

Otimização combinatória e pesquisa operacional

Módulo 6: Ciência da Computação

- RESUMO EXECUTIVO

Neste módulo, equipes de alunos desenvolvem soluções de otimização para problemas combinatórios reais de empresas parceiras, usando programação linear, inteira e algoritmos de pesquisa operacional. O foco está em maximizar lucros, reduzir custos ou otimizar o uso de recursos escassos.

Durante 10 semanas, uma turma dedicada de alunos e seus professores irá entender o seu desafio e propor soluções utilizando metodologias ágeis. Ao final do cronograma, sua empresa receberá até 5 protótipos funcionais, permitindo que você acelere e valide ideias.

- O DESAFIO

A empresa traz um problema operacional que envolve alocação de recursos, agendamento, logística ou planejamento de produção com múltiplas variáveis e restrições. O desafio deve ser passível de modelagem matemática e ter impacto direto em custos ou eficiência do negócio.

- OBJETIVO DO MÓDULO

1. Modelar problemas de negócio como programas lineares, inteiros ou mistos.
2. Aplicar o método simplex, programação dinâmica e algoritmos gulosos para resolver problemas de otimização.
3. Desenvolver habilidades de argumentação baseada em dados e negociação com diferentes partes interessadas.
4. Analisar a cadeia de suprimentos global e seu impacto nas decisões estratégicas da organização.
5. Criar representações gráficas e animações para comunicar soluções de otimização.

- PROBLEMAS QUE PODEMOS RESOLVER

- Minimização de custos logísticos em redes de distribuição com múltiplos pontos de entrega.
- Agendamento de produção para maximizar throughput respeitando capacidade e prazos.
- Otimização de mix de produtos considerando restrições de recursos, matéria-prima e demanda.
- Roteamento de veículos com restrições de capacidade, janelas de tempo e múltiplos depósitos.
- Gestão de filas e alocação de pessoal em operações com demanda variável.

- POSSÍVEIS CASOS DE APLICAÇÃO

1. Casos de Sucesso Reais (O que já entregamos)

- **Indústria Automotiva:** Desenvolvemos com a **Volkswagen** um modelo matemático de otimização para o mix de produção e a alocação da linha de montagem, com o objetivo de reduzir o tempo ocioso e o custo de *setup* das máquinas.
- **Papel, Celulose e Logística:** Criamos para a **Klabin** um sistema de otimização de rotas de coleta de madeira e distribuição de celulose em sua complexa cadeia florestal.
- **Saneamento e Meio Ambiente:** Estruturamos para a **AEGEA** uma solução de otimização de rotas focada nas equipes de manutenção das redes de saneamento, cobrindo o deslocamento em múltiplos municípios de forma eficiente.
- **Telecomunicações e Infraestrutura:** Construimos para a **V.TAL** uma ferramenta avançada de agendamento de instalação de fibra óptica, otimizando o envio de equipes e o respeito às janelas de atendimento ao cliente.

2. Outras Aplicações Possíveis (Onde mais podemos gerar valor)

A otimização combinatória é a ciência de tomar a melhor decisão possível quando há muitas variáveis e recursos limitados. Nossos alunos podem construir algoritmos de pesquisa operacional para gerar economia real em setores como:

- **Varejo, E-commerce e Logística:** Minimização de custos logísticos no roteamento de veículos (com restrições de capacidade, janelas de tempo e múltiplos depósitos) para otimização de entregas *last-mile*.
- **Finanças e Bancos:** Otimização matemática na alocação de ativos em portfólios de investimento para maximizar o retorno e gerenciar a exposição ao risco.
- **Saúde e Hospitais:** Agendamento otimizado de cirurgias ou escalas de equipes médicas de alta demanda, garantindo a eficiência no uso de salas, equipamentos vitais e recursos humanos.
- **Gestão de Cadeia de Suprimentos:** Escolha estratégica da localização de centros de distribuição e alocação ótima de capacidade, minimizando os custos de armazenamento e o tempo de entrega para o cliente.
- **Manufatura (Redução de Desperdício):** Solução de problemas de corte de materiais (como bobinas de aço, papel ou tecidos) para maximizar o aproveitamento da matéria-prima e reduzir custos e impactos ambientais.

- POSSÍVEIS ENTREGÁVEIS

- Modelo matemático documentado com formulação do problema e restrições.
 - Implementação computacional da solução com interface de entrada de dados.
 - Análise de sensibilidade e relatório de resultados com recomendações para o negócio
-
- Apresentação executiva com simulação de cenários e impacto financeiro estimado.

- **PREMISSAS E REQUISITOS**

1. Da Empresa Parceira:

- Disponibilizar dados históricos ou representativos do problema (capacidades, custos, demandas, restrições).
- Definir claramente os critérios de otimização: o que se quer maximizar ou minimizar.
- Designar especialista de operações que possa validar o modelo e os resultados ao longo do módulo.

2. Do Projeto:

- O problema deve ter estrutura passível de modelagem matemática formal em 10 semanas.
- A solução não precisa estar integrada a sistemas de produção, mas deve ser demonstrável com dados reais.
- O tamanho do problema deve ser computacionalmente tratável com as ferramentas disponíveis.

- **ESCOPO E RESTRIÇÕES**

1. Escopo Incluído:

- Levantamento e modelagem matemática do problema de otimização.
- Implementação de algoritmo(s) de solução com validação dos resultados.
- Análise de sensibilidade para diferentes cenários de negócio.
- Documentação técnica e relatório de impacto para tomada de decisão.

2. Fora do Escopo:

- Integração com sistemas ERP ou de planejamento da empresa em produção.
- Desenvolvimento de interface gráfica de alto padrão comercial.
- Garantia de solução ótima global em problemas NP-hard de grande escala.

- **POSSÍVEIS TECNOLOGIAS / ARQUITETURA / FERRAMENTAS DE NEGÓCIOS**

- Python / Julia
- PuLP / OR-Tools / GLPK (otimização linear e inteira)
- Gurobi / CPLEX (solver de referência acadêmica)
- Pandas / NumPy (manipulação de dados)
- Matplotlib / Plotly (visualização)
- Jupyter Notebooks
- Git / GitHub