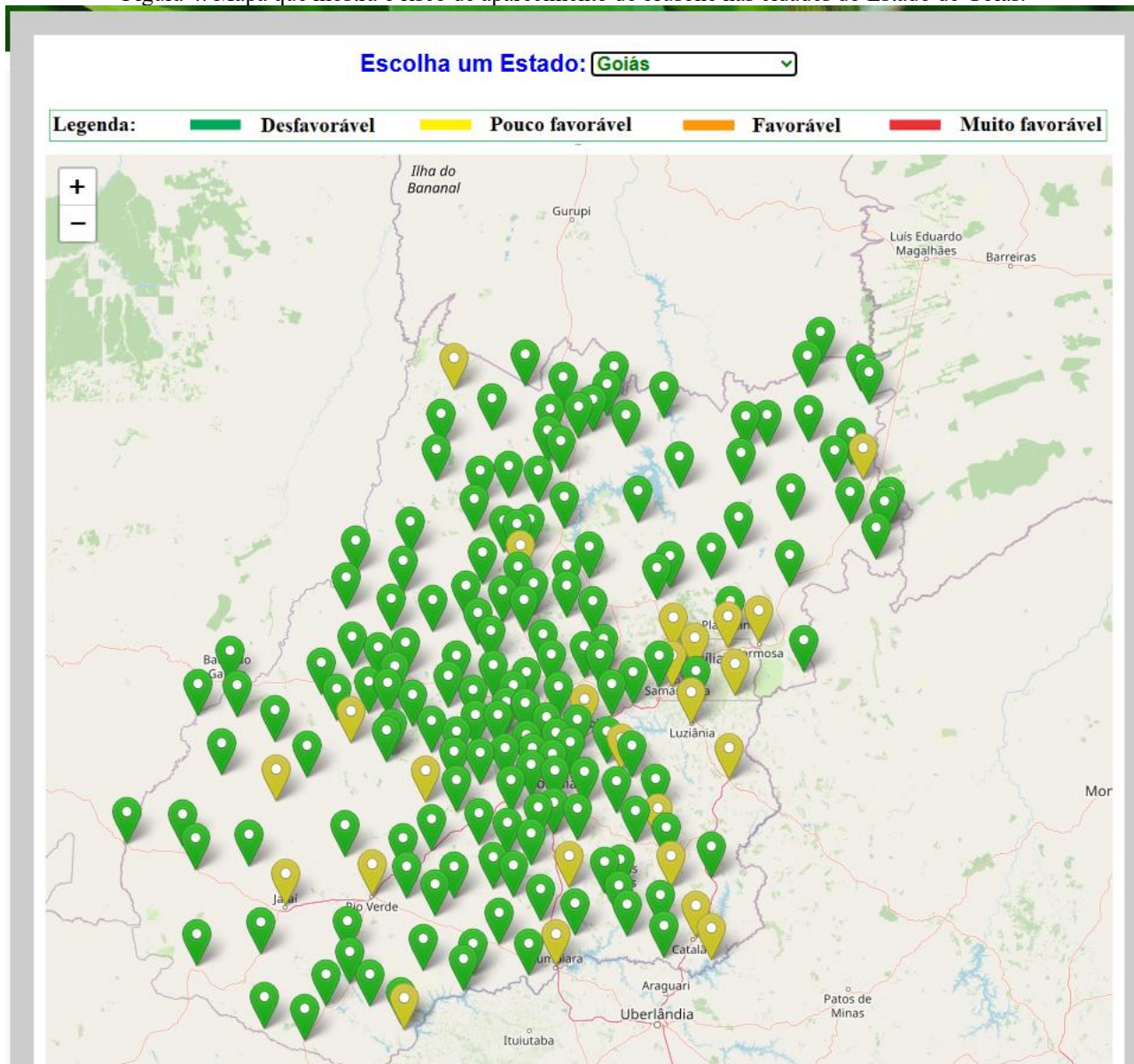


Este sistema contém algumas abas para ajudar o usuário a entender como usar o sistema e suas funcionalidades. Uma das abas permite ver um mapa das cidades do Estado de Goiás e em cada município, um “pingo” com a cor indicando o risco de aparecimento da brusone em cada município. Os tipos de riscos são: “Desfavorável”, “Pouco Favorável”, “Favorável” e “Muito Favorável”.

Para mostrar o mapa, o sistema Infobrusone usa uma API (Interface de Programação de Aplicações) de mapas conhecida por Leaflet (Leaflet, 2025). Este software é livre e não tem limites de acessos. Serviços de mapas como Google Maps (GOOGLE, 2025) e Here maps (Here, Technologies, 2025) não são completamente livres e possuem restrições de uso e modelos pagos, especialmente para usos comerciais, em sites, aplicativos ou sistemas. Desta forma, visto que a API de mapas Leaflet atendia aos requisitos do Infobrusone, foi escolhida para ser a interface de mapas para mostrar graficamente o risco de aparecimento

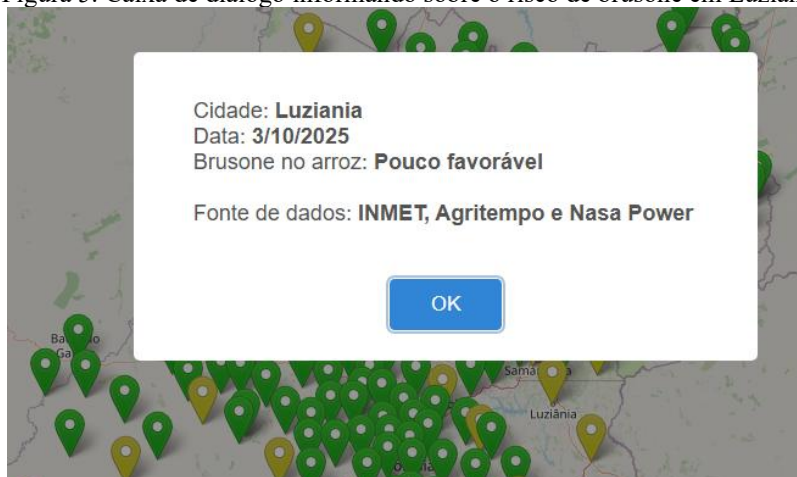
de brusone no Estado de Goiás. A Figura 4 ilustra o risco de aparecimento de brusone nos municípios de Goiás em 30 de setembro de 2025.

Figura 4. Mapa que mostra o risco de aparecimento de brusone nas cidades do Estado de Goiás.



Ao passar o mouse sobre uma “gota”, aparecerá o nome do município. Ao clicar na gota, uma caixa de diálogo irá aparecer dizendo o risco e mais algumas informações, conforme descrito na Figura 5.

Figura 5. Caixa de diálogo informando sobre o risco de brusone em Luziana



Este site foi construído usando-se HTML e CSS para desenvolver as páginas web que o usuário acessa, linguagem PHP para cálculos diversos, incluindo as regras de classificação do risco de aparecimento de brusone e acesso à base de dados do sistema, a qual foi desenvolvida usando-se o sistema gerenciador de banco de dados MySQL. As regras de classificação foram geradas em linguagem python, a partir de geração de resultados, descritos anteriormente (ensemble learning). As regras dos modelos gerados foram extraídas e posteriormente codificadas em PHP.

4 CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

Este trabalho mostrou o sistema Infobrusone, o qual correlaciona algumas variáveis climáticas com o risco de aparecimento de brusone. Com isto, o produtor de arroz poderá ter uma ferramenta de alerta para o caso de ter ambiente perfeito para a brusone aparecer e desenvolver. Inicialmente, foi feito para o Estado de Goiás este site, mas futuramente outros estados serão contemplados, conforme os dados de brusone com variáveis climáticas forem sendo consolidados. Os dados sobre MT e MS já existem e futuramente serão também contemplados pelo sistema.

REFERÊNCIAS

AEGR0. Google Maps. Disponível em: <https://aegro.com.br/blog/brusone-no-arroz/>. Acessado em: Out, 2025.

Filippi, M. C. C. et al. Influência de fatores climáticos na ocorrência da brusone em arroz irrigado. *Tropical Plant Pathology*, 34(5), p 345–352, 2009.

IRRI (International Rice Research Institute). *Rice Blast Disease: Biology and Management*. Los Baños, Philippines, 2013)

FILIPPI, M. C. C.; D'ÁVILA, L. S.; GONÇALVES, F. J.; DEL PONTE, E.; ARAÚJO, L. G.; SILVA, G. B. da; CARDOSO, E.; SILVA-LOBO, V. L. Incidência de brusone (*Magnaporthe oryzae*) na cultura do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, Pelotas, 2015.

GOOGLE. Google Maps. Disponível em: <https://maps.google.com>. Acessado em: Out, 2025.

HERE TECHNOLOGIES. HERE WeGo Maps. Disponível em: <https://wego.here.com>. Acessado em: Out, 2025.

LEAFLET. An open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps. Disponível em <https://leafletjs.com/examples/quick-start/>. Acessado em: Out, 2025.

Ou, S.H. *Rice Diseases*. 2nd Edition, Commonwealth Mycological Institute, Kew, 380 p. Disponível em <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1958442>

Prabhu, A. S., Filippi, M. C., & Castro, E. M. (2003). Doenças do arroz. In: Kimati, H. et al. (Eds.), *Manual de Fitopatologia*, 4ª ed., Vol. 2. São Paulo: Agronômica Ceres.