

APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA SAÚDE

Análise de Sobrevivência: o fator tempo na predição clínica

Censura, risco, trajetórias longitudinais e modelos para perguntar quando

APOSTILA TÉCNICA · ENCONTRO 11

Prof. Flávio Luiz Seixas
Pós-graduação em Computação

Sumário

Sumário	2
Introdução	3
1. Evento, origem temporal e censura.....	3
2. Kaplan–Meier e risco	3
3. Regressão de Cox	4
4. Longitudinalidade, competição e ML	4
Síntese do encontro.....	4
Referências	4

Introdução

Quando o desfecho é tempo até um evento, reduzir o problema a uma classe binária perde informação e trata observações incompletas de forma inadequada. A análise de sobrevivência representa evento, tempo e censura conjuntamente. [1]

O encontro apresenta Kaplan–Meier, regressão de Cox, dados longitudinais e extensões de aprendizado de máquina. As definições são acompanhadas dos pressupostos disponíveis nos PDFs locais. [1]

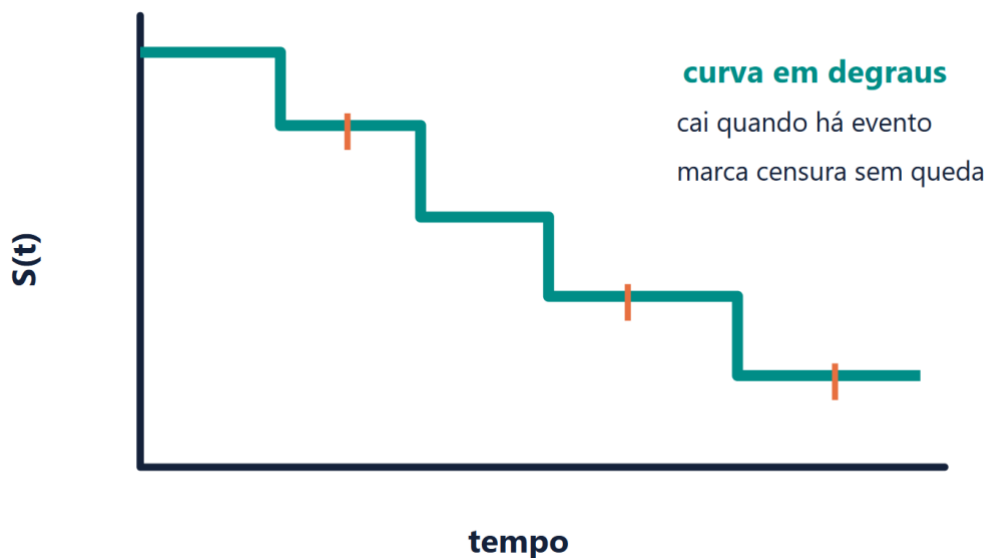


Figura 1 — Curva de sobrevivência em degraus. Fonte: elaboração própria com base em [1].

1. Evento, origem temporal e censura

A análise de sobrevivência modela o tempo desde um ponto inicial definido até um evento, como recidiva, início de doença ou morte. O tempo zero deve ser comparável entre indivíduos e o evento precisa de definição operacional [1].

Há censura quando o tempo exato do evento não é observado durante o acompanhamento. Um paciente pode sair do estudo, perder seguimento ou terminar o período sem evento. A observação censurada informa que o indivíduo permaneceu livre do evento até certo tempo; não equivale a ausência definitiva de evento [1].

CONCEITO-CHAVE

A análise de sobrevivência modela o tempo desde um ponto inicial definido até um evento, como recidiva, início de doença ou morte.

2. Kaplan–Meier e risco

O estimador de Kaplan–Meier calcula a sobrevivência como produto de probabilidades condicionais ao longo dos tempos de evento. Sua curva em degraus muda quando eventos ocorrem e mantém censurados no conjunto de risco apenas enquanto permanecem observáveis [1].

A função de risco descreve a ocorrência do evento ao longo do tempo entre quem permanece sob risco. Sobrevivência e risco são relacionados, mas não intercambiáveis [1].

3. Regressão de Cox

A regressão de Cox relaciona covariáveis ao risco por razões de riscos e deixa a forma do risco basal não especificada. A interpretação usual pressupõe proporcionalidade: o efeito relativo das covariáveis permanece constante no tempo. Quando esse pressuposto falha, efeitos dependentes do tempo ou outros modelos devem ser considerados [1].

4. Longitudinalidade, competição e ML

Dados longitudinais registram medidas repetidas e podem ser representados por linhas do tempo que localizam eventos e medições. A escolha entre representação contínua ou discreta depende do tipo e da disponibilidade das medidas [1].

Algoritmos de árvores, florestas, boosting e redes neurais foram adaptados para censura e tempo até evento. Modelos complexos podem representar não linearidades, mas continuam dependentes de definição temporal, validação e métricas apropriadas [1].

O QMD prevê uma discussão de riscos competitivos. Como os PDFs disponíveis não dão suporte suficiente à sua modelagem, essa extensão não é desenvolvida na apostila.

LIMITAÇÃO DOCUMENTAL

Riscos competitivos e métricas específicas de sobrevivência têm cobertura limitada nos PDFs disponíveis.

Síntese do encontro

Evento, origem temporal e censura: a análise de sobrevivência modela o tempo desde um ponto inicial definido até um evento, como recidiva, início de doença ou morte.
Kaplan–Meier e risco: o estimador de kaplan–meier calcula a sobrevivência como produto de probabilidades condicionais ao longo dos tempos de evento.
Regressão de Cox: a regressão de cox relaciona covariáveis ao risco por razões de riscos e deixa a forma do risco basal não especificada.
Longitudinalidade, competição e ML: dados longitudinais registram medidas repetidas e podem ser representados por linhas do tempo que localizam eventos e medições.

Referências

[1] Bellazzi, R.; Dagliati, A.; Nicora, G. Predicting Medical Outcomes. In: Intelligent Systems in Medicine and Health. Springer, 2022.