



CEFET/RJ

Detecção Online de Eventos



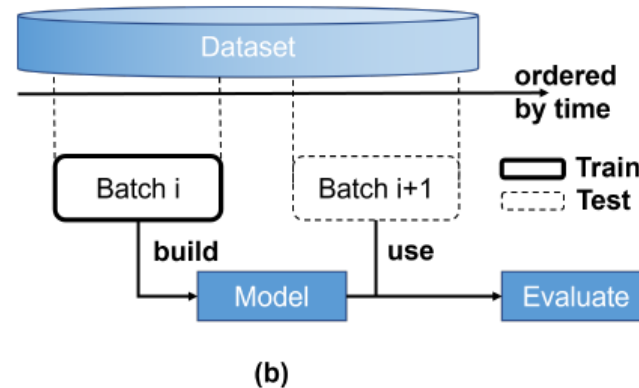
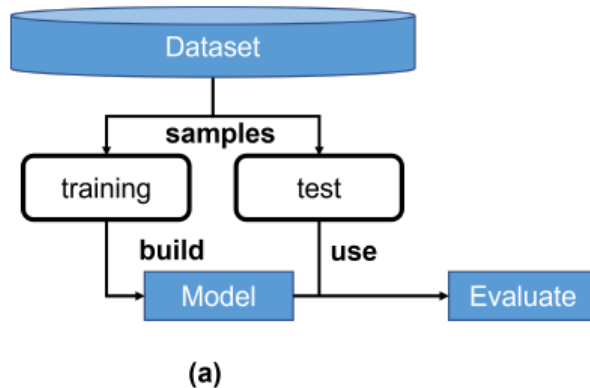
Eduardo Ogasawara

eduardo.ogasawara@cefet-rj.br

<https://eic.cefet-rj.br/~eogasawara>

Detecção Online vs. Offline

- Offline: a análise ocorre somente após toda a série estar disponível
- Online: decisões são tomadas ponto a ponto, à medida que os dados chegam
- Detecção online é essencial em sistemas com resposta imediata, como fraudes, sensores, notícias ou redes sociais



Tipos de Análise Online

- A detecção online pode ser estruturada em diferentes abordagens:
 - Ponto a ponto (point-wise): decisões em cada instante (ex: mudança detectada em t)
 - Baseada em janela (window-based): decisões baseadas em blocos recentes (ex: 10 últimos valores)
 - Streaming contínuo: sistemas que operam indefinidamente com atualização incremental

Desafios da Detecção Online

- Latência: tempo de resposta rápido é essencial
- Falsos positivos/negativos: balancear precisão e rapidez
- Adaptação: métodos precisam lidar com mudanças de conceito (drift)

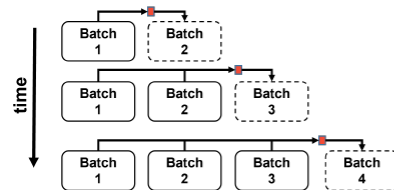
Aplicações em Cenários em Tempo Real

- Monitoramento de sensores industriais e IoT
- • Detecção de fraudes em tempo real
- • Análise de redes sociais e notícias
- • Vigilância epidemiológica e saúde digital

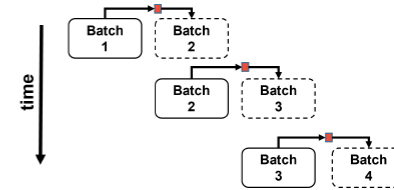
Gerência de Memória em Processamento Online

- Em detecção online, o sistema precisa processar dados continuamente com recursos limitados, especialmente memória
- A gerência de memória envolve:
 - Manter apenas os dados recentes (janelas deslizantes)
 - Descartar eventos antigos automaticamente
 - Usar estruturas compactas para armazenamento (ex: sumários estatísticos)
- O objetivo é garantir respostas rápidas sem comprometer o desempenho ou a detecção

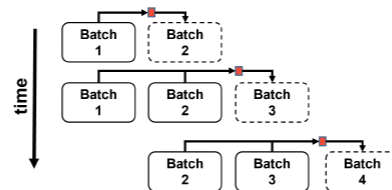
(a) full memory



(b) no memory



(c) windowed memory



Janela Deslizante em Detecção Online

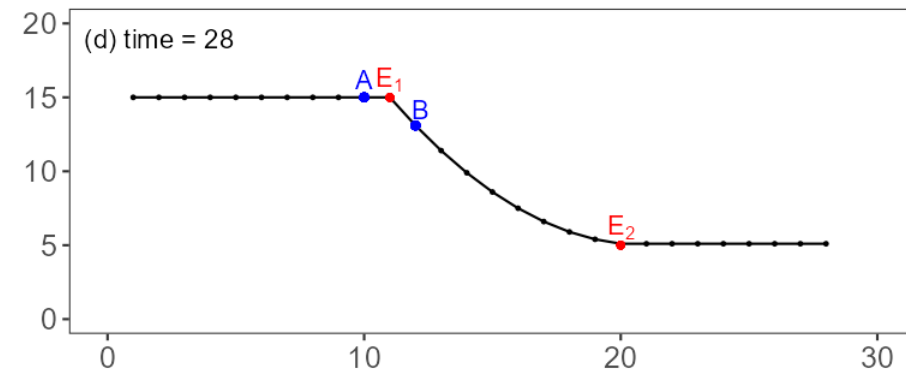
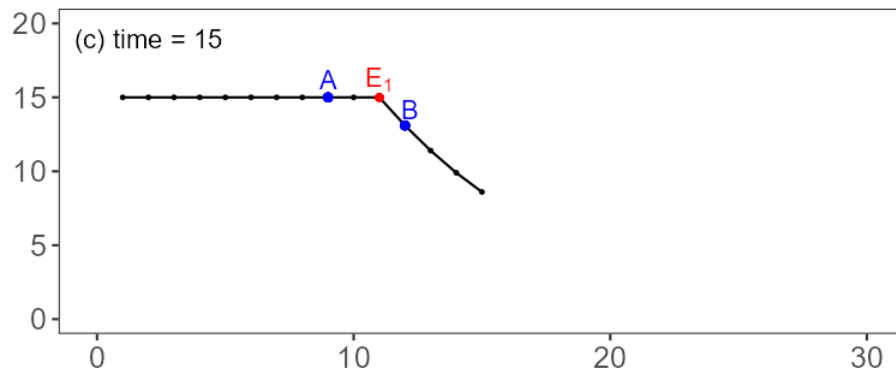
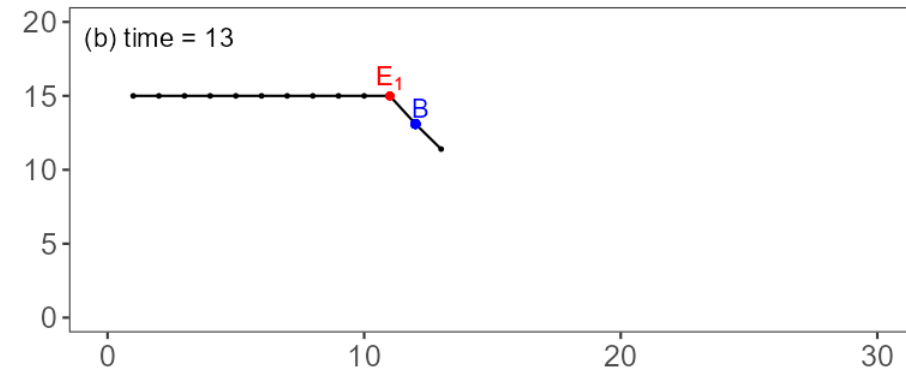
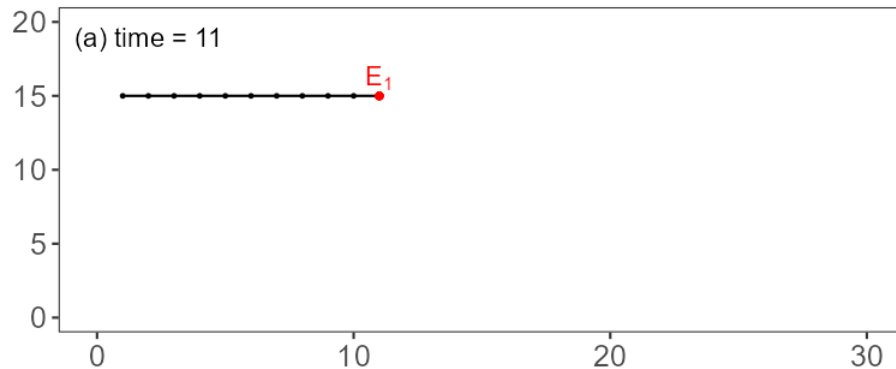
- Muitos algoritmos online utilizam janelas deslizantes (sliding windows) para manter apenas os dados mais recentes:
 - Permite limitar o uso de memória e focar em padrões recentes
 - A janela pode ser fixa ou adaptativa, dependendo do algoritmo
 - Exemplo: detectar anomalias considerando apenas os últimos 50 pontos da série

Predição Online com Séries Temporais

- Predição online envolve gerar estimativas em tempo real com base em séries temporais:
 - Classificação: prever a classe do próximo evento (ex: falha, normal)
 - Regressão: prever o valor futuro de uma variável
- Algoritmos precisam lidar com baixa latência, restrições de memória e mudança de conceito (drift)

Avaliação Temporal e Atraso

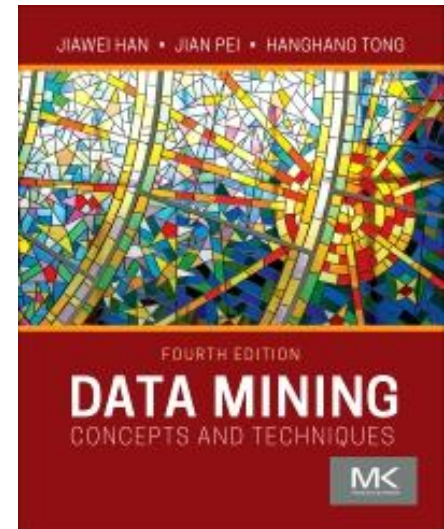
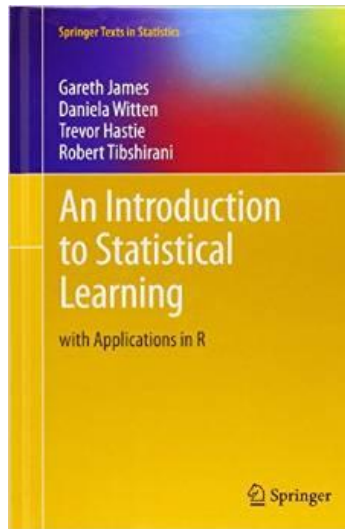
- Avaliar detecção online exige considerar:
 - Tempo de detecção (delay) após ocorrência do evento real
 - Janelas de tolerância: acertos parciais se o evento for detectado logo após ocorrer
 - Trade-off entre rapidez e precisão



Resumo do Capítulo

- Detecção online é essencial em aplicações com dados em tempo real
 - Exige algoritmos rápidos, precisos e adaptáveis
 - Métodos precisam equilibrar sensibilidade e robustez
 - Visualizações ajudam a compreender a resposta em tempo real

Referências



- [1] Ogasawara, E.; Salles, R.; Porto, F.; Pacitti, E. Event Detection in Time Series. 1. ed. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025.
- [2] Cryer, J. D.; Chan, K.-S. Time Series Analysis: With Applications in R. Springer Science & Business Media, 2008.
- [3] Han, J.; Pei, J.; Tong, H. Data Mining: Concepts and Techniques. 4th edition ed. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, 2022.
- [4] James, G. M.; Witten, D.; Hastie, T.; Tibshirani, R. An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R. [s.l.] Springer Nature, 2021.

