

# **Aprendizado de Máquina e seus Desdobramentos em Matemática Aplicada.**

*Elbert E. N. Macau*<sup>1</sup>, *Leonardo B. L. Santos*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, Brasil, e-mail: [elbert.macau@unifesp.br](mailto:elbert.macau@unifesp.br)

<sup>2</sup> Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, São José dos Campos, Brasil, e-mail: [leonardo.santos@cemaden.gov.br](mailto:leonardo.santos@cemaden.gov.br)

## **Resumo:**

O enfoque do Aprendizado de Máquina vem se tornando essencial em todas as áreas da ciência como instrumento para se detectar padrões e estabelecer relações entre diferentes classes de comportamentos de sistemas frente a sinais de atuação. Por trás dos métodos por ele empregado, existe um formalismo matemático elaborado, que precisa ser bem compreendido, para que os resultados obtidos façam sentido. Da mesma forma, em relação a previsão de comportamento, deve-se aplicar técnicas que permitam atribuir aos resultados intervalos de confiança. O objetivo deste seminário é o de apresentar aspectos matemáticos do uso de aprendizado de máquinas relacionado a problemas que se configuram com da mais alta relevância para o cenário atual.

**keywords:** Aprendizado de Máquina, fundamentos matemáticos, modelos não lineares, regressão

## **Number of talks (4):**

### **Palestras**

#### 1) A Matemática do Aprendizado de Máquina e suas perspectivas em Ciência e Tecnologia

Elbert E. N. Macau

Universidade Federal de São Paulo — UNIFESP

[elbert.macau@unifesp.br](mailto:elbert.macau@unifesp.br)

O Aprendizado de Máquina visa “aprender” a partir de dados. Baseia-se em métodos que constroem modelos a partir de um conjunto de dados de entrada, usando-os para fazer previsões ou tomar decisões. Esses métodos procuram extrair, a partir de dados, padrões e características, cuja dinâmica intrínseca é representada de forma não fenomenológica. A eficácia e o grande potencial de aplicabilidade deste enfoque está justamente em se chegar a um modelo da dinâmica associado às observações. Isso significa que independente da complexidade intrínseca do fenômeno em análise, é possível chegar-se a modelos representativos que correspondam, em geral, aos objetivos que se deseja chegar com a modelagem. Todo o processo de representação dinâmica dos dados que leva ao modelo, fundamenta-se em métodos matemáticos apropriados, que se encontram em pleno processo de desenvolvimento. Aqui, o conceito de Aprendizado de Máquina e seus métodos matemáticos serão colocados em perspectiva.

## 2) Aprendizado de máquina generativo: aprendendo distribuições a partir dos dados

Marcos Gonçalves Quiles

Universidade Federal de São Paulo — Quiles

quiles@unifesp.br

O campo do aprendizado de máquina tem visto um crescimento exponencial em interesse e aplicabilidade, impulsionando avanços significativos em diversas áreas da ciência e tecnologia. Dentro deste vasto domínio, o aprendizado de máquina generativo emerge como uma nova fronteira, concentrada na criação de modelos capazes de aprender a distribuição de dados complexos para gerar novos dados compatíveis com os dados reais. Esta abordagem não apenas permite a geração de novos conteúdos, mas também oferece insights profundos sobre a estrutura e a essência dos dados originais. Existem várias abordagens neste paradigma, cada uma com suas peculiaridades e aplicações. Entre as mais notáveis, encontram-se as Redes Geradoras Adversariais (GANs), que utilizam um processo competitivo entre duas redes para aprimorar a qualidade dos dados gerados; os Modelos Autoregressivos, que geram dados sequenciais, como texto ou música, aprendendo a prever o próximo item em uma sequência com base nos anteriores; e os Autoencoders Variacionais (VAEs), que aprendem a codificar dados em um espaço latente, permitindo a geração de novos dados ao decodificar amostras desse espaço. As aplicações do aprendizado generativo abrangem desde a geração de imagens e vídeos realistas, passando pela síntese de voz e música, até a criação de textos coerentes e criativos. Esta palestra irá apresentar as principais abordagens generativas bem como suas possíveis aplicações.

## 3) Avançando no Monitoramento e Previsão de Precipitação no Brasil por Meio de Aprendizado de Máquina.

Alan James Peixoto Calheiros

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais — INPE

alan.calheiros@inpe.br

No Brasil, onde os dados observacionais de precipitação são limitados, os produtos de estimativa de precipitação por satélite desempenham um papel crucial apesar dos erros inerentes. Diversos estudos têm sido conduzidos para aprimorar o monitoramento, previsão e resolução espacial e temporal dos dados de precipitação utilizando abordagens diversas. Esses estudos ressaltam a importância dos dados de precipitação estimados por satélite para diversos setores em regiões com medidas observacionais limitadas. A rede esparsa de pluviômetros do Brasil apresenta desafios para o planejamento eficaz e mitigação contra eventos de precipitação. Alguns estudos têm empregado técnicas de aprendizado de máquina, especificamente redes neurais convolucionais e profundas, para reduzir a resolução dos dados de precipitação tanto em tempo quanto em espaço. Ao integrar dados de modelos meteorológicos numéricos, imagens de satélite e observações de pluviômetros, esses estudos alcançaram uma resolução e precisão aprimoradas nas estimativas de chuva. Além disso, abordagens de redes neurais estão sendo utilizadas para desenvolver algoritmos inovadores para o monitoramento em tempo real de precipitação. Adicionalmente, essas técnicas de aprendizado de máquina, associadas

a algoritmos de detecção de objetos, têm sido aplicadas na previsão imediata de precipitação. Os resultados têm demonstrado a superioridade das Redes Neurais Artificiais sobre métodos de estimativa tradicionais, exibindo o melhor desempenho em regiões e estações. Esses estudos destacam que a integração de aprendizado de máquina e abordagens baseadas em satélite oferece soluções promissoras para aprimorar a resolução espacial e temporal de dados de precipitação, seu monitoramento e previsão, possibilitando assim um planejamento e mitigação mais eficazes contra os impactos das mudanças climáticas no Brasil.

#### 4) Aprendizado de Máquina e a Previsão de Desastres Ambientais

Leonardo Santos

Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais - CEMADEN

santoslbl@gmail.com

A precisão de desastres naturais com resolução espaço-temporal adequadas pode ser aprimorada com o uso de estratégias de aprendizado de máquina. Aqui, serão apresentados os principais mecanismos relacionados a essa previsão.