



Uma Estratégia Híbrida e Iterativa para Roteamento e Posicionamento de Nós OEO em Redes Ópticas Translúcidas

Gilvan Durães (IF Baiano), Víctor Araújo (QUALCOMM), André Soares (UFPI), William Giozza (UnB), José Suruagy Monteiro (UFPE)



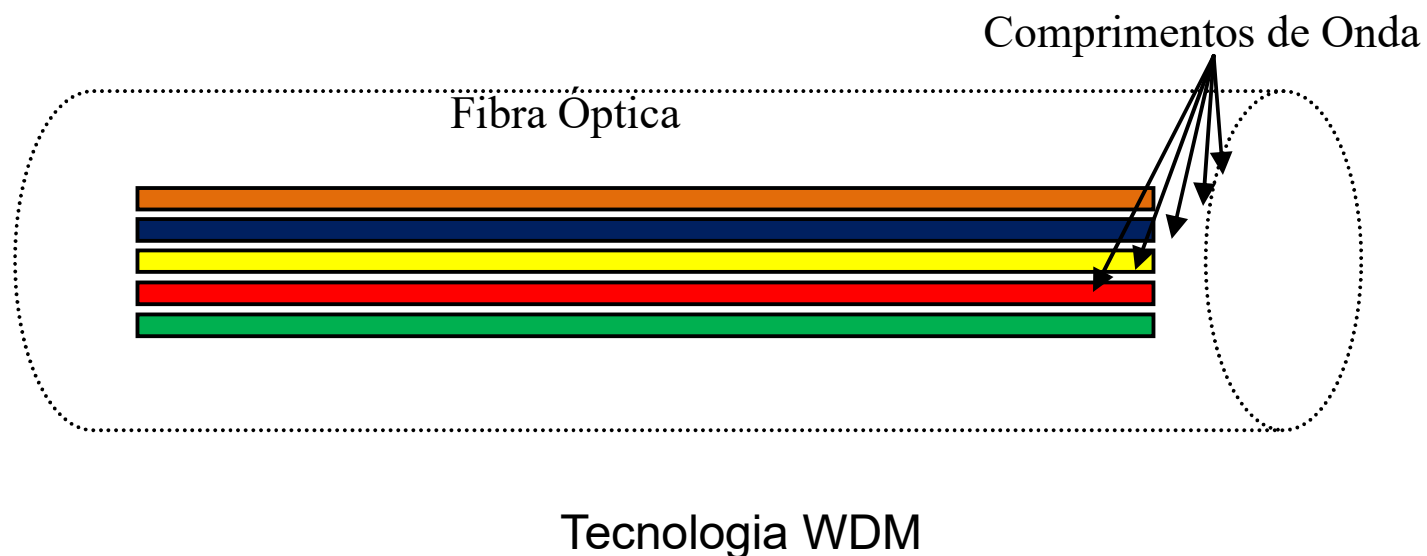
Agenda

- 1 - Introdução
- 2 - Trabalhos Relacionados
- 3 – Roteamento com Algoritmos Genéticos
- 4 – Estratégia Proposta IARRP
- 5 – Avaliação de Desempenho
- 6 - Considerações Finais



Redes Ópticas

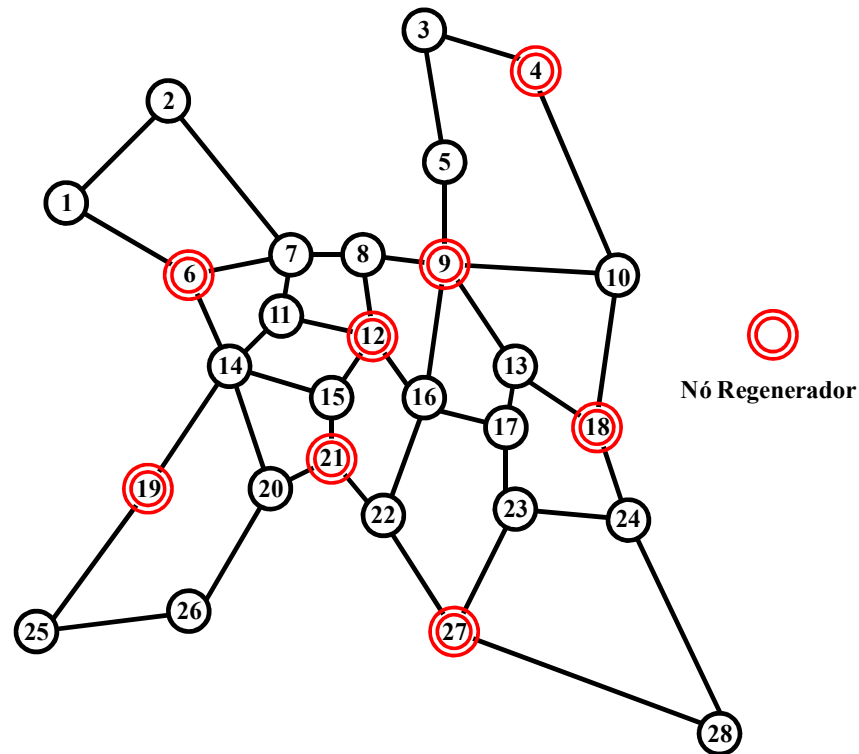
Redes Ópticas WDM





Redes Ópticas Translúcidas

Redes Opacas X Transparentes => **Translúcidas**

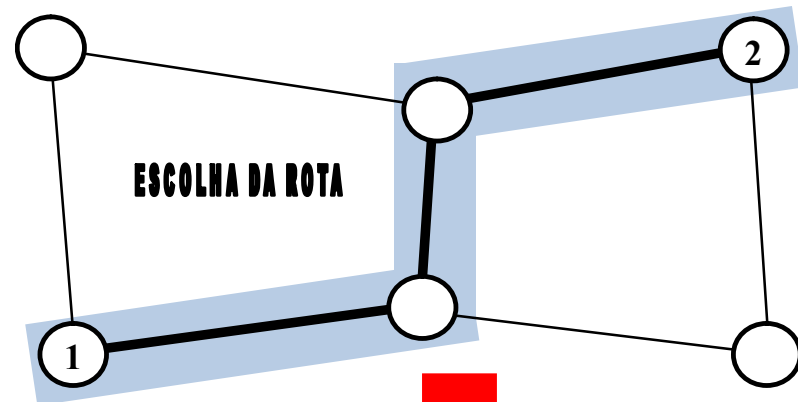


Rede óptica translúcida com distribuição esparsa de nós regeneradores.

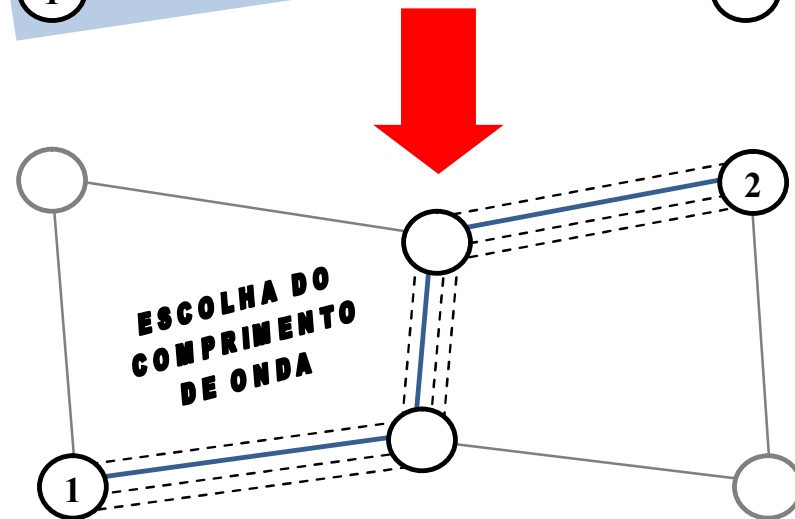
Redes Ópticas Translúcidas

Redes Opacas X Transparentes => **Translúcidas**

– O problema **RWA**



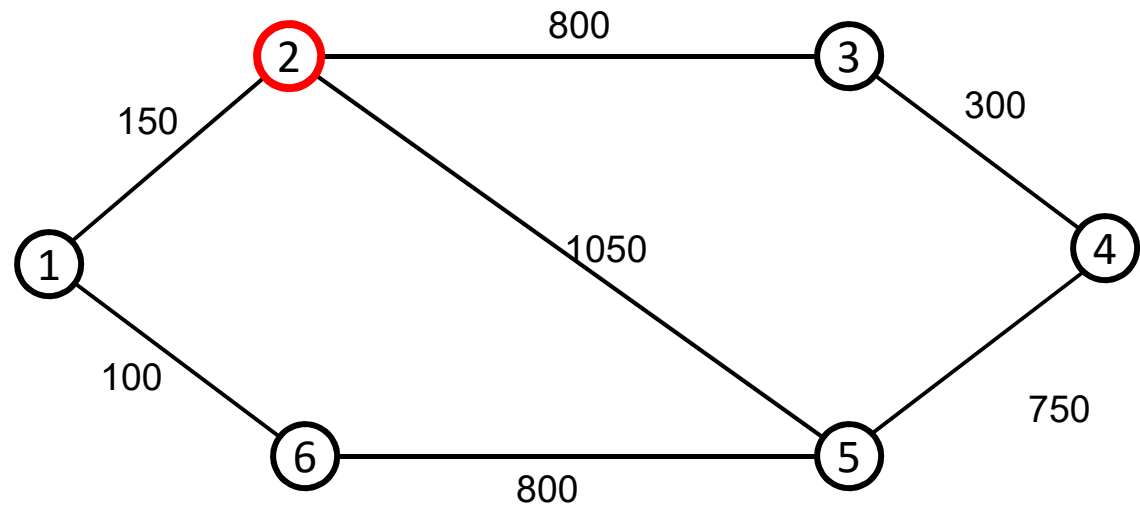
Roteamento e alocação de comprimento de onda





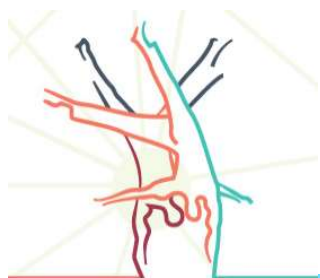
Roteamento em redes ópticas translúcidas

- 15 Pares(o,d)
- **1 OEO**
- IT = *Impairment Threshold*
- NRC = Número de rotas candidatas
- M=Número de combinações de roteamento



IT = 2

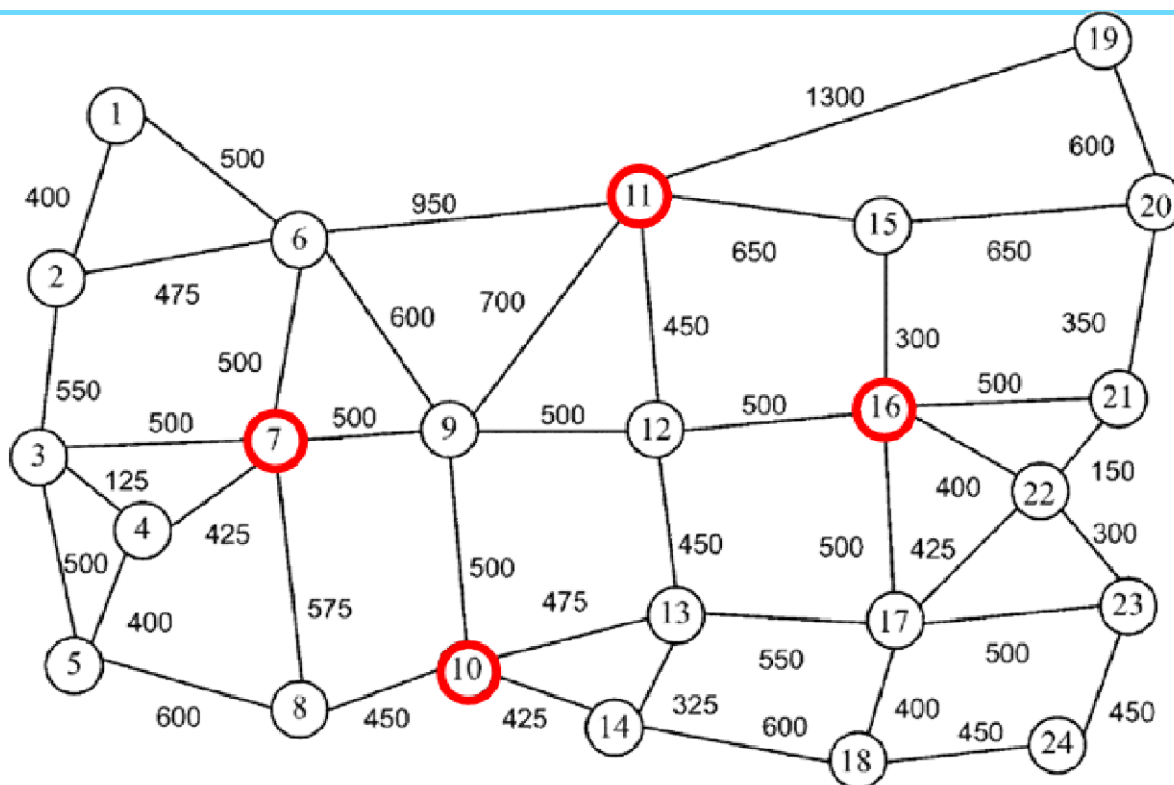
- NRC = 21
- M = 64



Roteamento em redes ópticas translúcidas

SBRC 2016

- 276 Pares(o,d)
- 4 OEO
- IT = *Impairment Threshold*
- NRC = Número de rotas candidatas viáveis
- M=Número de combinações de roteamento



IT = 5

- NRC = 638
- M = $5,64 \times 10^{68}$

IT = 3

- NRC = 580
- M = $5,038 \times 10^{63}$

IT = 2

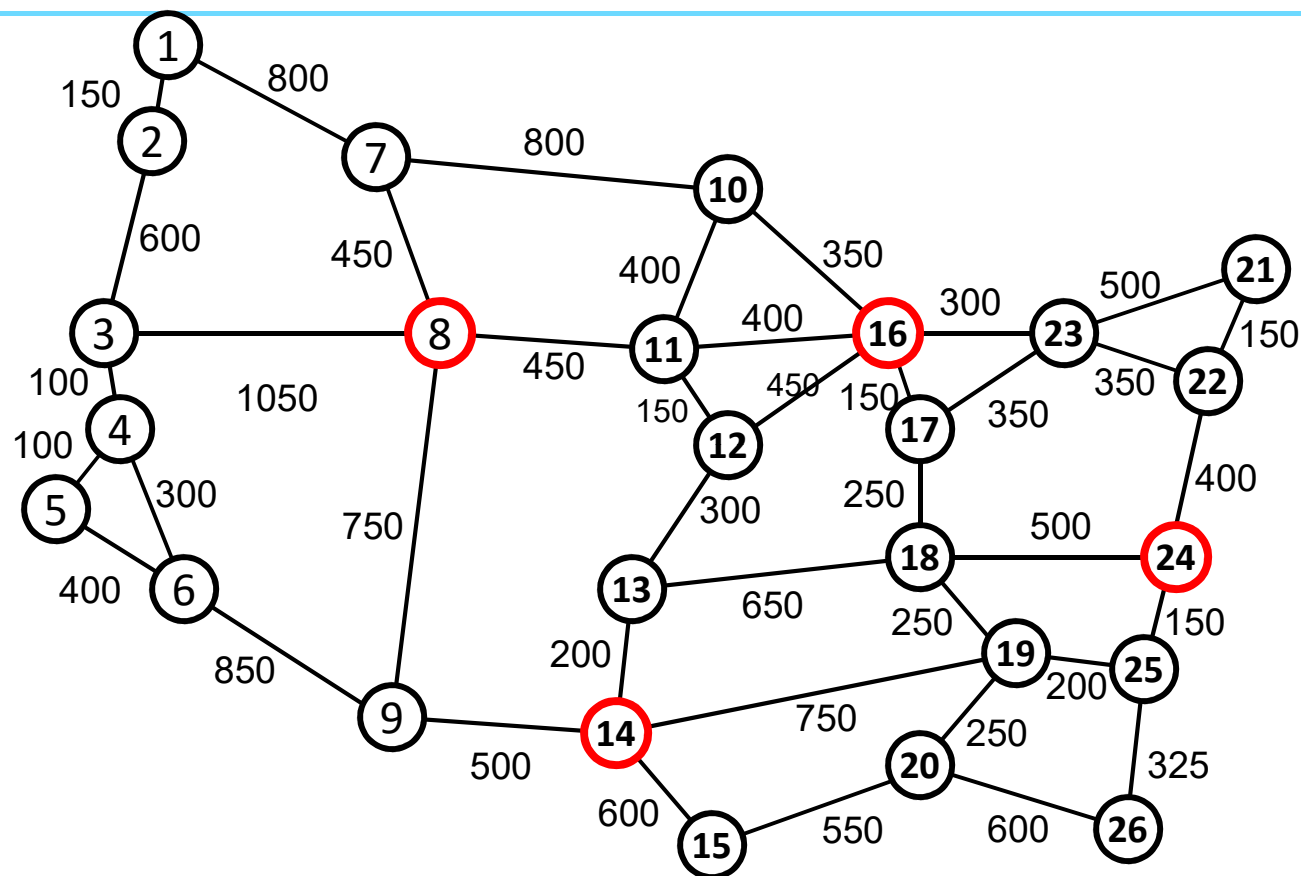
- NRC = 389
- M = $2,02 \times 10^{39}$



Roteamento em redes ópticas translúcidas

SBRC 2016

- 325 Pares(o,d)
- 4 OEO
- IT = *Impairment Threshold*
- NRC = Número de rotas candidatas viáveis
- M=Número de combinações de roteamento



IT = 5

- NRC = 585
- $M = 3,89 \times 10^{56}$

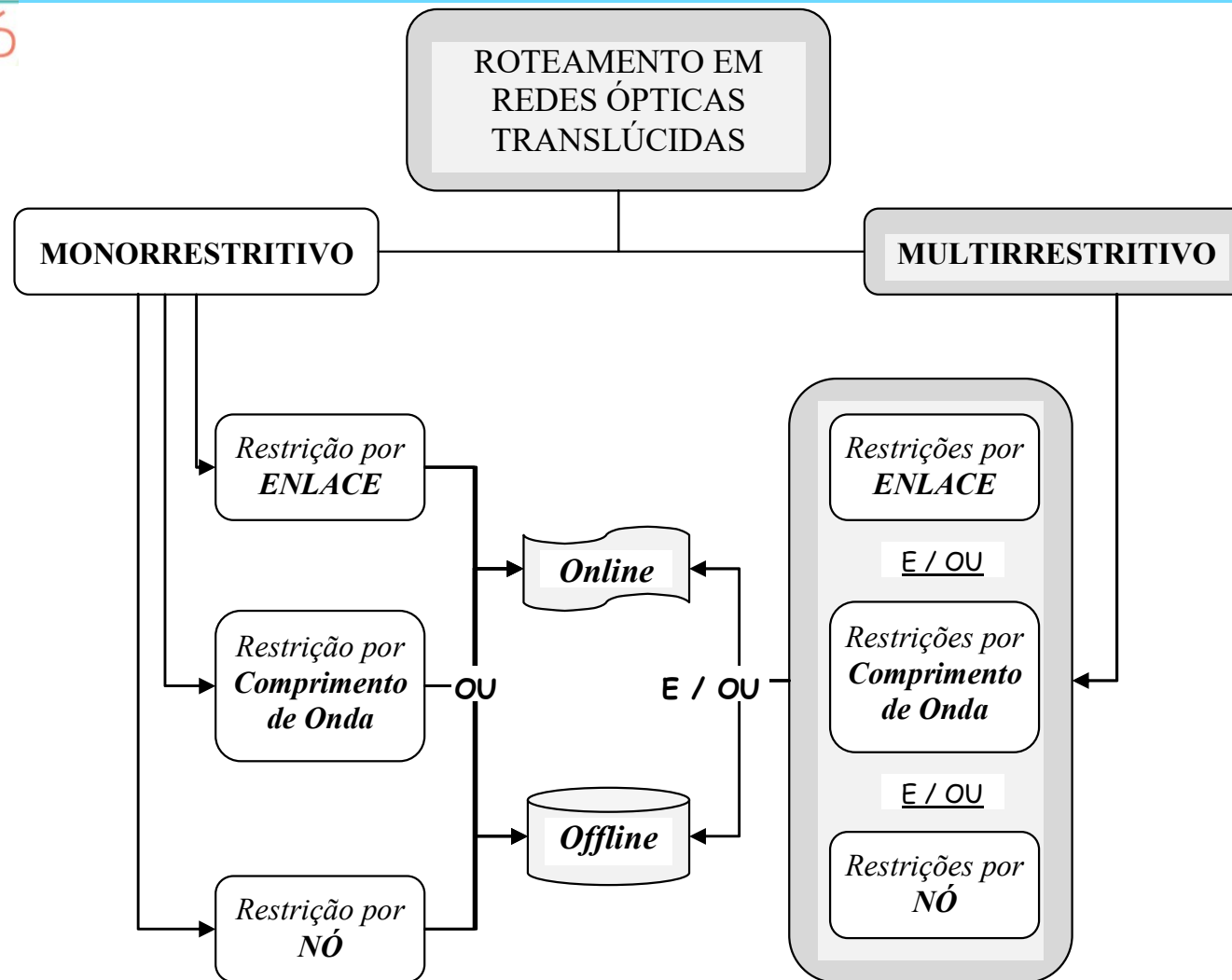
IT = 3

- NRC = 519
- $M = 6,61 \times 10^{47}$

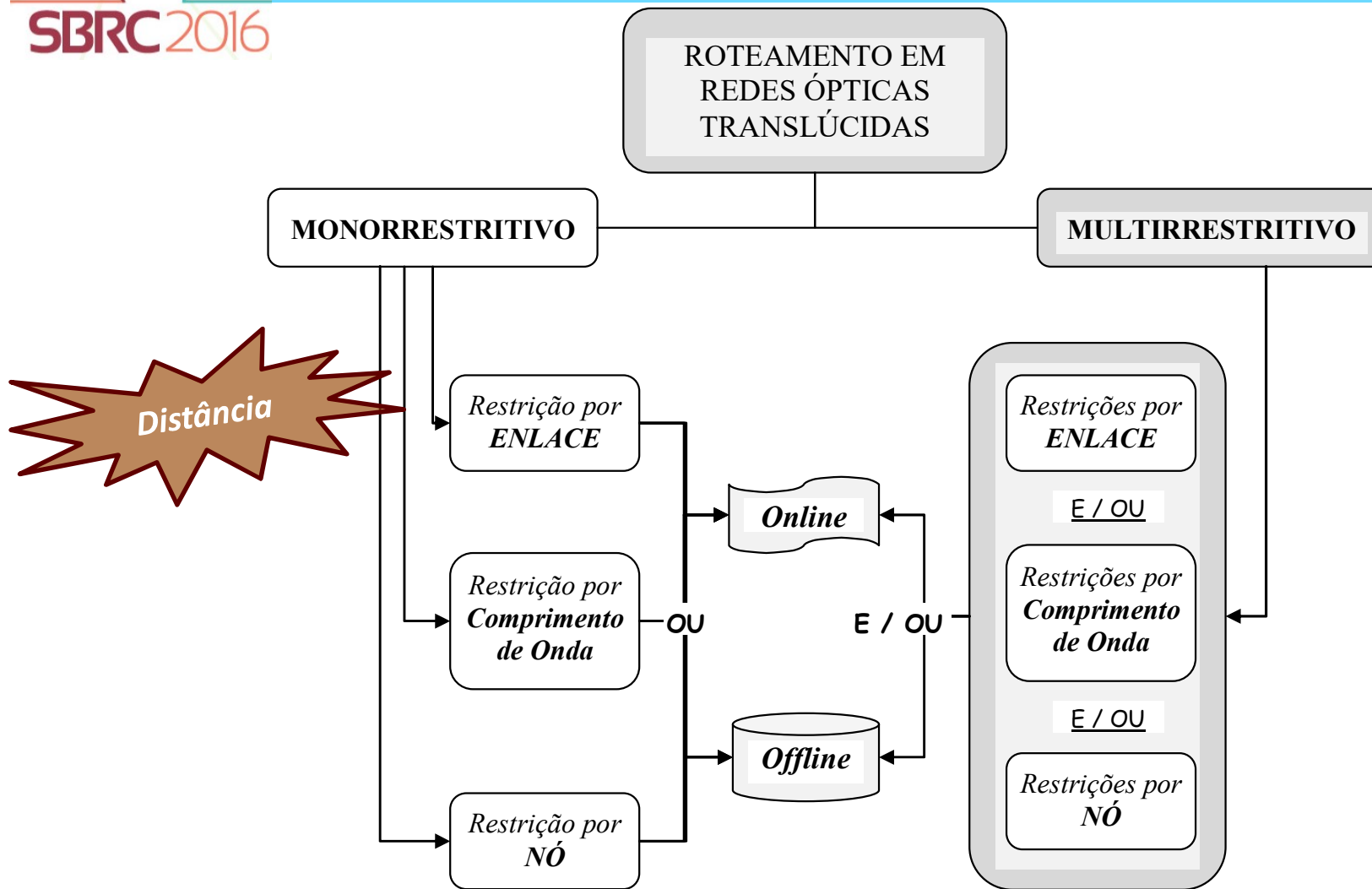
IT = 2

- NRC = 369
- $M = 7,42 \times 10^{12}$

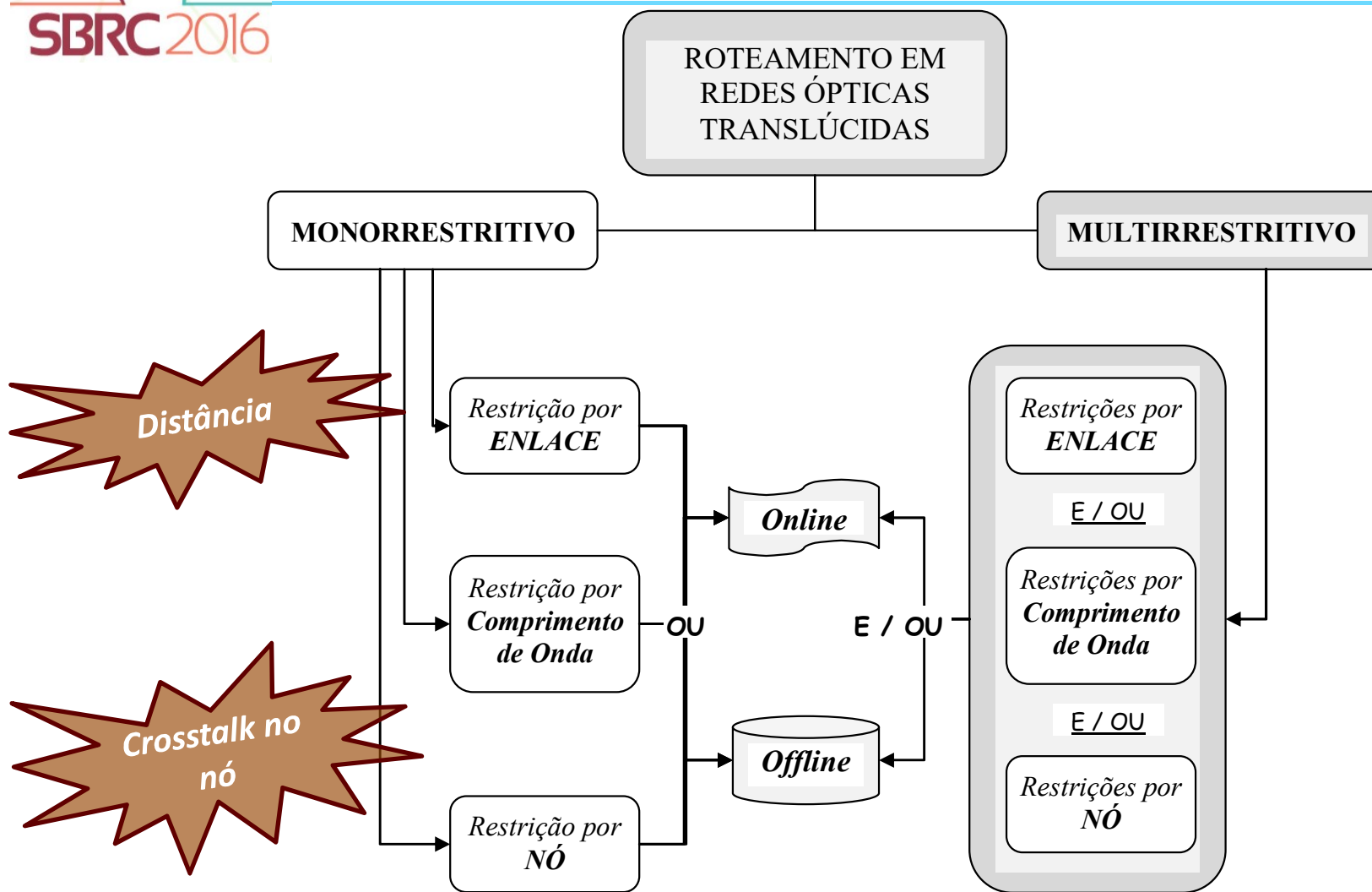
Roteamento em redes ópticas translúcidas



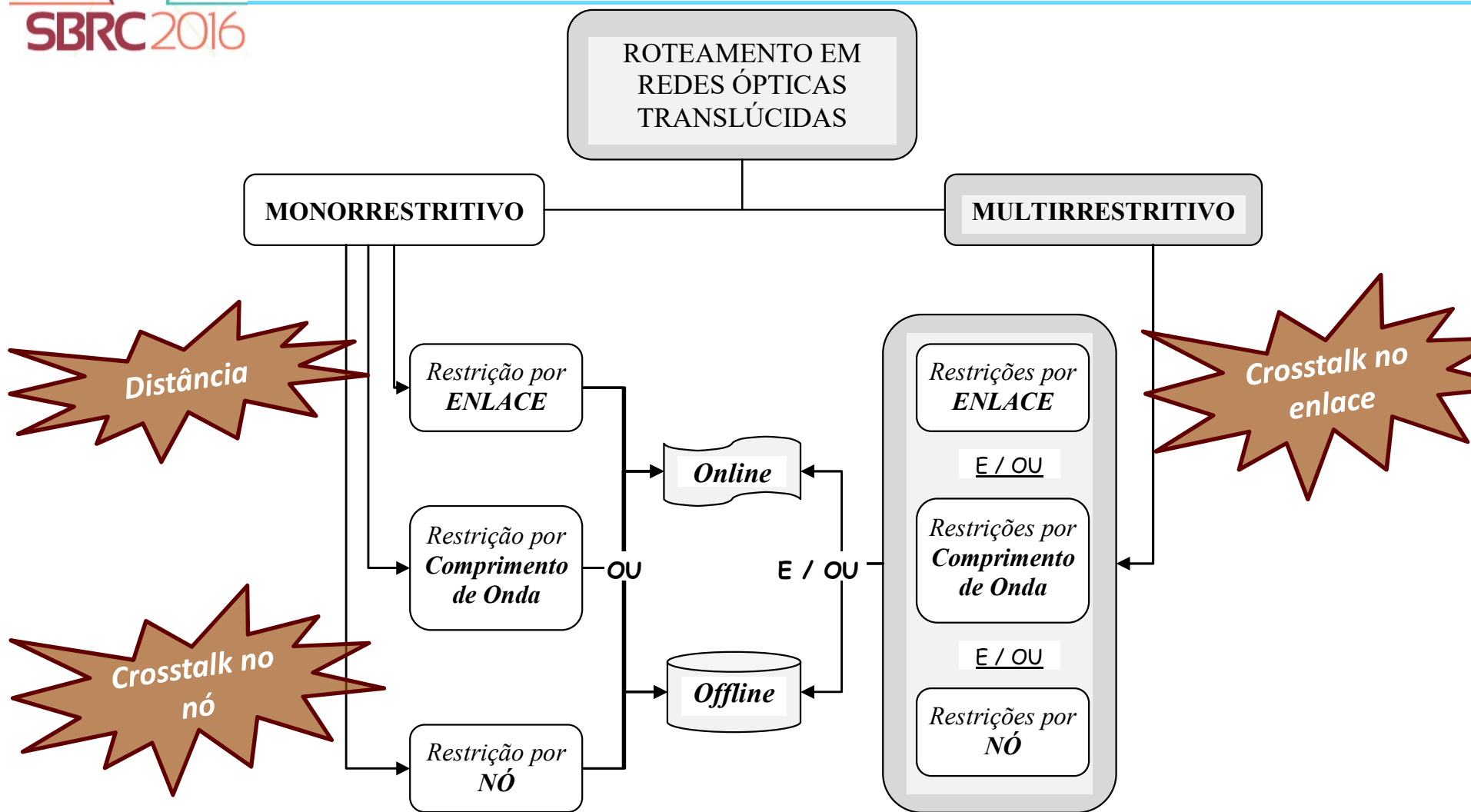
Roteamento em redes ópticas translúcidas



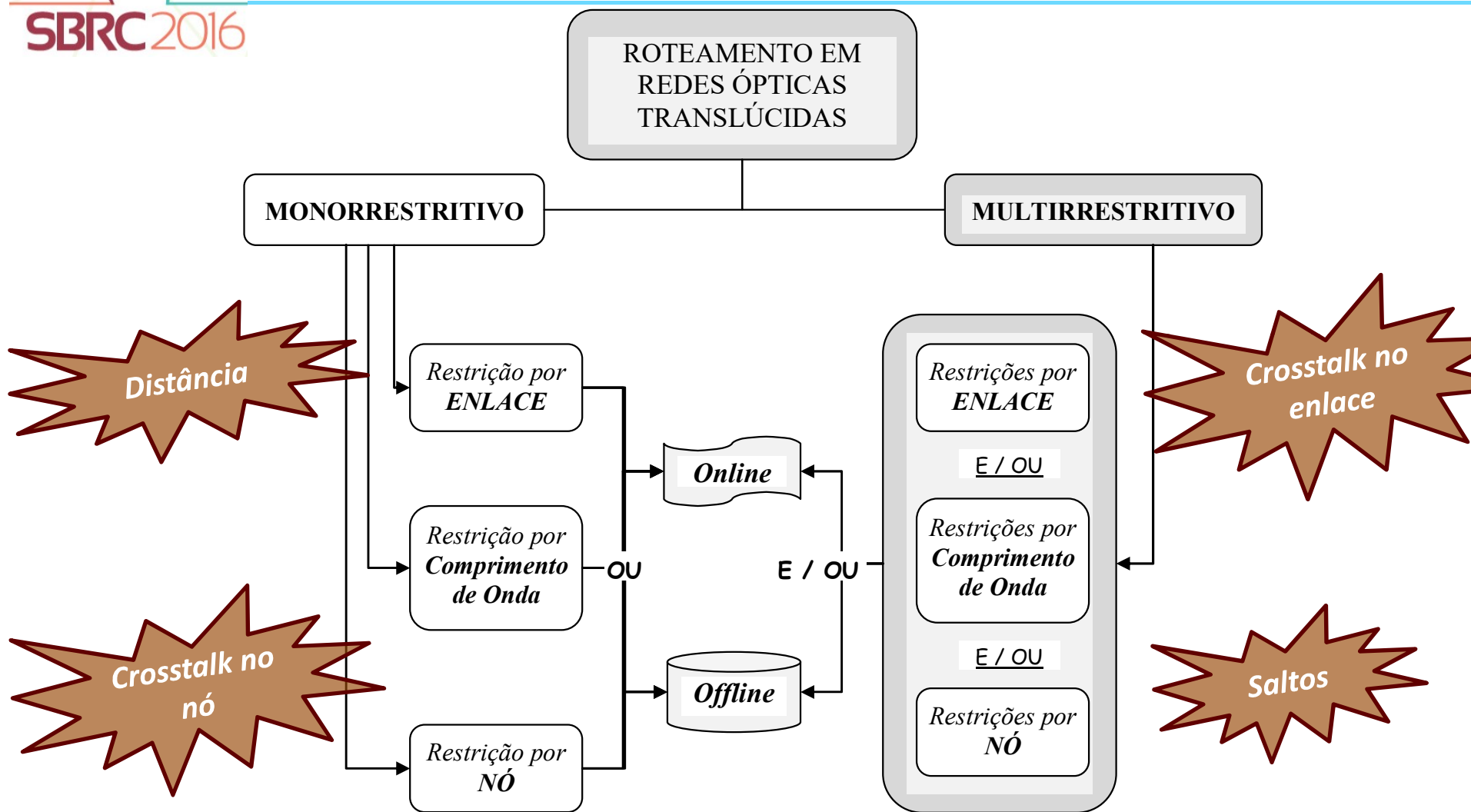
Roteamento em redes ópticas translúcidas



Roteamento em redes ópticas translúcidas



Roteamento em redes ópticas translúcidas

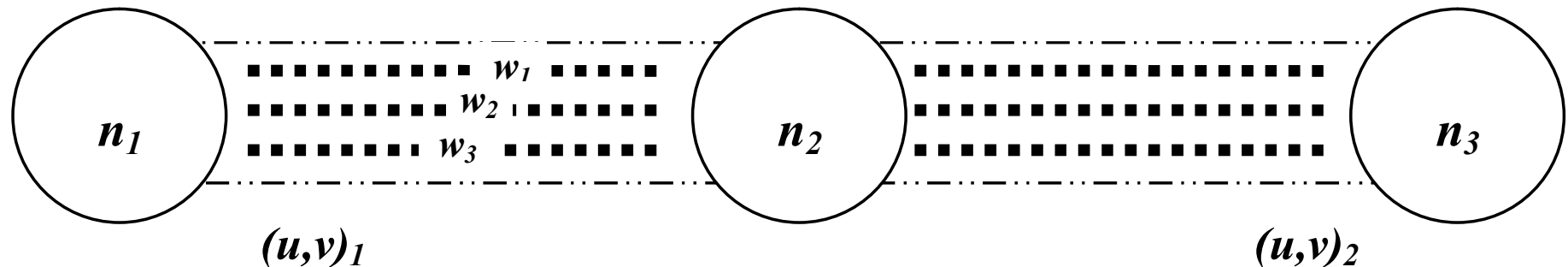




Roteamento em redes ópticas translúcidas

Requisição (s, t, Δ)

$\Delta = \{\Delta_1, \dots, \Delta_m\}$ – m Limites de degradação

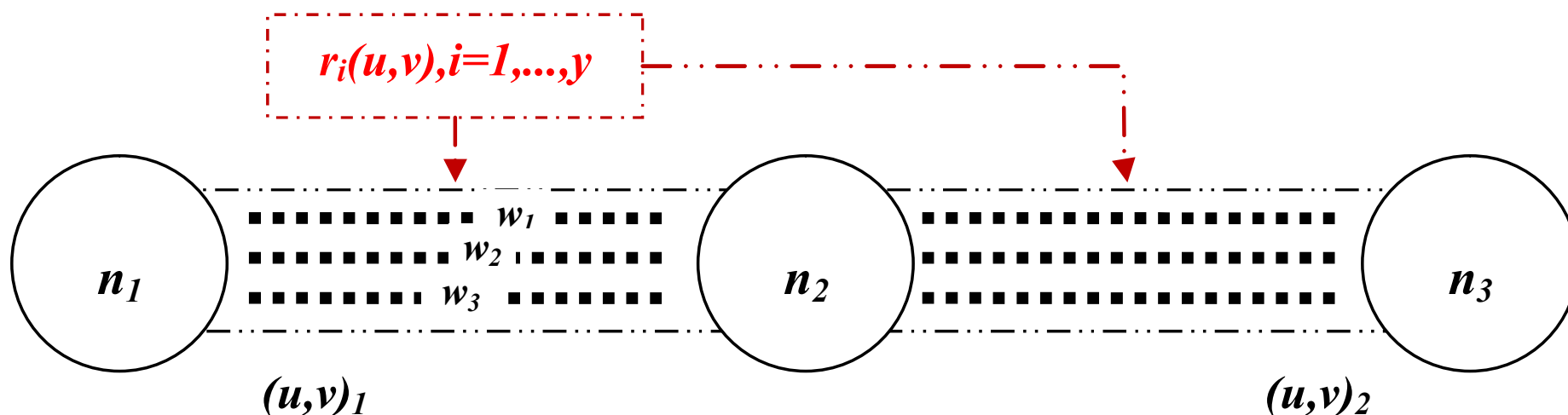




Roteamento em redes ópticas translúcidas

SBRC 2016

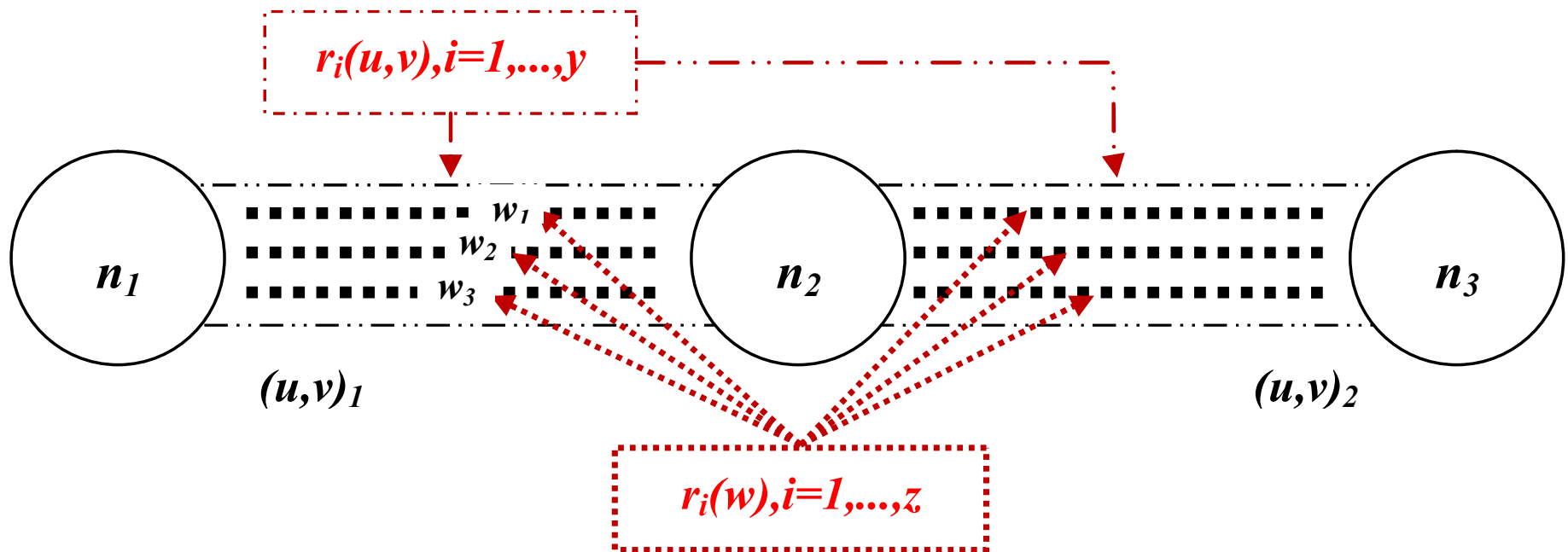
Requisição (s, t, Δ)





Roteamento em redes ópticas translúcidas

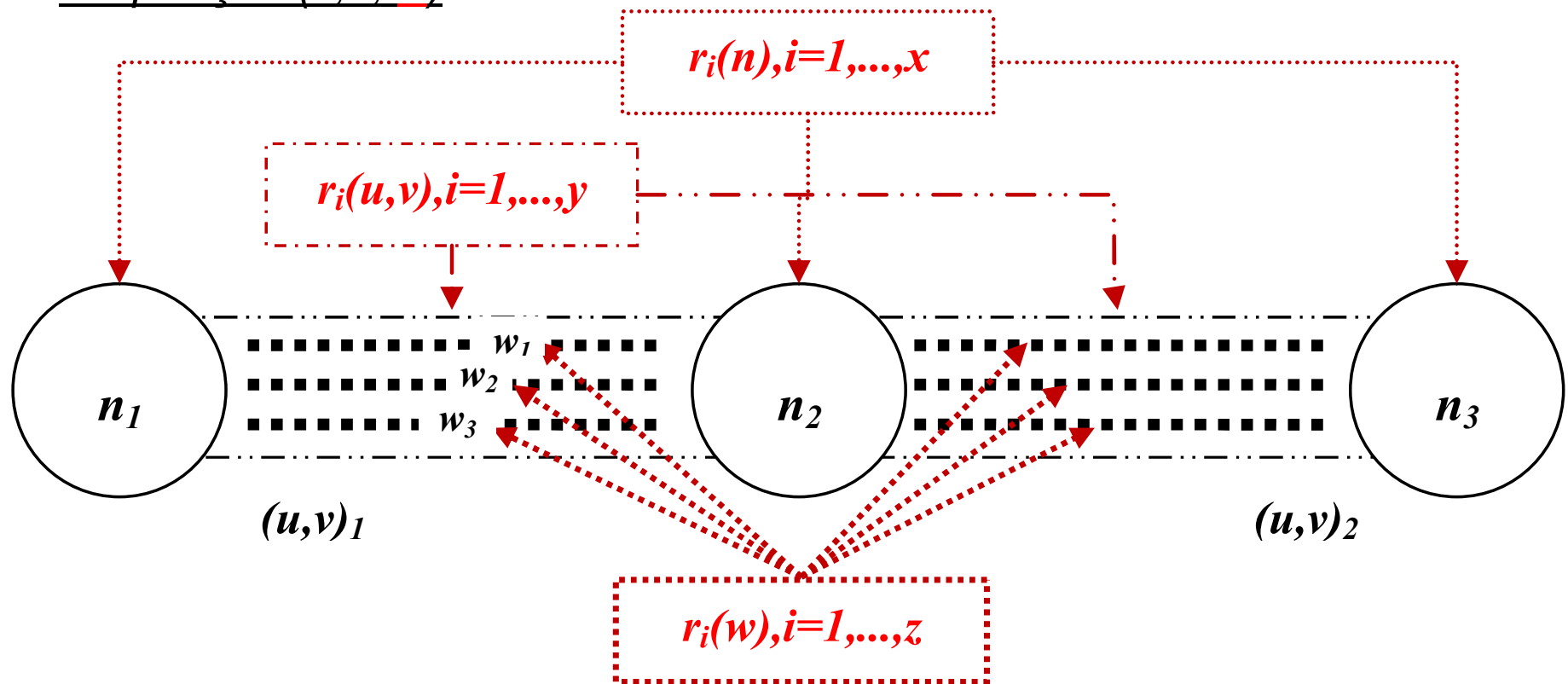
Requisição (s, t, Δ)





Roteamento em redes ópticas translúcidas

Requisição (s, t, Δ)





2 TRABALHOS RELACIONADOS

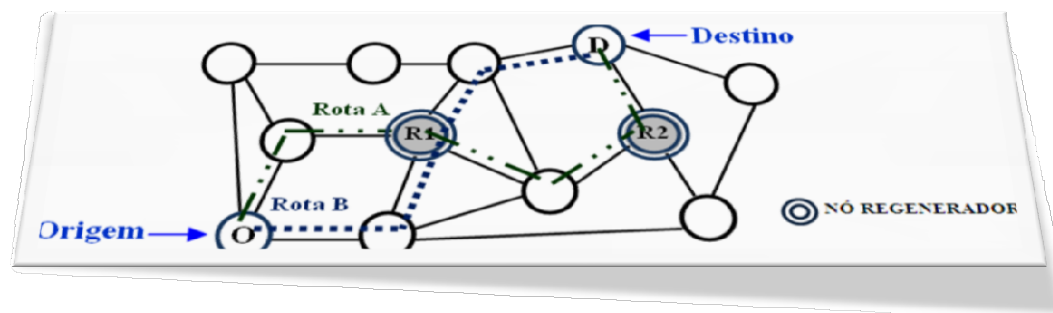


Resumo dos Trabalhos Relacionados

- Heurísticas de posicionamento de nós OEO (baseadas na topologia):
 - *Nodal Degree First* (NDF)
 - *Hub Node First* (HNF)

- Abordagem Multirrestritiva para Redes Ópticas Translúcidas
 - *Offline Multi-Restrictive Routing* (Off-MRR)
 - *Multi Restrictive Routing* (MRR)

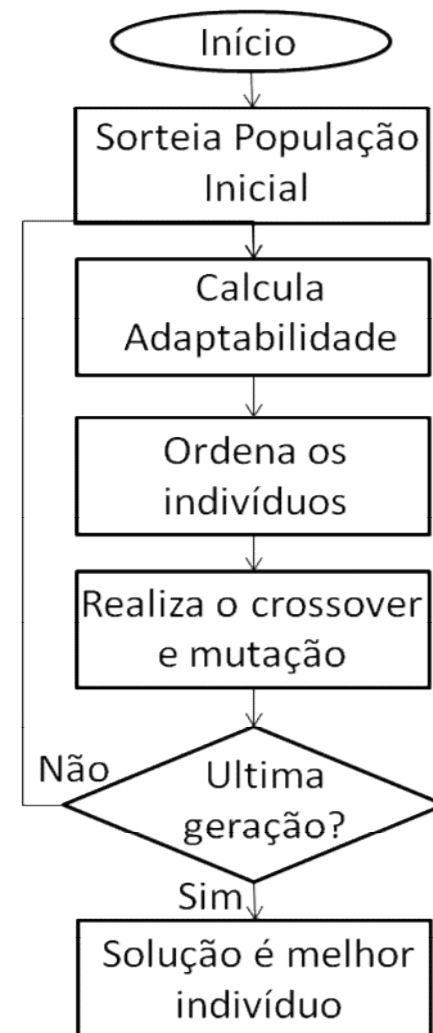
3 – Roteamento com Algoritmos Genéticos





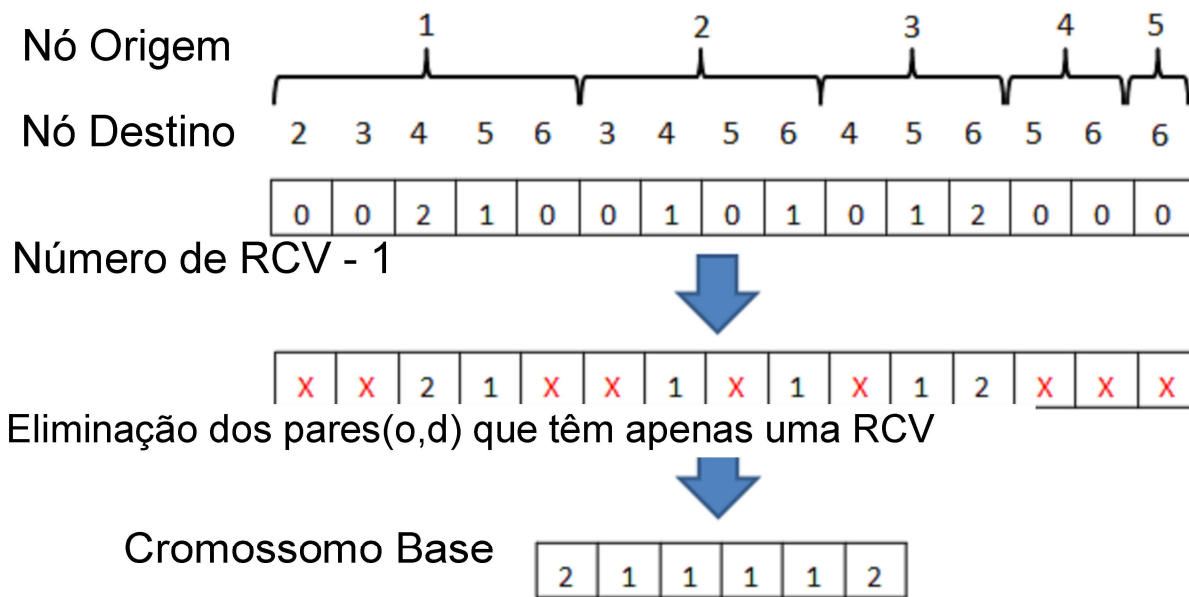
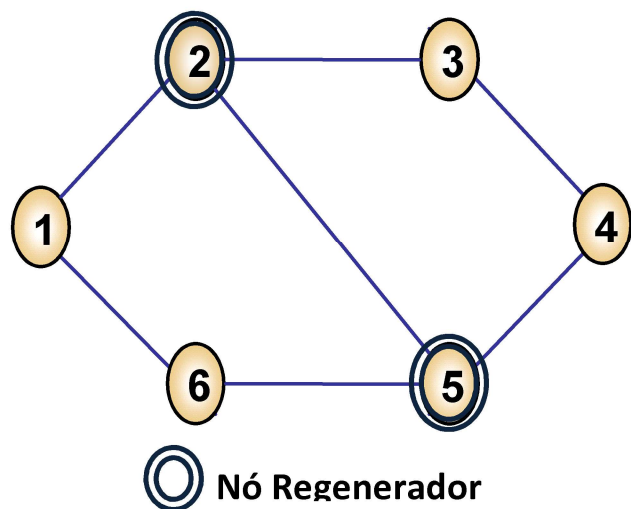
Genetic Algorithm for Shortest Translucent Lightpath (GASTL)

- Algoritmos Genéticos
 - método heurístico proposto por John Holland em 1975, inspirado na teoria evolutiva.



Genetic Algorithm for Shortest Translucent Lightpath (GASTL)

- Formação do Cromossomo Base



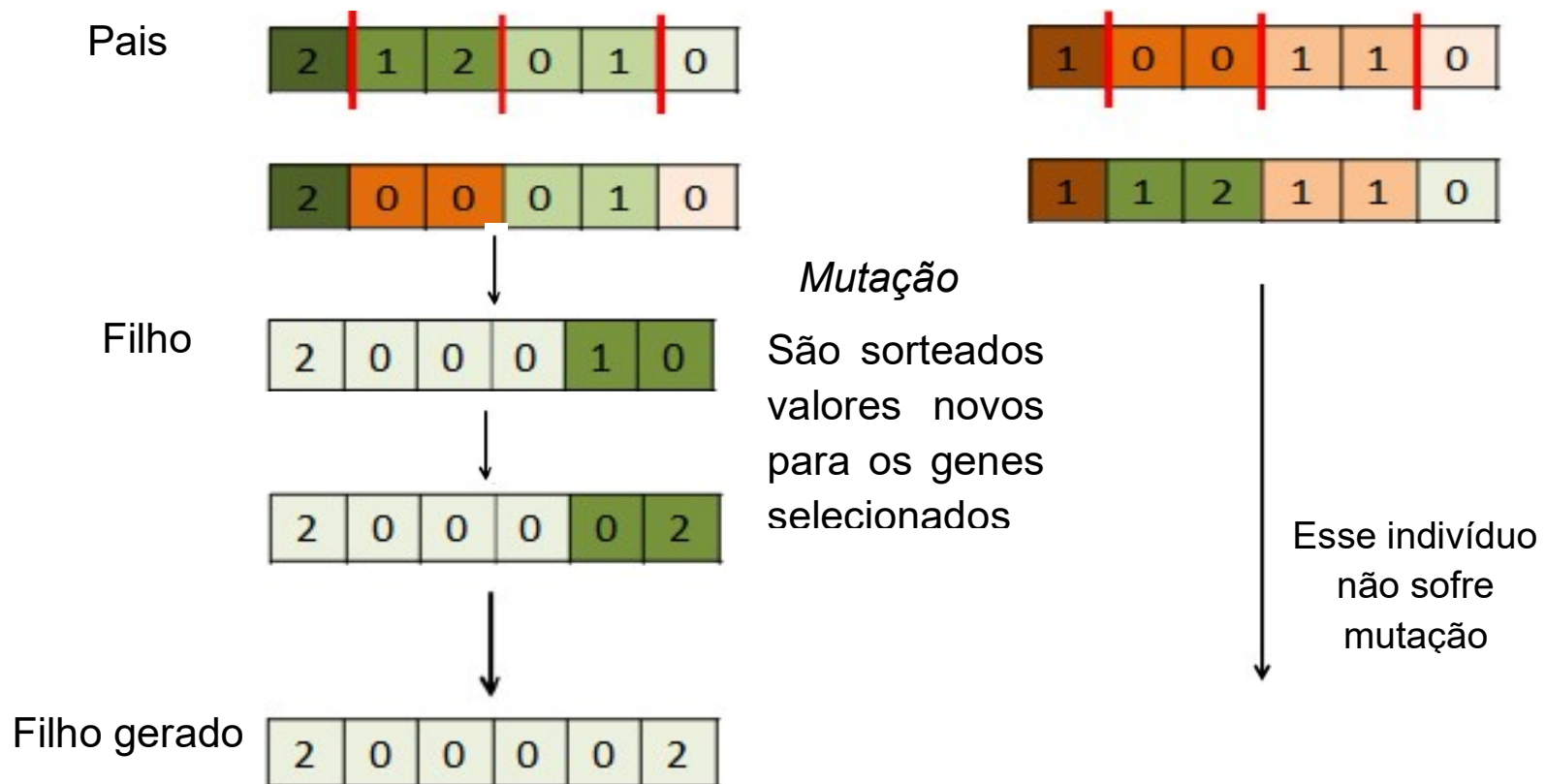


Genetic Algorithm for Shortest Translucent Lightpath (GASTL)

- Seleção baseada na Frequência de Uso dos Enlaces
 - Funções de avaliação (*fitness*)
 - Menor Pico (MP)
 - Menor Desvio Padrão (MDP).

Genetic Algorithm for Shortest Translucent Lightpath (GASTL)

- Cruzamento e mutação na geração de filhos





4. ESTRATÉGIA PROPOSTA



Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

- Etapa 1
 - Utiliza o conceito de grau lógico
 - Técnica de *backtracking*
 - Fornece alternativas para o posicionamento OEO
- Etapa 2
 - Geração de Rotas Candidatas Viáveis
 - Utilização do algoritmo genético para definição de posicionamento OEO e roteamento



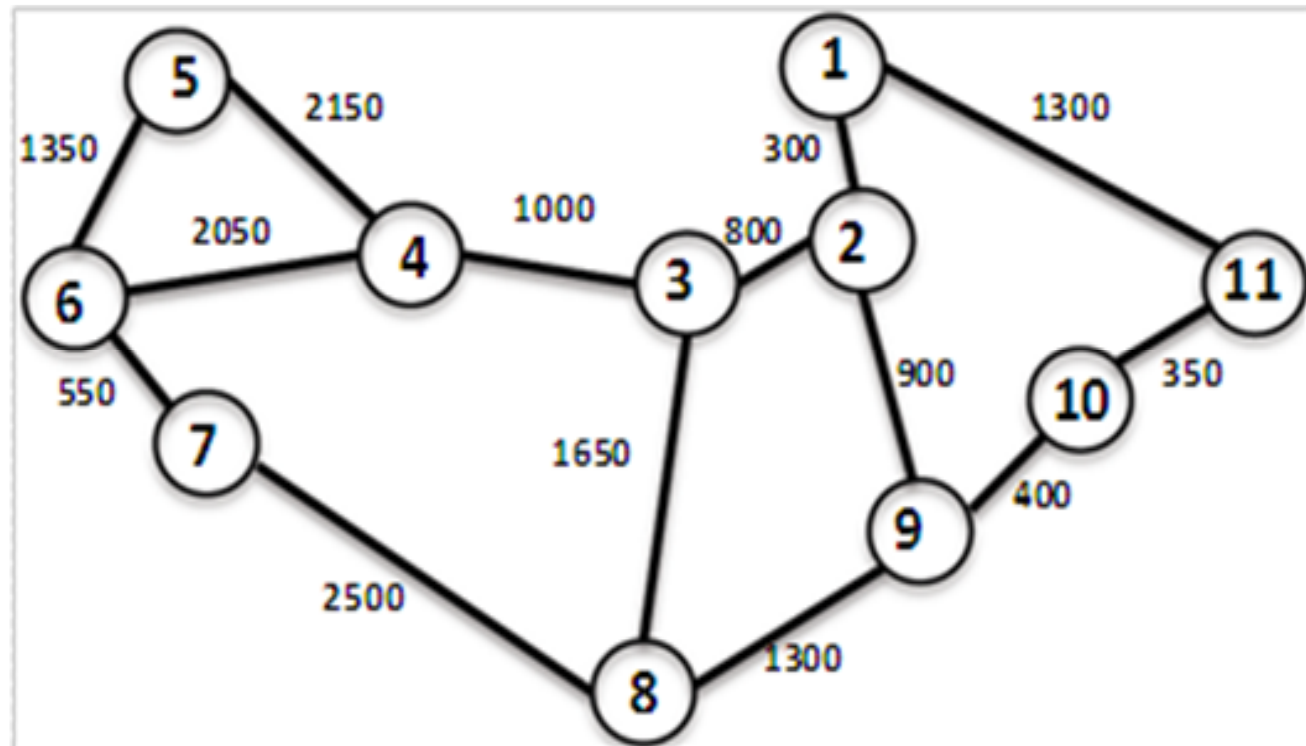
SBRC 2016

Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

RESTRIÇÕES:

Offline: saltos (2) e distância (2500Km)

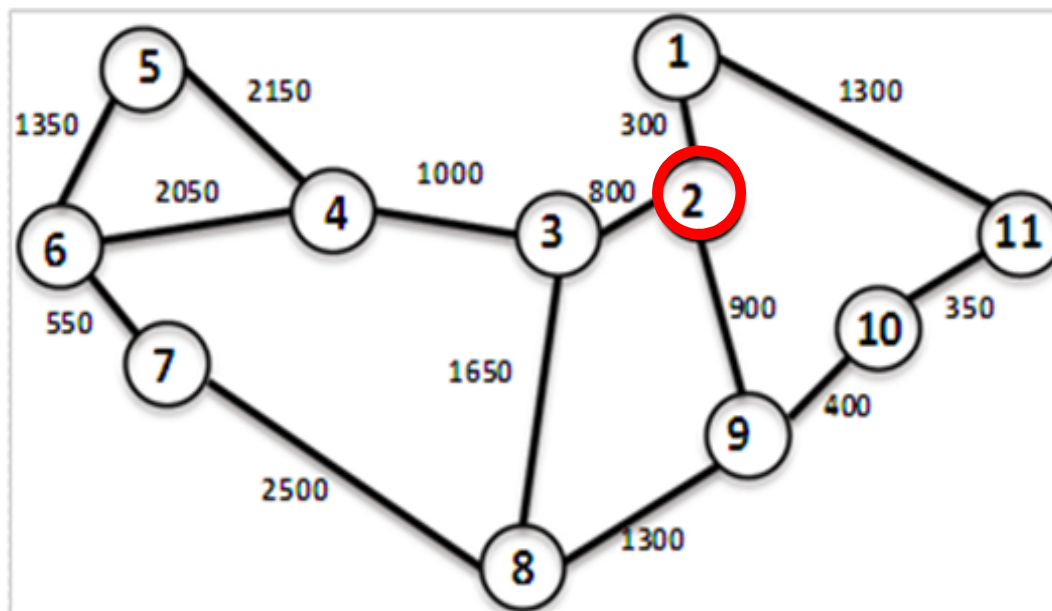
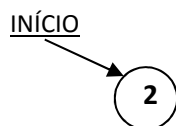
Online: Link Crosstalk (2 unidades)





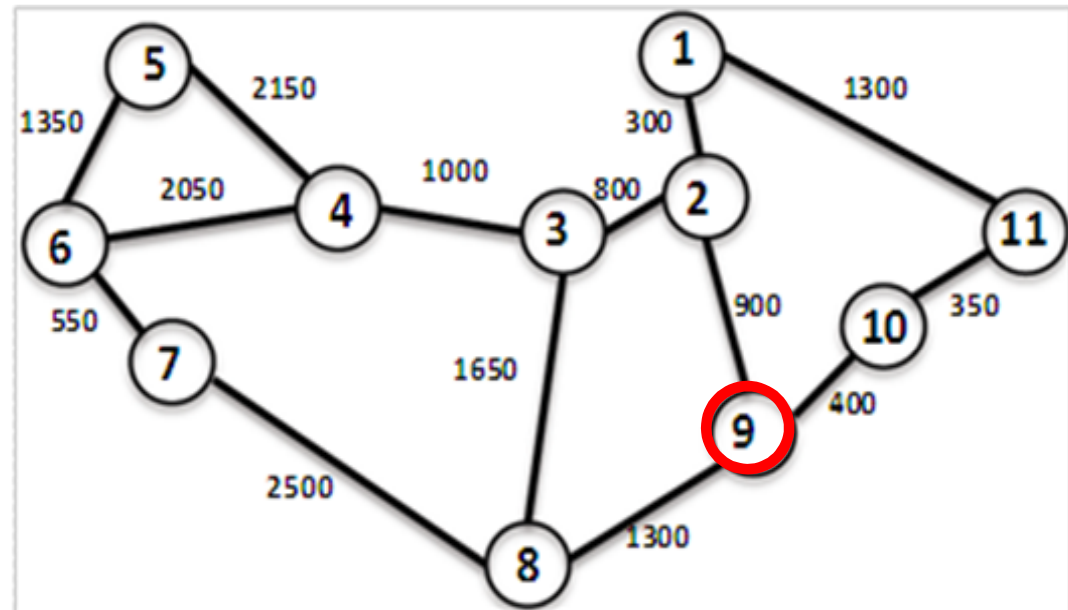
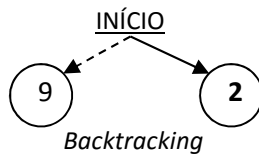
Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

Sequência do posicionamento de nós:



Melhor nó: 2
Grau lógico: 7

Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

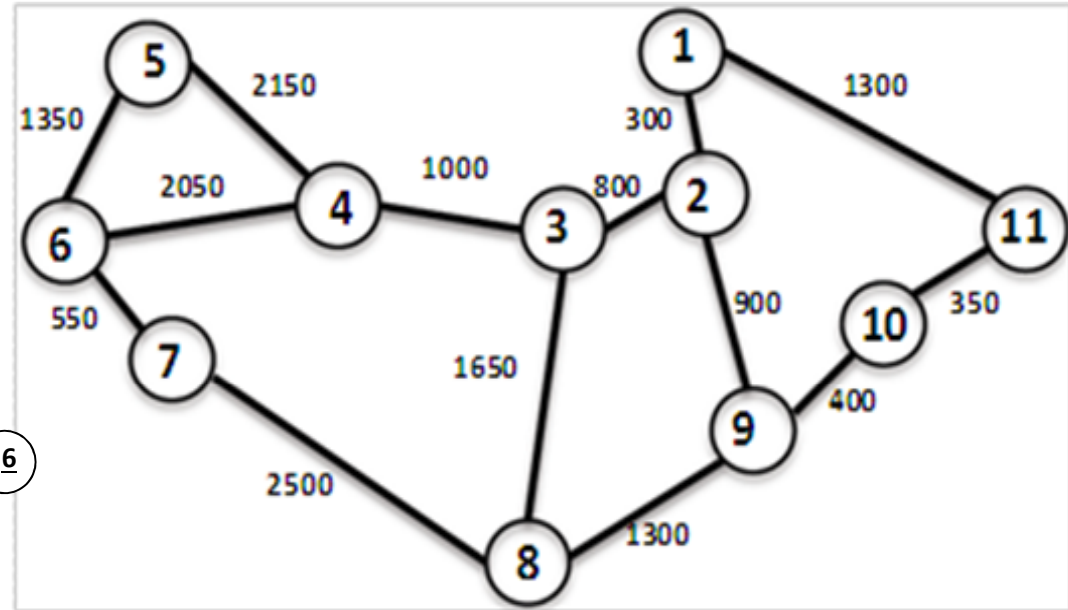
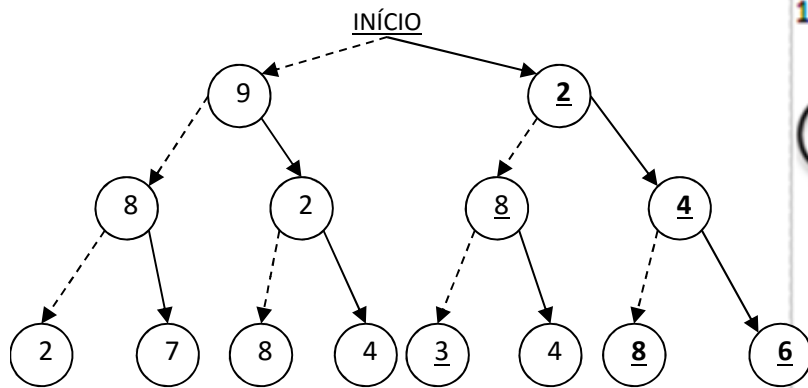


Segundo Melhor nó: 9

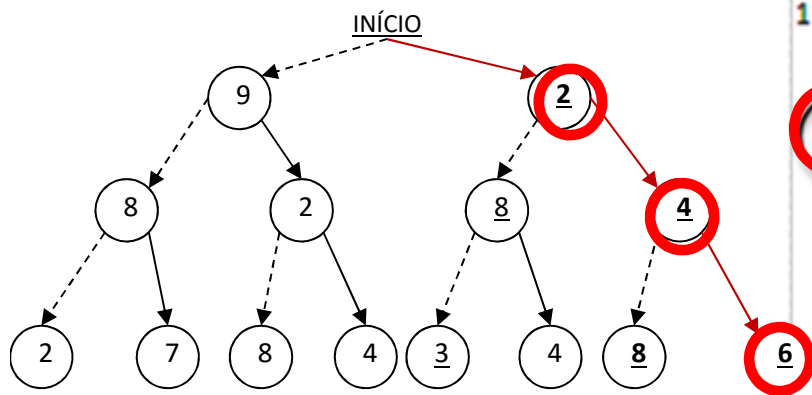
Grau lógico: 6

Grau físico: 3

Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

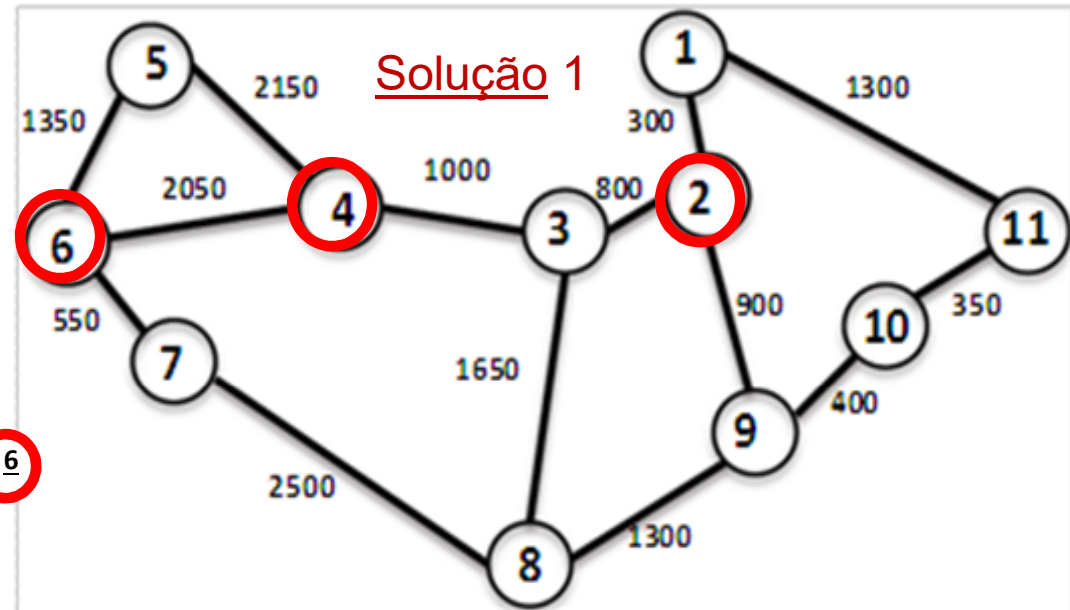


Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

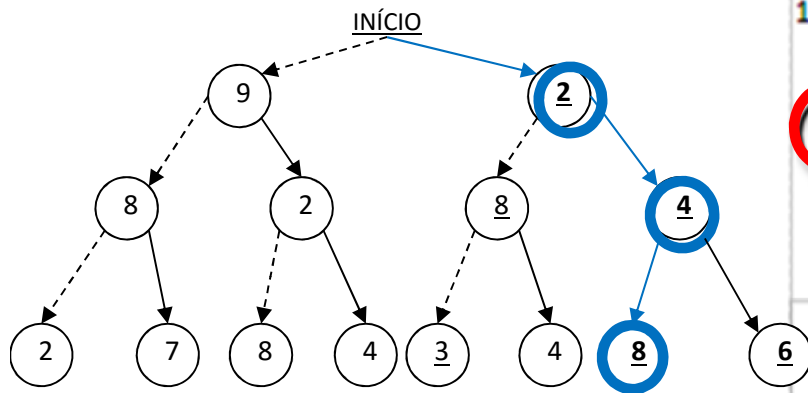


Solução 1:

Nós posicionados: **2, 4 e 6.**



Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

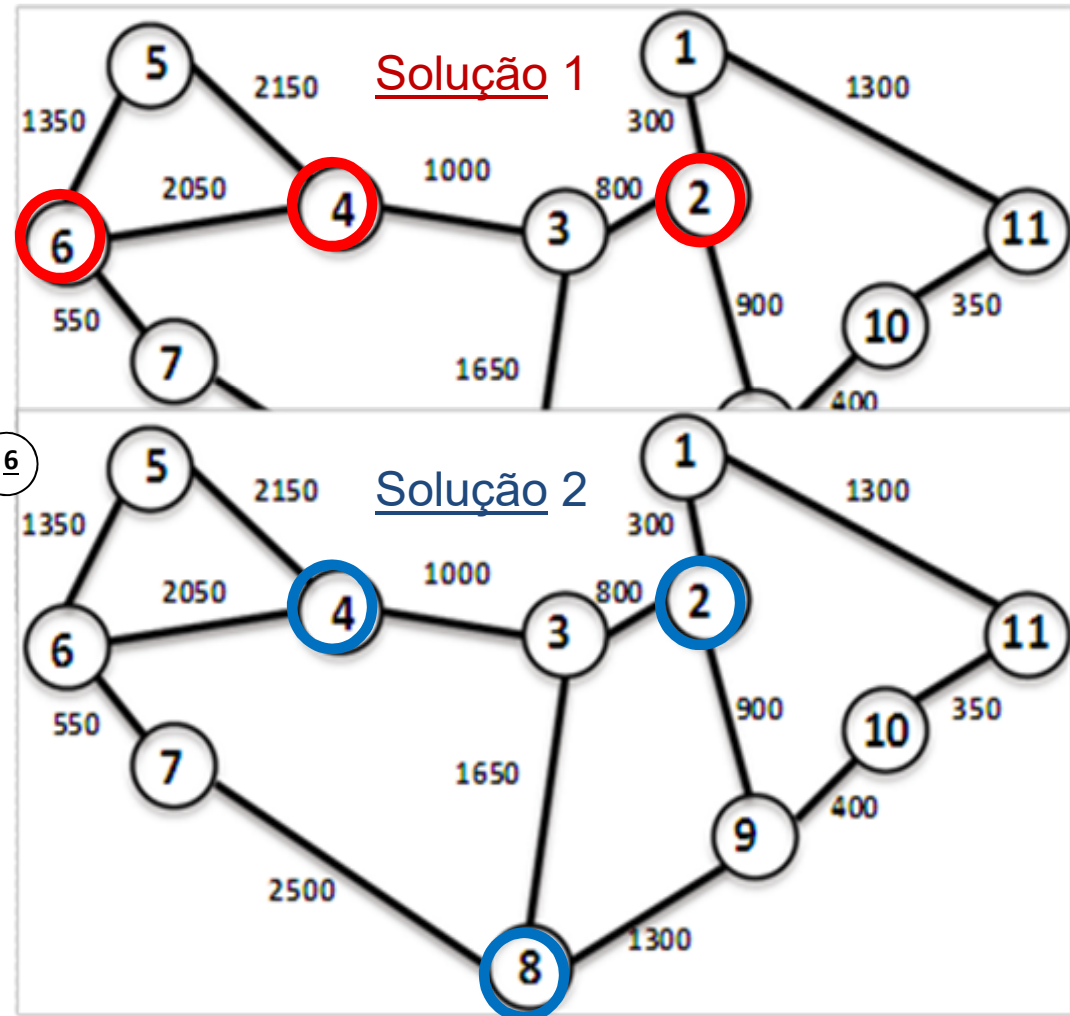


Solução 1:

Nós posicionados: **2, 4 e 6.**

Solução 2:

Nós posicionados: **2, 4 e 8.**

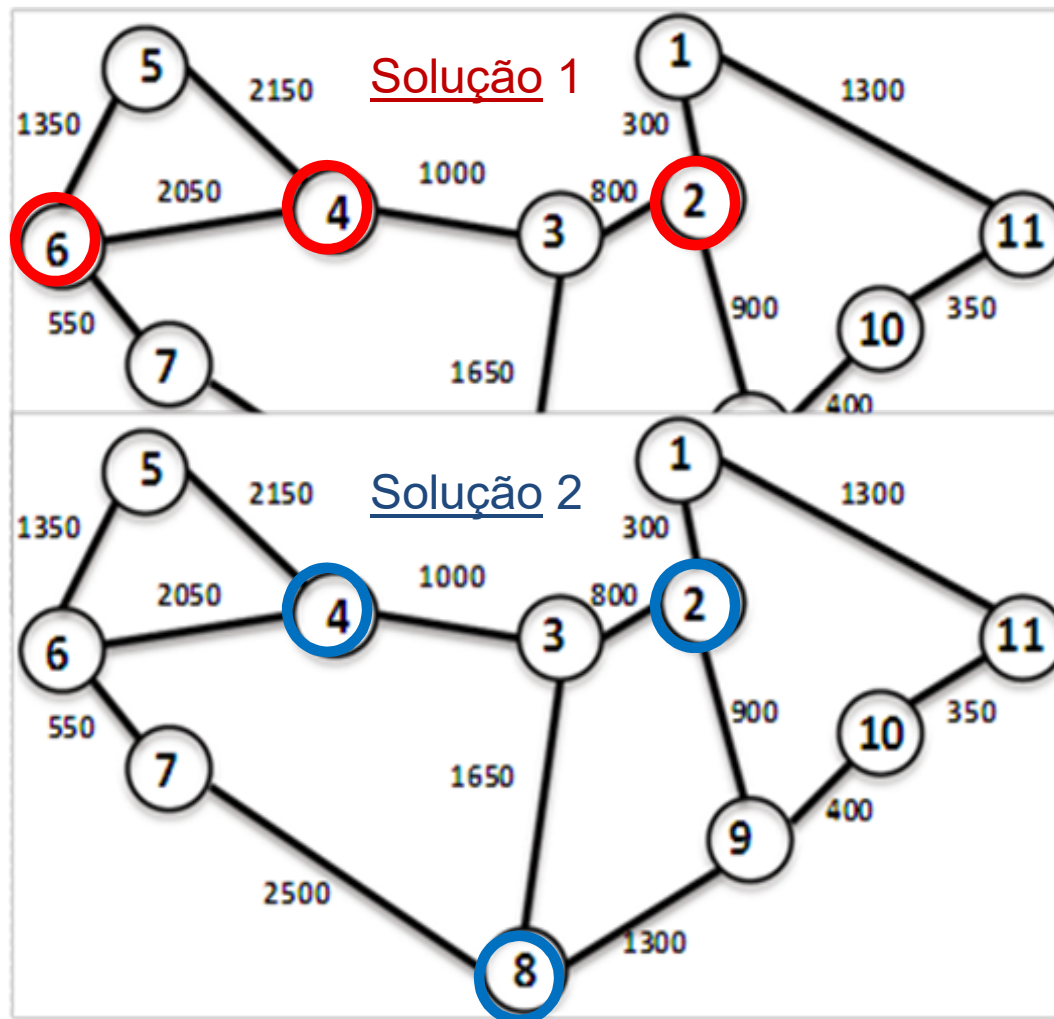




Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

ETAPA 2:

Avaliação das possíveis soluções (1 e 2)
com auxílio do algoritmo GASTL





SBRC 2016

Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

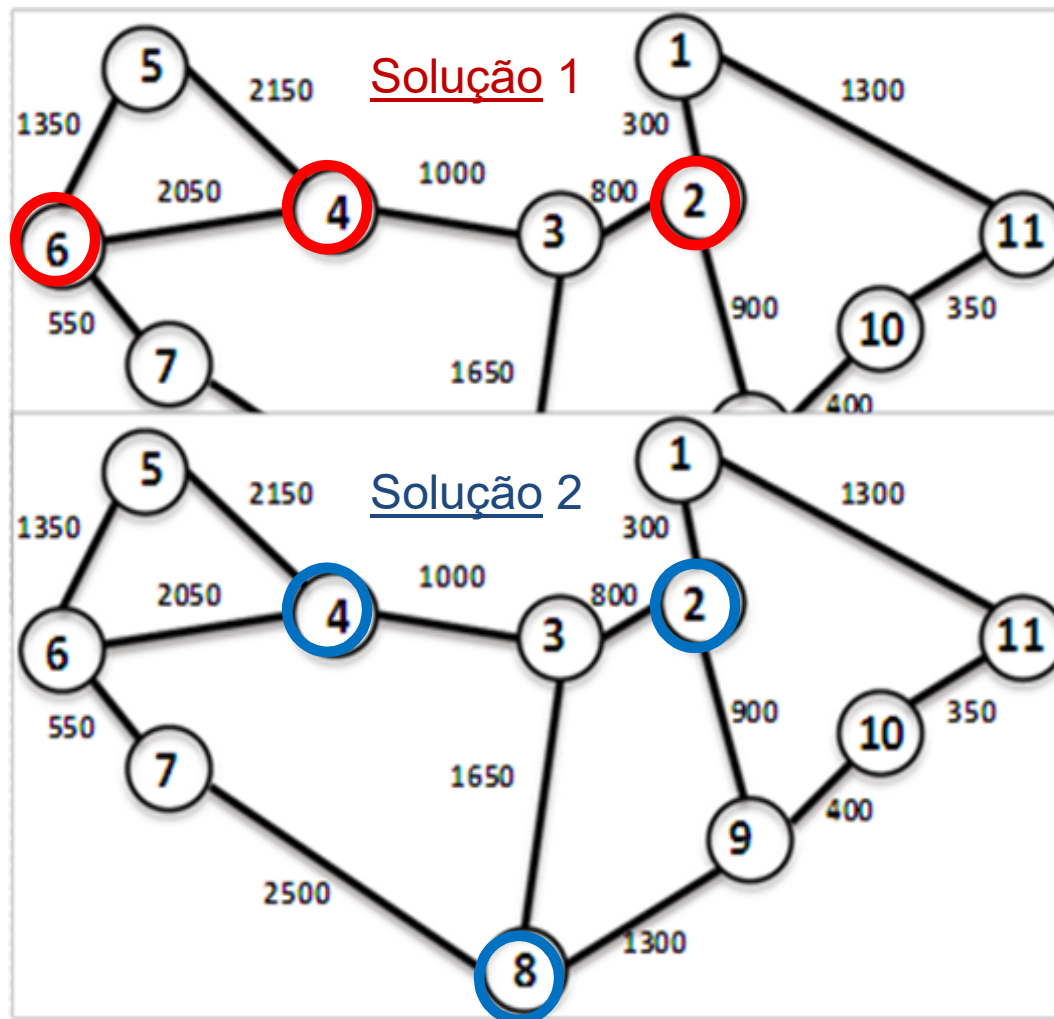
ETAPA 2:

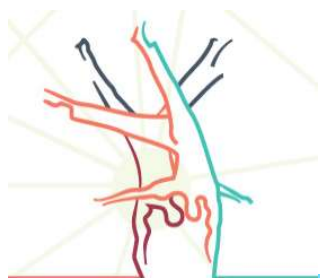
Avaliação das possíveis soluções (1 e 2)
com auxílio do algoritmo GASTL

Pico da Frequência de Uso dos Enlaces
das rotas encontradas pelo algoritmo
GASTL:

Solução 1: 28,

Solução 2: 22.





SBRC 2016

Iterative Approach for Routing and Regenerator Placement (IARRP)

ETAPA 2:

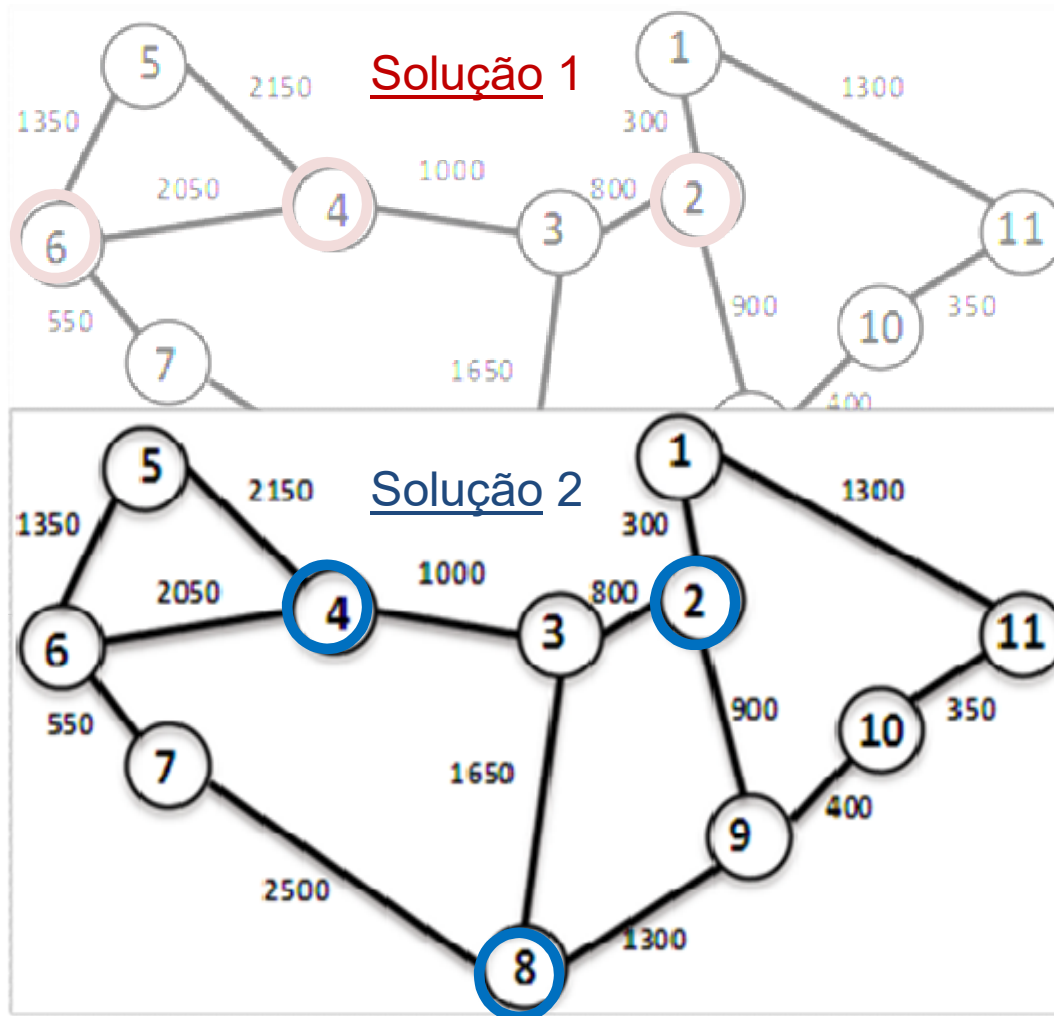
Avaliação das possíveis soluções (1 e 2)
com auxílio do algoritmo GASTL

Pico da Frequência de Uso dos Enlaces
das rotas encontradas pelo algoritmo
GASTL:

Solução 1: 28,

Solução 2: 22.

Desta forma, a Solução 2 é a escolhida!





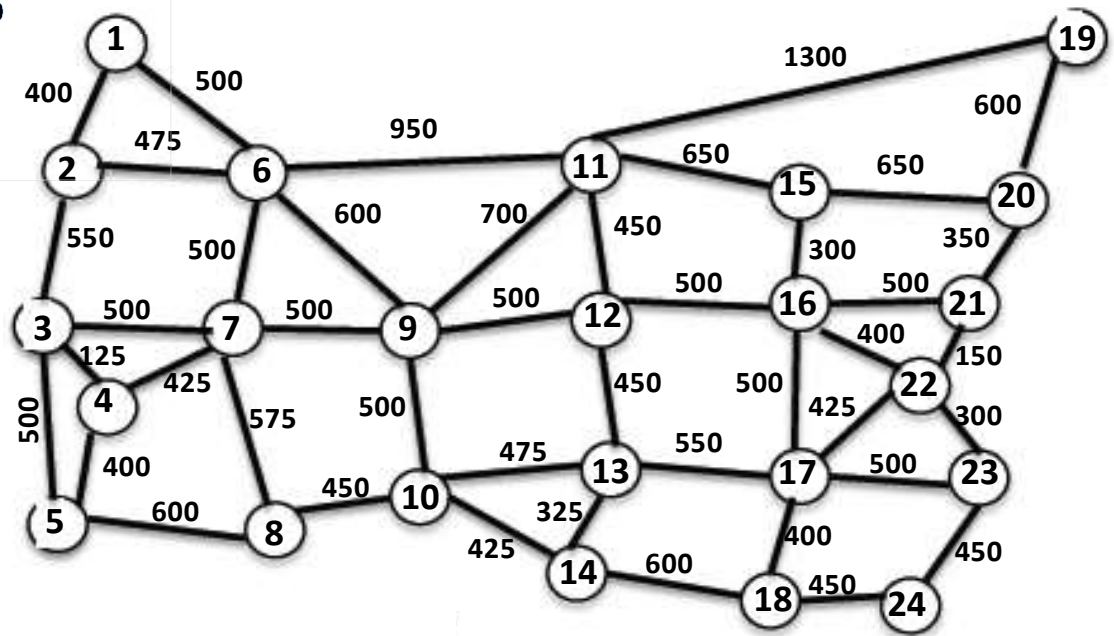
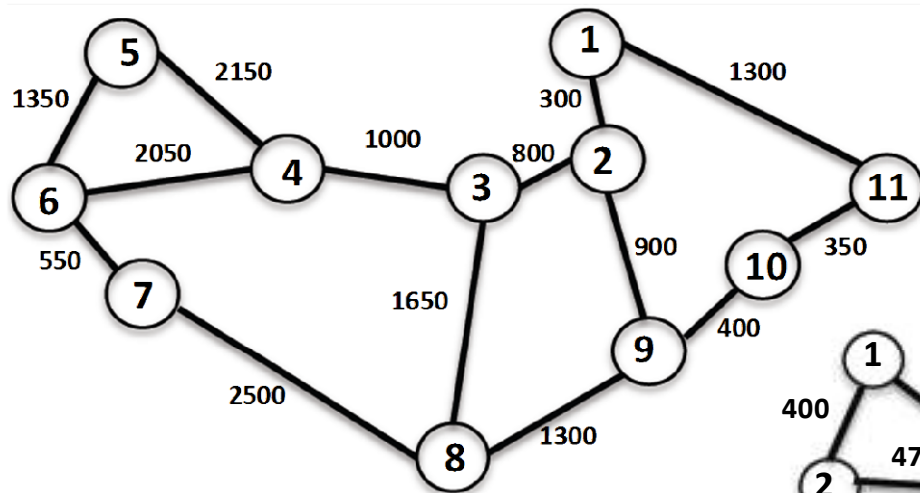
5 RESULTADOS DE SIMULAÇÃO



Avaliação de Desempenho

- Características e parâmetros das simulações
 - Ferramenta de simulação TONetS;
 - 40 comprimentos de onda;
 - Algoritmo *First Fit* para alocação de comprimento de onda;
 - 2 milhões requisições X 4 Replicações;
 - Intervalos de 95% confiança;
 - Restrições: distância (2.500km para a topologia Americana e 1.300km para a topologia Abilene), *Link Crosstalk* (2 unidades) e saltos (2 saltos).
 - Posicionamento de nós opacos: NDF, HNF, e IARRP;
 - Roteamento: Off-MRR , MRR e IARRP

Avaliação de Desempenho





Avaliação de Desempenho

- Parâmetros do Algoritmo Genético GASTL

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
Probabilidade de cruzamento	0,9	Número de Gerações	10000
Número de pontos de cruzamento	2	Porcentagem de Elitismo	0,01
Probabilidade de Mutação	0,005	Função de Avaliação (<i>fitness</i>)	MP (para a topologia Abilene) e MDP (para a topologia Americana)
Tamanho da População	1000		



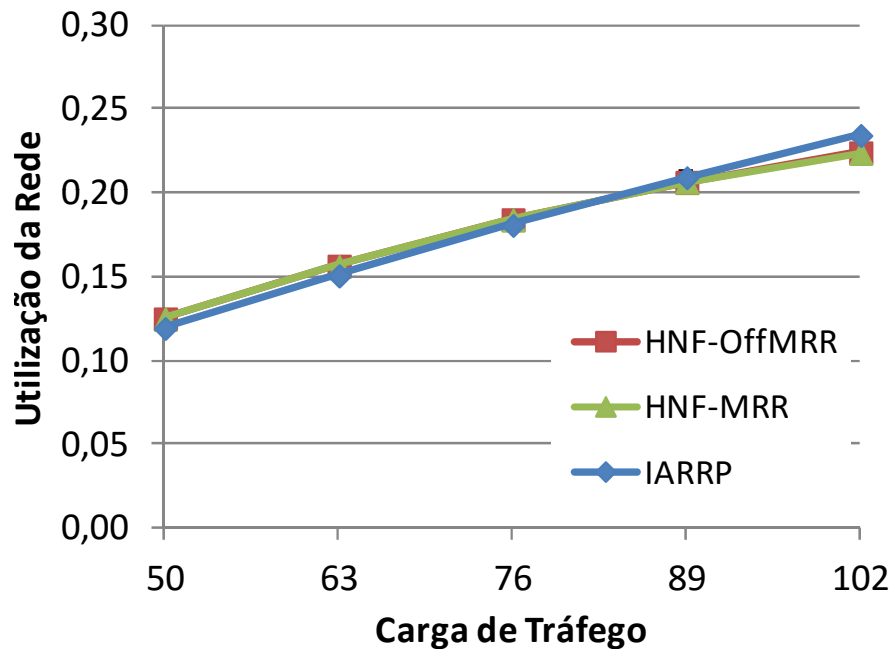
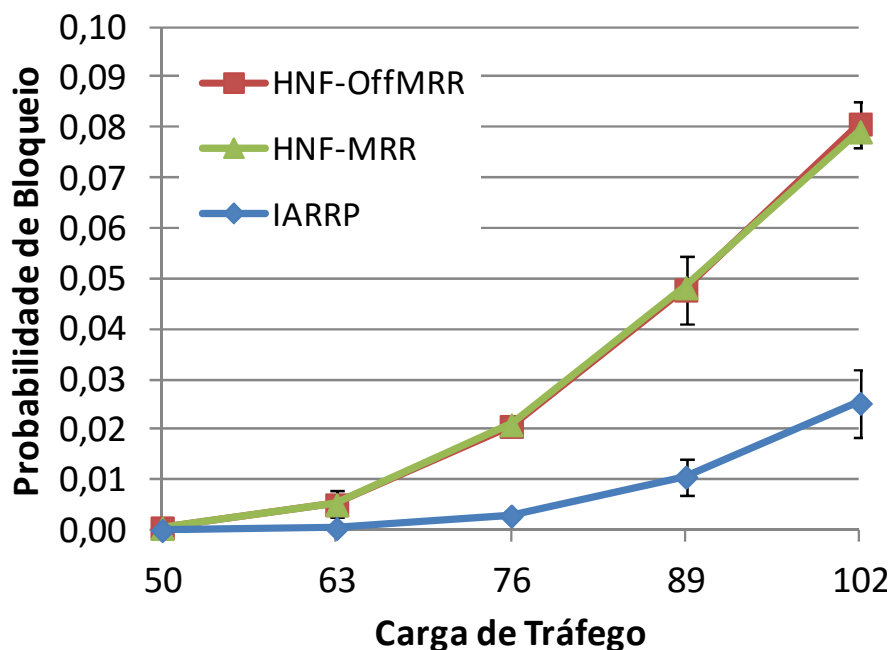
Avaliação de Desempenho

- Desempenho dos algoritmos de posicionamento de nós OEO

Topologia de Rede	Estratégia de Posicionamento	Quantidade de Nós OEO Necessários	Nós OEO Posicionados
Abilene	NDF	3	2,4,8.
	HNF	3	2,4,6.
	IARRP	3	2,4,8.
Americana	NDF	8	6, 16, 3, 9, 13, 8, 11, 17.
	HNF	5	9, 16, 7, 11, 17.
	IARRP	4	11, 13, 7, 17.

Avaliação de Desempenho

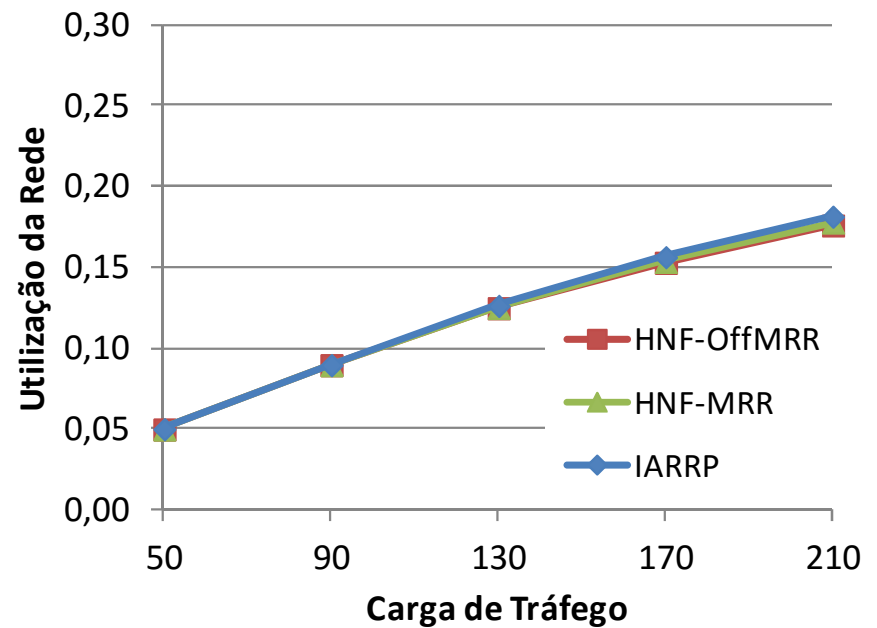
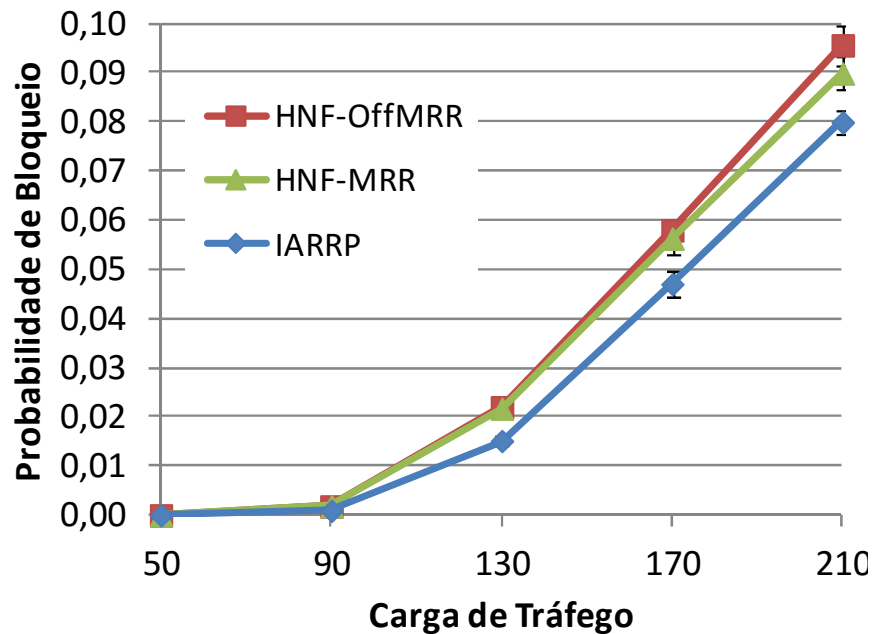
- Probabilidade de Bloqueio e Utilização



Topologia de Rede Abilene

Avaliação de Desempenho

- Probabilidade de Bloqueio e Utilização



Topologia de Rede Americana



Considerações Finais

- Proposta da estratégia híbrida IARRP
 - Posicionamento de Nós OEO e Roteamento Multirrestritivo
- Avaliação em diversos cenários e topologias de redes
- Melhores resultados
 - Dimensionamento de nós OEO,
 - Probabilidade de Bloqueio e utilização dos recursos da rede



Uma Estratégia Híbrida e Iterativa para Roteamento e Posicionamento de Nós OEO em Redes Ópticas Translúcidas

Gilvan Durães (IF Baiano), Víctor Araújo (QUALCOMM), André Soares (UFPI), William Giozza (UnB), José Suruagy Monteiro (UFPE)

Perguntas???