

## **Como a estatística bayesiana ajudou a encontrar os destroços do voo AF 447**

Dalton da Silva Vieira – Estatística, UFCG  
dalton.silva@estudante.ufcg.edu.br  
Programa de Educação Tutorial (PET) – Matemática e Estatística

A inferência bayesiana é uma abordagem estatística que utiliza a definição de probabilidade como uma medida de informação. O principal aspecto dessa metodologia é a habilidade de combinar novas evidências com informações prévias, utilizando a regra de Bayes. Para mais informações sobre a estatística bayesiana consultar (Ricardo S Ehlers, 2007).

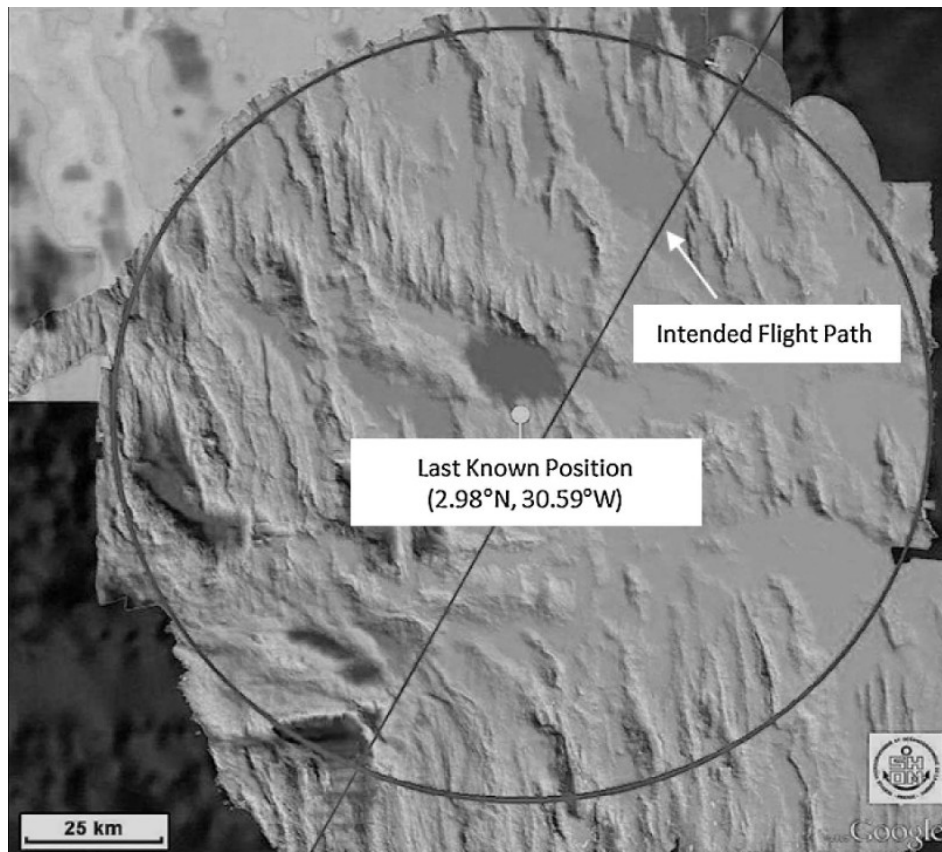
A análise a partir de métodos bayesianos é ideal para planejar pesquisas complicadas envolvendo incertezas. No presente texto é mostrado o caso do voo AF 447 que desapareceu no Atlântico, onde se passou mais de um ano de buscas fracassadas para encontrar os destroços subaquáticos e após a utilização de um método bayesiano os destroços foram encontrados em uma semana. Essa abordagem já foi de suma importância anteriormente em casos de buscas importantes e bem-sucedidas, posso citar dois casos em particular. A busca pelo USS Scorpion, submarino nuclear estadunidense que desapareceu em 1968 durante o contexto da guerra fria, e a busca pela SS Central America que era um navio a vapor e afundou em um furacão em setembro de 1857. Assim como os dois casos citados, a busca pelos destroços do voo AF 447 foi bastante complicada. Nesses casos não é possível recriar várias as condições do acidente e registrar a frequência relativa no local onde a aeronave atinge a água, tornando inviável as definições de distribuições de probabilidade em termos da frequência relativa. Dessa forma se faz necessário a utilização de métodos bayesianos a partir de definições subjetivas de probabilidade.

Em 1 de junho de 2009 o voo AF 447 da Air France que partia do Rio de Janeiro com destino a Paris desapareceu durante uma tempestade sobre uma parte do Atlântico. Ao receber a notificação do que tinha acontecido a Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile (BEA), que é a agência do governo francês destinada para a investigação de acidentes aéreos, inicia as buscas pelos destroços do avião. Após quase dois anos sem sucesso, um grupo de estatísticos foi contratado pela BEA para desenvolver uma distribuição de probabilidade para a localização dos destroços. Usando um procedimento Bayesiano desenvolvido para planejamento de busca para produzir a distribuição de localização de destino posterior. Essa distribuição foi utilizada para orientar as buscas no terceiro ano, e os destroços foram encontrados com uma semana de busca submarina.

Assim que notificada a BEA e outras organizações começaram uma busca internacional utilizando aeronaves e navios de superfície para procurar por sinais do avião e de sobreviventes. No sexto dia de busca, os primeiros detritos e corpos foram encontrados 38NM ao norte da última posição conhecida do avião. A Figura 1 mostra a localização, trajetória de voo e um círculo de 40 NM cujo o ponto marcado sobre ele

é a última posição conhecida da aeronave, esse círculo representa a área que a análise fornecida pela BEA determinou que deveriam estar os destroços da aeronave.

Figura 1. Última posição da aeronave, trajetória de voo pretendida e o círculo de 40 NM.

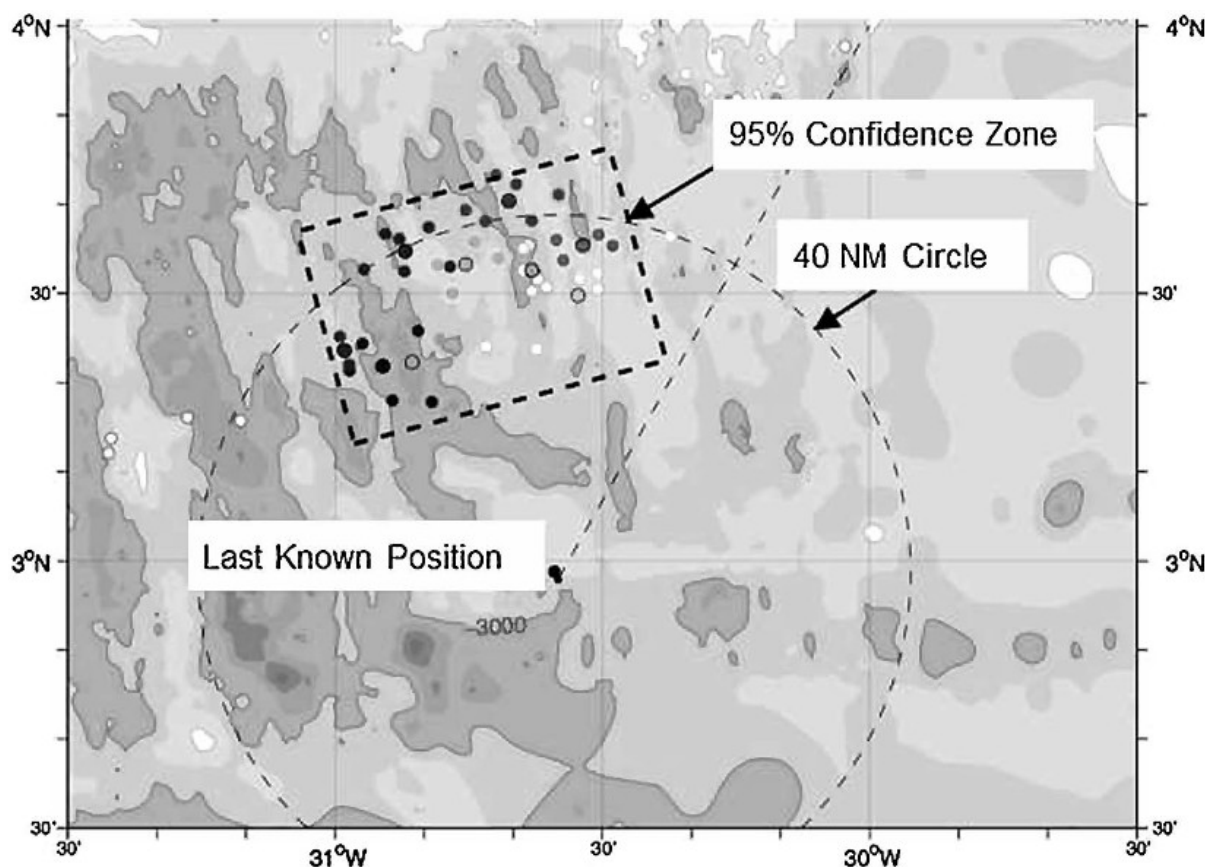


Fonte: <https://doi.org/10.1214/13-STS420>

A aeronave estava equipada com dois gravadores, um de dados e o outro de voz do cockpit. Ambos estavam equipados com um sinalizador localizador subaquático que emite um sinal acústico em contato com a água. Em 10 de junho de 2009 a BEA iniciou uma busca para detectar os sinais emitidos pelos aparelhos, onde foram utilizados sensores acústicos em navios. Essa busca durou 31 dias até o tempo estimado para o descarregamento das baterias dos gravadores. Após o fracasso, em agosto de 2009 a BEA inicia uma outra busca também malsucedida utilizando um sonar lateral para detectar os destroços no fundo do oceano.

Ainda em 2009, a BEA enviou um grupo de especialistas oceanográficos para estimar as correntes na área no momento do acidente e usar essas estimativas juntamente com os horários e locais onde a busca na superfície localizou alguns corpos e detritos do avião para tentar chegar a uma localização estimada dos destroços. A Figura 2 mostra uma área retangular ao norte e oeste da última posição conhecida, esse retângulo é o resultado da estimacão feita pelo grupo de oceanográficos com uma zona de confiança de 95%.

Figura 2. A zona de confiança de 95% recomendada pelos oceanógrafos.



Fonte: <https://doi.org/10.1214/13-STS420>

O retângulo obtido pelo grupo de oceanógrafos foi utilizado nas buscas de acústica ativa, em abril e maio de 2010. Para realização dessas buscas foram utilizadas duas equipes, uma da Marinha dos EUA junto com a Phoenix International que usou um sistema de sonar de varredura lateral rebocado. E a outra do Woods Hole Oceanographic Institute que usou sistemas autônomos de veículos aquáticos com sonares de varredura lateral e veículo operado. Infelizmente as buscas dentro da área demarcada pelo retângulo da Figura 2 assim como as anteriores não foram bem-sucedidas.

Após nenhum dos esforços de buscas feitos anteriormente para encontrar os destroços do avião serem bem-sucedidos, a BEA incorporou no projeto de buscas um grupo de estatístico para revisar todas as informações sobre a perda do AF 447, incluindo os esforços de busca anteriores para produzir uma distribuição de probabilidade que representa a localização dos destroços subaquáticos. Ao concluir a análise feita através de métodos bayesiano, os destroços foram encontrados no fundo do oceano, aproximadamente a 14.000 pés abaixo da superfície. Também foram encontrados os gravadores de dados e de voz do cockpit, o que permitiu a BEA concluir o motivo do acidente. Encontrar o resto dos destroços do AF 447 foi bastante importante pois além de concluir as causas do acidente, permitiu a devolução de

alguns corpos ainda não encontrados, e dessa forma levar conforto aos familiares das vítimas.

## REFERÊNCIAS

[1] Lawrence D. Stone. Colleen M. Keller. Thomas M. Kratzke. Johan P. Strumpfer. "Search for the Wreckage of Air France Flight AF 447." *Statist. Sci.* 29 (1) 69 - 80, February 2014. <https://doi.org/10.1214/13-STS420>.