



### **MINICURSO: GeoStats.jl: Uma abordagem moderna de geoestatística**

Tradicionalmente, a geoestatística tem sido aplicada na indústria com softwares comerciais fechados, em um modelo de trabalho no qual o profissional precisa se especializar na interface gráfica do produto para resolver um problema prático de geomodelagem. Neste workshop, veremos uma alternativa a esse modelo de trabalho baseada em notebooks modernos de código aberto, fáceis de usar e de customizar em diferentes projetos de mineração. Ao longo do workshop, os participantes terão acesso ao passo a passo de estimação, simulação e aprendizado geoestatístico com o software GeoStats.jl de geoestatística de alta performance: <https://juliaearth.github.io/GeoStats.jl/stable>. Além dos três principais problemas geoestatísticos listados acima, faremos uma introdução à área de geociência de dados, cada vez mais necessária para avaliar hipóteses na resolução desses problemas.

No dia 30 de Abril, os participantes poderão reservar 30min com os instrutores para tentar adaptar os notebooks para carregar dados específicos da empresa ou instituição. Os participantes com experiência em programação obterão o maior benefício do workshop. Recomendamos o aprendizado básico da linguagem de programação Julia antes do início do curso: <https://julia.org>.

#### **AGENDA**

##### 26 de Abril (16h - 19h)

[30min]: Introdução ao minicurso

[30min]: Instalação do software

[1hora]: Krigagem 3D de recursos

[1hora]: Outras funcionalidades

Carga horária: 3 horas

##### 27 de Abril (16h - 19h)

[30min]: Estimação vs. Simulação

[1hora]: Simulação 3D de recursos

[30min]: Geociência de dados

[1hora]: Aprendizado geoestatístico

Carga horária: 3 horas

30 de Abril (horário de início a ser definido)

[30min]: agendamento com participante

[30min]: agendamento com participante

[30min]: agendamento com participante

[30min]: agendamento com participante

[30min]: agendamento com participante

[30min]: agendamento com participante

Carga horária: 3 horas

**Instrutor:** Júlio Hoffmann é formado em Engenharia Mecânica pela UFPE (2007-2011), possui Mestrado em Engenharia Civil na mesma instituição (2012-2014) e doutorado em Geoestatística na Universidade de Stanford (2014-2018). Em 2018 recebeu o Syvitski Modeler Award por sua contribuição na modelagem de variabilidade geomorfológica de sistemas de rios deltaicos usando novos métodos geoestatísticos e retornou ao Brasil para trabalhar com inteligência artificial no departamento de pesquisa da IBM. Na empresa, desenvolveu soluções para a indústria de energia envolvendo sistemas inteligentes capazes de raciocinar sobre geologia utilizando conhecimento de domínio extraído de profissionais da área, além de sistemas capazes de extrair padrões de dados geoespaciais. Em 2020 foi selecionado para um pós-doc de excelência no IMPA onde está desenvolvendo uma nova teoria denominada geostatistical learning para lidar com os desafios de aprendizado estatístico em dados geoespaciais. Júlio é autor e principal desenvolvedor de vários projetos de código aberto utilizados por Geocientistas ao redor do mundo, como o GeoStats.jl que vem sendo utilizado em empresas como Petrobrás, Gazprom Neft, ENI, Nexa, e instituições acadêmicas como Stanford, Deltares entre outras organizações governamentais.

**MINICURSO: New Digital Technologies and Risk Management in Strategic Mine Planning: Focusing on planning of mining complexes and mineral value chains under metal supply and market demand uncertain**

**Novas tecnologias digitais e gestão de risco no planejamento estratégico de mina: Foco no planejamento de complexos de mineração e na cadeia de valor mineral sob incertezas geológicas e mercadológicas**

### **Content and Objectives**

This eight-hour course presents the new generation of applied technologies that take mine planning and production scheduling optimization, and asset valuation to a new

level: *Simultaneous optimization of mining complexes - mineral value chains with uncertainty*. Uncertainty refers to material supply (material types and grades) from mines quantified with geostatistical simulations. Demand uncertainty (markets) is also integrated into the new digital technologies for life-of-mine planning, as part of strategic risk management.

A *mining complex – mineral value chain* refers to the integration of mining and processing operations with multiple pits and/or underground mines, multiple metals or minerals, stockpiles, blending options and alternative processing streams to yield sellable products delivered to various customers and/or spot market.

*Simultaneous optimization of mining complexes* aims to generate a production schedule for the various mines and processing streams that maximizes the economic value of the enterprise as a whole, in terms of market value of metal product(s) market value.

*Emphasis is placed on the downstream applications* pertinent to the feasibility, design, development and planning stages of mining ventures, as well as in the *financial optimization* of relevant aspects of operations and production. Intelligent computing, *self-learning mining complexes* and mechanisms using machine learning methods integrating soft sensor data to production scheduling are introduced with examples from major mines.

*Learn how you can improve performance by:*

- Learning the state-of-the-art strategic mine analysis concepts and next generation approaches that unlock and add value to mining assets.
- Discovering methods and tools for the simultaneous risk-managing (stochastic) optimisation of mining complexes and mineral value chains from mines to products to markets.
- Discovering how the new developments will help you capture the “upside potential” in mine plans and minimise “downside risks”, as well as increase cash flows.
- Learning the new smarter, self-learning mining complex and mechanisms based on search trees and reinforcement learning integrating real-time soft production data.
- Exploring and learning from real-world examples, practices and comparisons in diverse applications, from gold and copper mines to iron ore and nickel laterites.
- Understanding how to deal with blending and non-linear geo-metallurgical interactions in the processing streams, as materials are transformed from bulk material to refined products.

### **Course Outline**

*Introduction - Foundational Concepts, Techniques and Limits*

- Strategic mine planning and integrated optimization: multiple mining areas, multiple processing and expansions, surface to underground interfaces.

- Technical risk management adds value and shelters investment.
- Limits of conventional approaches: need for risk management and integrated models.

*Risk Quantification and Introducing a New Mine Planning Paradigm*

- Breaking down silos: models of mineral deposits and mine planning optimisation.
- Understanding how to quantify and utilise grade/tonnage/metal uncertainty and variability; Monte Carlo simulations and risk assessment.
- Stochastic optimisation methods and mine planning: concepts and uncovering additional value.

*Risk Management in Mine Planning: Less risk and higher NPV*

- Stochastic pit limits are larger and pushback design with grade uncertainty.
- Product quality management and production scheduling with simulated deposits.
- Stochastic production scheduling application and comparison to conventional scheduling.

*The Next Level: Mining complexes and Mineral Value Chains*

- Mining complexes - mineral value chains and new smarter digital technologies.
- Simultaneous optimisation of mining complexes from pit to port with geological (supply) uncertainty, stockpile and blending optimisation, processing, and CAPEX options.
- Industry examples and comparisons: diverse applications from gold and copper mines to iron ore and nickel laterite.
- Optimisation of mining complexes with joint supply (raw materials) and demand (markets).
- The self-learning mining complex: A fast mechanism using search trees and reinforcement learning.

**Instructor:** Roussos is a Professor and Canada Research Chair (Tier I) in Sustainable Mineral Resource Development and Optimisation under Uncertainty, and Director, COSMO - Stochastic Mine Planning Laboratory. He holds a PhD from École Polytechnique de Montréal and an MSc from the University of Alberta. He works on risk-based optimization for strategic mine planning and more recently, the simultaneous optimization of mining complexes and mineral value chains under uncertainty, as well as short-term production planning integrating machine learning technologies. He works in a long-standing partnership with AngloGold Ashanti, BHP, De Beers, Anglo American, IAMGOLD, Kinross Gold, Newmont and Vale. He has taught courses and worked in North America, Australia, South America, Europe, the Middle East, South Africa and Japan.

**Instrutor:** Roussos Dimitrakopoulos é Professor da McGill University e pesquisador sênior do Canada Research Chair (Níve I). É o Diretor do centro de pesquisa COSMO - Stochastic Mine Planning Laboratory que desenvolve pesquisas sobre planejamento

estratégico e de complexos de mineração baseadas na otimização da cadeia de valor mineral sob incerteza.

### **MINICURSO: Gerenciamento de Riscos Geotécnicos na Mineração**

O curso irá fornecer uma introdução ao processo de gerenciamento de risco geotécnico em estruturas de mineração. Para isso, irá abordar:

- Conceitos de Risco;
- Como estabelecer o contexto de gerenciamento de riscos geotécnicos para a mineração;
- Identificação de riscos geotécnicos;
- Análise de riscos geotécnicos;
- Avaliação de riscos geotécnicos;
- Tratamento dos riscos geotécnicos.

Tal momento será propício para um debate técnico de forma a difundir o conhecimento sobre os avanços tecnológicos, solução de problemas e superação de desafios.

**Instrutor:** João Paulo dos Santos, engenheiro de Minas Geotécnico (UFMG) com especialização em Geotecnia (UniCid) e Gerenciamento de Projetos (PUC-MG), Mestre em Civil Engineering & Management (University of Glasgow) e MBA em Finanças (IBMEC). Background em mineração e obras de infraestrutura. Ampla experiência em operação e projetos de barragens de rejeito, pilhas de estéril, trabalhos geotécnicos e geotecnia de mina. Também possui experiência em avaliações de estruturas geotécnicas, “piping” e liquefação, implementação de sistemas de monitoramento e instrumentação e aplicação de metodologias alternativas para avaliação de estruturas críticas.