

# Metaheurísticas

## Iterated Local Search (ILS)

Felipe Augusto Lima Reis  
felipe.reis@ifmg.edu.br



# Sumário

## 1 Introdução

## ITERATED LOCAL SEARCH (ILS)

# Iterated Local Search

- **Iterated Local Search (ILS)** é uma metaheurística baseada em algoritmos de busca local, que realiza perturbações na solução ótima local de modo a gerar novas soluções.
  - O algoritmo da ILS é genérico e conceitualmente simples, capaz de gerar excelentes soluções - inclusive, o estado da arte em alguns problemas;
  - Boas soluções já são obtidas por implementações diretas da metaheurística [Souza, 2011] [Gendreau and Potvin, 2019].

# Iterated Local Search

- O ILS é baseado em uma arquitetura modular, possibilitando o refinamento do algoritmo para diferentes problemas [Gendreau and Potvin, 2019];
- A modularidade possibilita a decomposição da metaheurística em partes, onde cada uma possui sua especificidade
  - Conhecimentos específicos podem ser aplicados diretamente a uma parte do código, favorecendo a simplicidade<sup>1</sup> [Gendreau and Potvin, 2019].

---

<sup>1</sup>A simplicidade do ILS é destacada por [Gendreau and Potvin, 2019] como uma vantagem em relação às demais metaheurísticas. Segundo os autores, as metaheurísticas tem se tornado cada vez mais complexas e específicas, perdendo a capacidade de generalização.

# Iterated Local Search

- O ILS possui uma ideia simples: construir iterativamente uma sequência de soluções por uma heurística interna, levando a soluções melhores que o uso de testes aleatórios da heurística;
- A ideia do ILS é simples e foi proposta por diferentes autores ao longo do tempo, sendo revisitada em vários momentos
  - Devido aos diferentes autores, soluções idênticas ao ILS podem ser encontradas com diversos nomes na literatura [Gendreau and Potvin, 2019].

# Iterated Local Search

- Segundo [Souza, 2011], para implementação do ILS são necessários 4 componentes (procedimentos):
  - 1 Gera Solução Inicial
    - Gera uma solução inicial  $s_0$  para o problema;
  - 2 Busca Local
    - Retorna uma solução possivelmente melhorada  $s$ ;
  - 3 Perturbação
    - Modifica a solução corrente  $s$  levando a uma solução intermediária  $s'$ ;
  - 4 Critério de Aceitação
    - Decide em qual solução a próxima perturbação será aplicada.

# Algoritmo

- Tais procedimentos listados por [Souza, 2011] podem ser vistos no pseudo-algoritmo abaixo:

**procedimento *ILS***

```
1   $s_0 \leftarrow \text{GeraSolucaoInicial}();$   
2   $s \leftarrow \text{BuscaLocal}(s_0);$   
3  enquanto (os critérios de parada não estiverem satisfeitos) faça  
4     $s' \leftarrow \text{Perturbacao}(\text{histórico}, s);$   
5     $s'' \leftarrow \text{BuscaLocal}(s');$   
6     $s \leftarrow \text{CritérioAceitacao}(s, s'', \text{histórico});$   
8  fim-enquanto;  
fim ILS;
```

*Iterated Local Search*

Fonte: [Souza, 2011]

- Conforme pode ser observado, a estrutura do algoritmo é modular, possibilitando uso de procedimentos específicos em cada etapa.

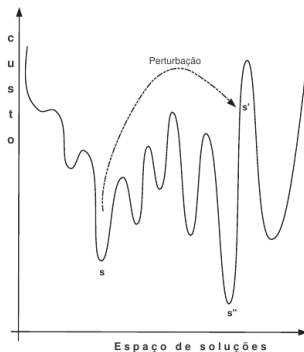


# Iterated Local Search

- O desempenho do ILS em relação à qualidade da solução final e a velocidade de convergência depende do **método de busca local** escolhido
  - Métodos simples podem ser utilizados, porém outras técnicas mais sofisticadas tendem a obter melhores resultados;
- A variedade de soluções é dependente da intensidade de **perturbação** do algoritmo
  - A perturbação deve ser forte o suficiente para escapar do ótimo local e possibilitar a exploração de diferentes regiões;
  - No entanto, deve guardar características do ótimo local corrente [Souza, 2011].

# Iterated Local Search

- A imagem abaixo ilustra um mecanismo de perturbação da solução no ILS.



Fonte: [Souza, 2011]

# Iterated Local Search

- O **critério de aceitação** também influencia no desempenho do algoritmo, uma vez que decide qual solução será utilizada para os passos seguintes
  - Esse critério também auxilia na definição da perturbação a ser aplicada na solução;
  - Critérios de aceitação podem permitir soluções melhores que a atual ou ligeiramente piores<sup>2</sup> [Souza, 2011].

---

<sup>2</sup>Tal procedimento é utilizado em outras Metaheurísticas, como o Simulated Annealing.

# ALGORITMO

- O pseudo-algoritmo ILS pode ser visto abaixo:

---

**Algorithm** Iterated local search

---

```
1:  $s_0 = \text{GenerateInitialSolution}$   
2:  $s^* = \text{LocalSearch}(s_0)$   
3: repeat  
4:    $s' = \text{Perturbation}(s^*, \text{history})$   
5:    $s^{*'} = \text{LocalSearch}(s')$   
6:    $s^* = \text{AcceptanceCriterion}(s^*, s^{*'}, \text{history})$   
7: until termination condition met
```

---

Fonte: [Gendreau and Potvin, 2019]

# VANTAGENS E DESVANTAGENS

# Vantagens e Desvantagens

- Vantagens:

- Extremamente flexível;
- Fácil de ser implementado;
- Pode ser usado em conjunto com outros algoritmos.

- Desvantagens:

- Fortemente dependente do método de busca local utilizado;
- Dependente do algoritmo de perturbação, que pode precisar de ajustes diferentes para cada tipo de problema.

# Referências I



Gendreau, M. and Potvin, J.-Y. (2019).  
Handbook of Metaheuristics (Third Edition).  
Springer, Cham, 3 edition.



Souza, M. J. F. (2011).  
Inteligência computacional para otimização.  
[Online]; acessado em 12 de Maio de 2021. Disponível em: <http://www.decom.ufop.br/prof/marcone/Disciplinas/InteligenciaComputacional/InteligenciaComputacional.pdf>.