

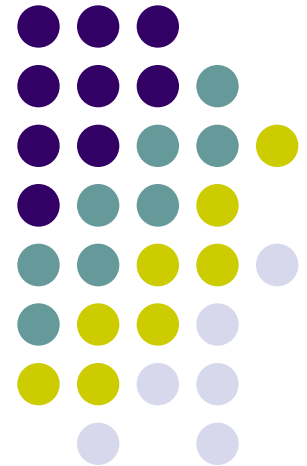
Algoritmo Evolucionário no Tratamento do Problema de Roteamento de Veículos com Janela de Tempo

Humberto César Brandão de Oliveira (CIn-UFPE)
humberto.brandao@gmail.com

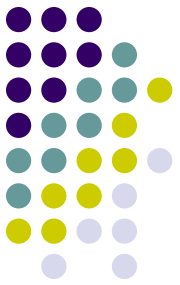
Guilherme Bastos Alvarenga (DCC-UFLA)
guilherme@dcc.ufla.br

Germano Crispim Vasconcelos (CIn-UFPE)
gcv@cin.ufpe.br

Apoio:
Grupo de Pesquisa Otimização e Automação Inteligente
(Universidade Federal de Lavras-MG)
<http://www.dcc.ufla.br/pesquisa/gotai/>



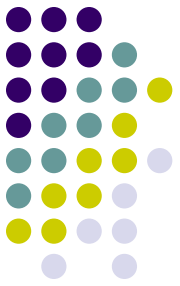
Problema de Roteamento de Veículos com Janela de Tempo (PRVJT)



- Informações:

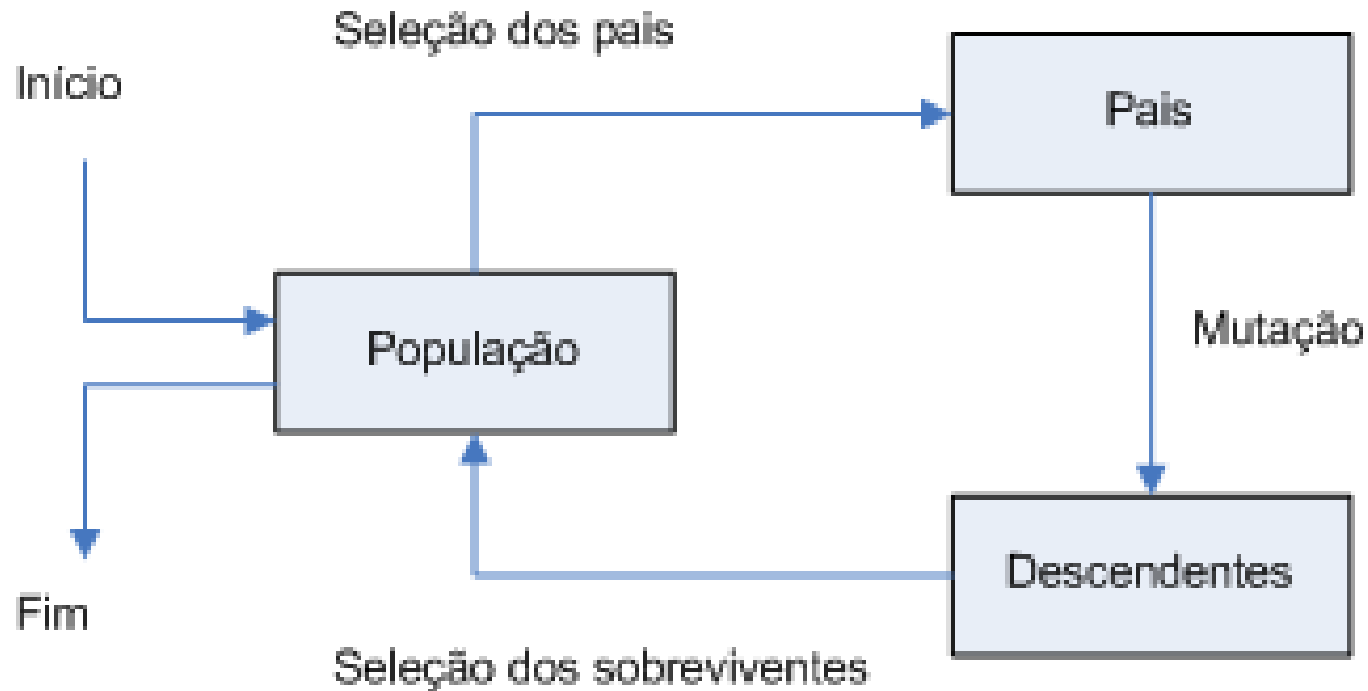
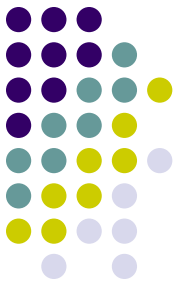
- Posições dos consumidores e do depósito central;
- Demanda de carga de cada consumidor;
- É efetuada coleta ou entrega de mercadorias;
- Cada consumidor tem um janela de tempo associada (tempo que é possível o atendimento);
- Cada serviço demanda um tempo de atendimento;

Objetivos variados para o PRVJT



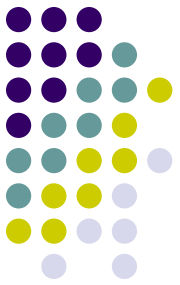
- Objetivos de primeiro plano:
 - Minimização da frota + minimização da distância total;
 - Minimização da frota + minimização do tempo total;
 - Minimização da distância total;
- Objetivo de segundo plano:
 - Minimização do tempo de espera nos consumidores;

Estratégia de resolução: Algoritmo Evolucionário



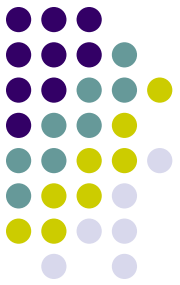
[Eiben e Smith (2003)]

Construção População Inicial



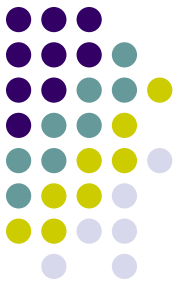
- Utilizado o algoritmo *Push Forward Insertion Heuristic* [Solomon(1986)];
- *Método construtivo baseado nos parâmetros:*
 - Distância entre o consumidor e o depósito central;
 - Limite temporal de atendimento de cada consumidor;
 - Ângulo da coordenada polar entre o consumidor e o depósito central;

Operadores de Mutação



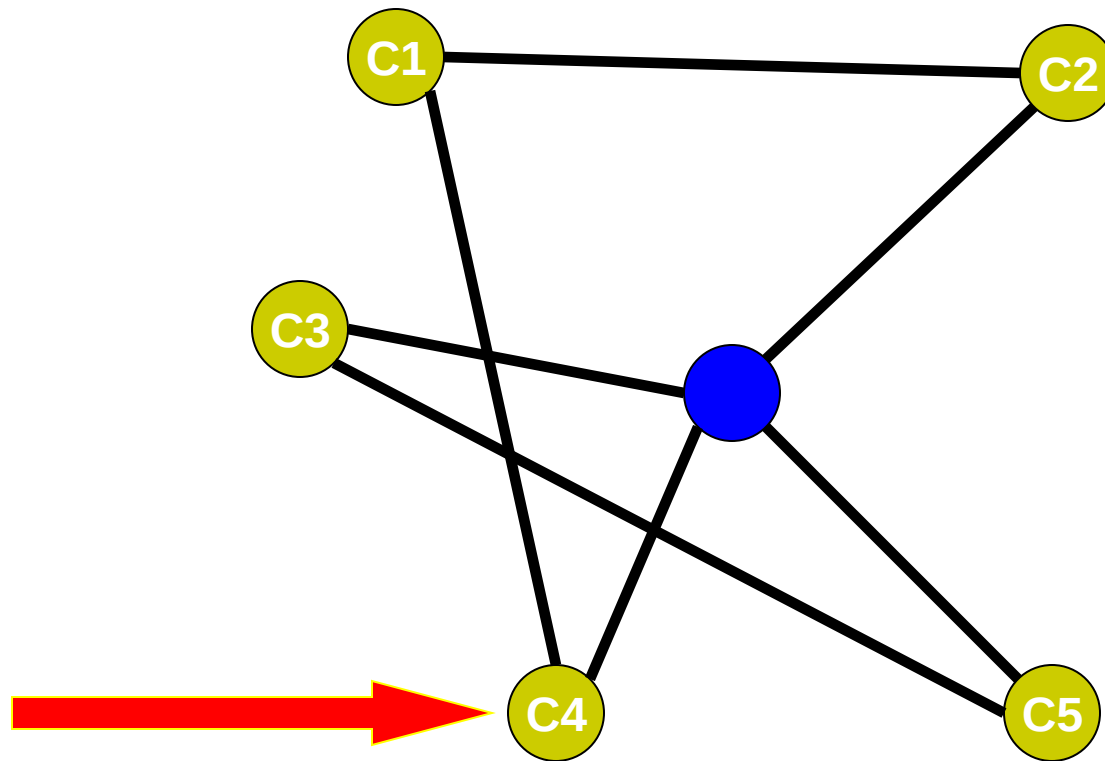
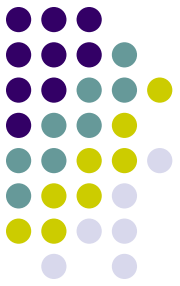
- Migração:
 - Individual;
 - Grupo;
- Corte:
- Retirada;

Operador: Migração individual

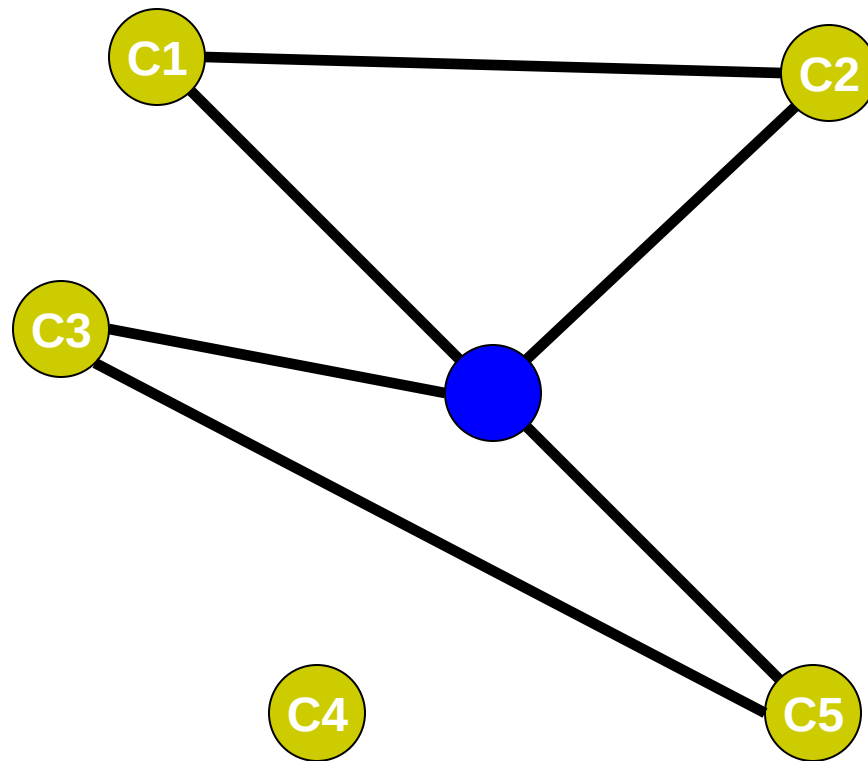
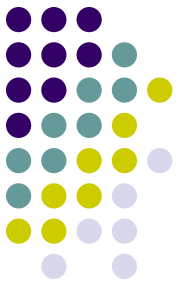


- Retira 1 (um) consumidor e o insere em outra posição
- Tipo 1: Apenas insere se isso oferecer uma melhora na solução (DT)
- Tipo 2: Insere na melhor posição que não viola restrições de carga e tempo.

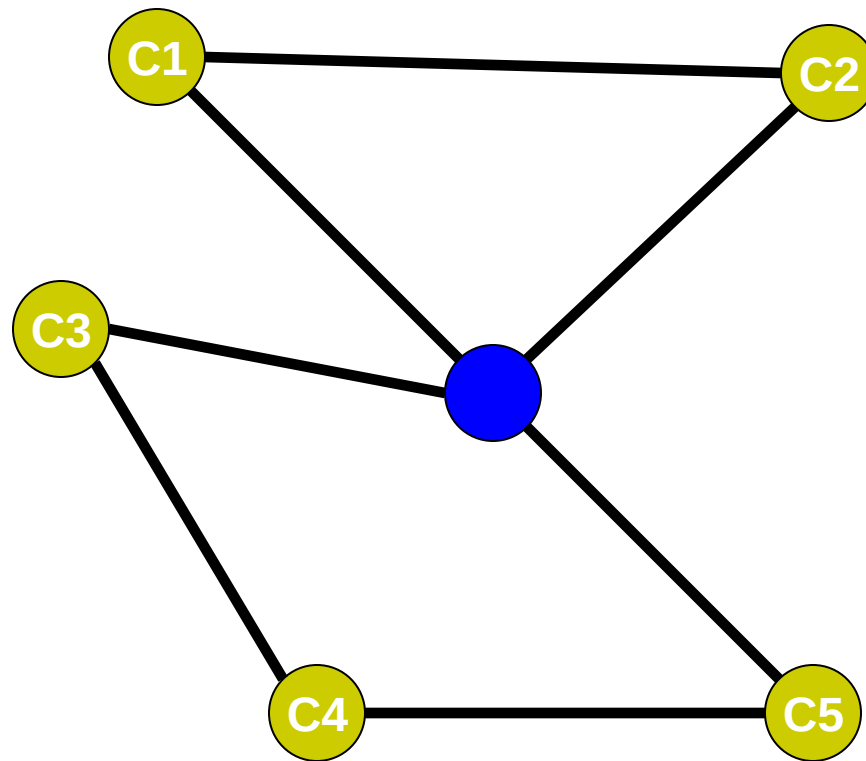
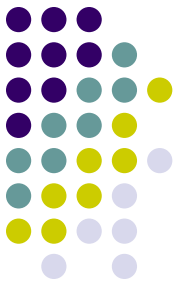
Operador: Migração individual



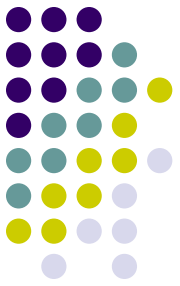
Operador: Migração individual



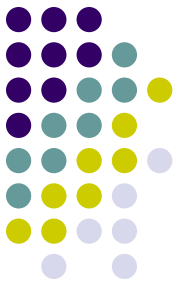
Operador: Migração individual



Operador: Migração de grupo



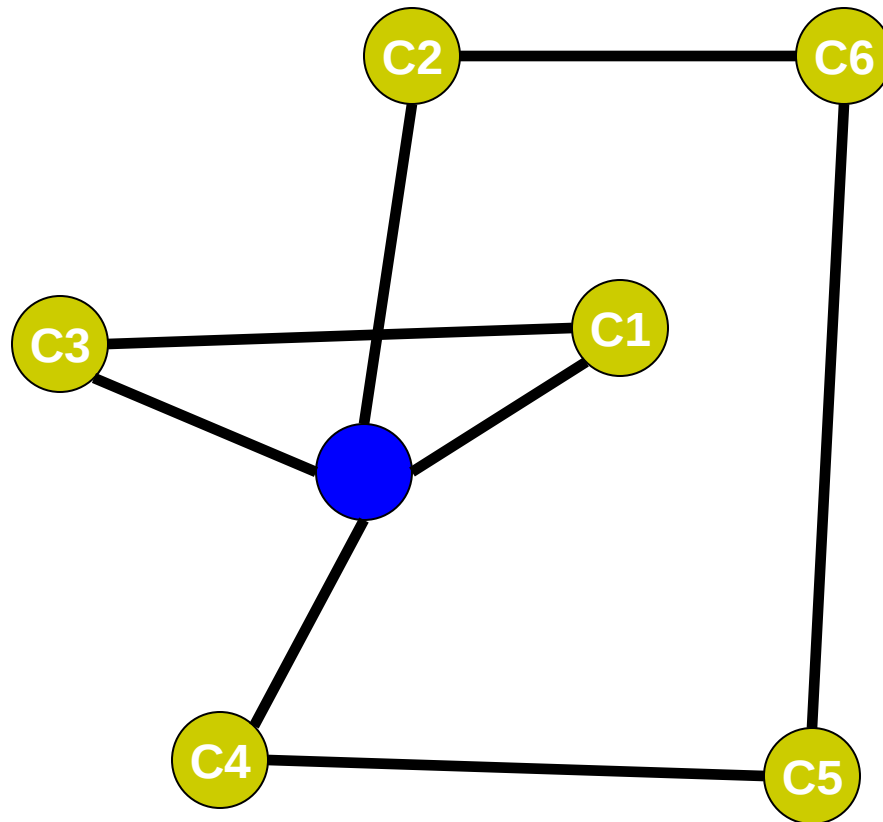
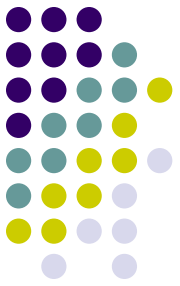
- Retira 1 (uma) rota completa e insere individualmente os consumidores em outras ou novas rotas.
- Tipo único: Insere na melhor posição que não viola restrições de carga e tempo.



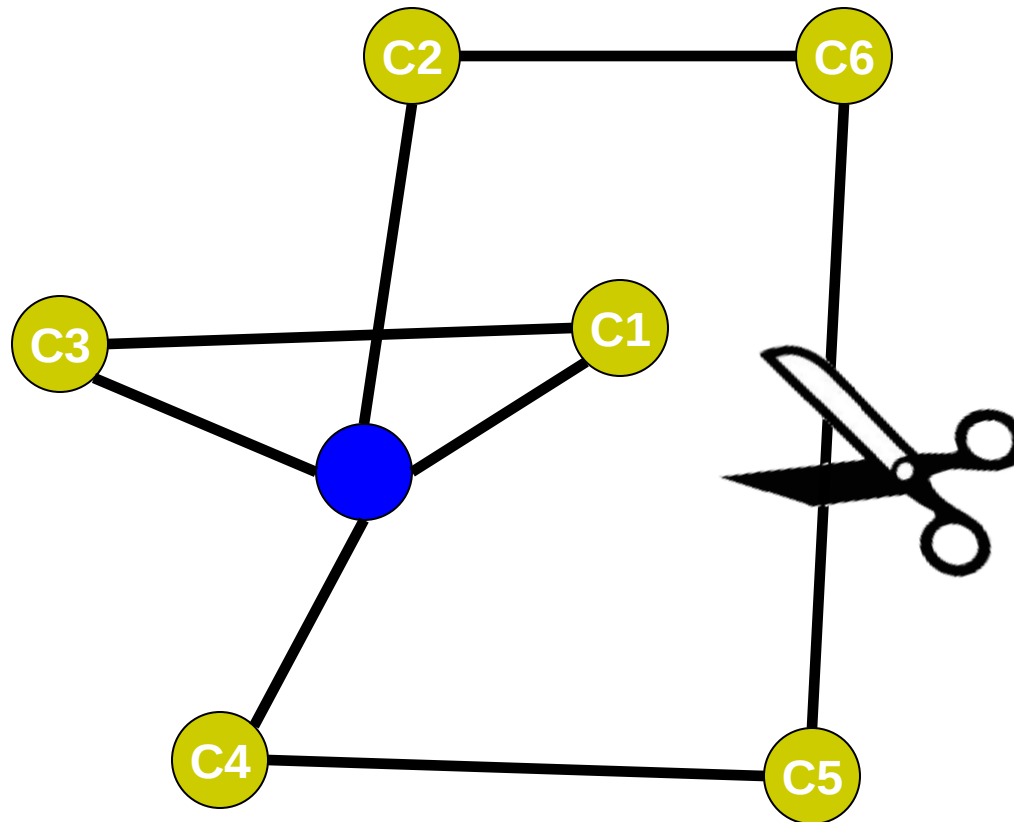
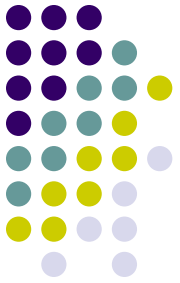
Operador: Corte

- Escolhe uma rota;
- Escolhe uma posição da rota para efetuar o corte;
- Remove todos os consumidores de um dos lados do corte, e mantém a outra parte da rota;

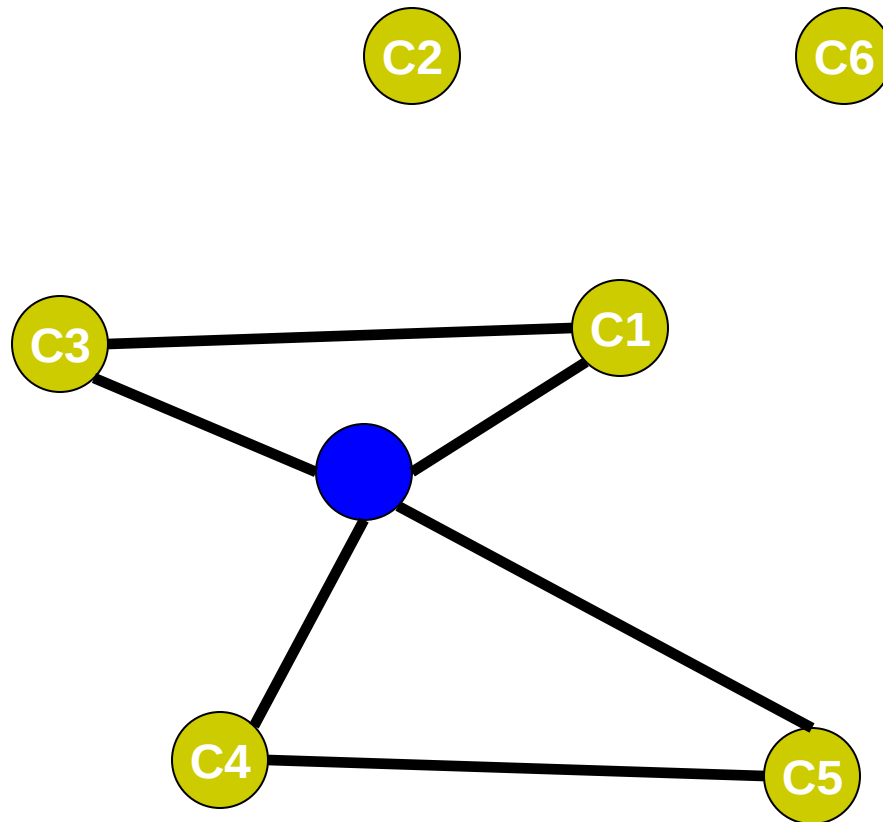
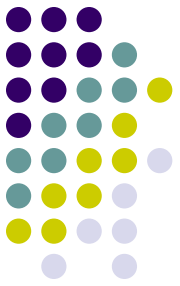
Operador: Corte individual



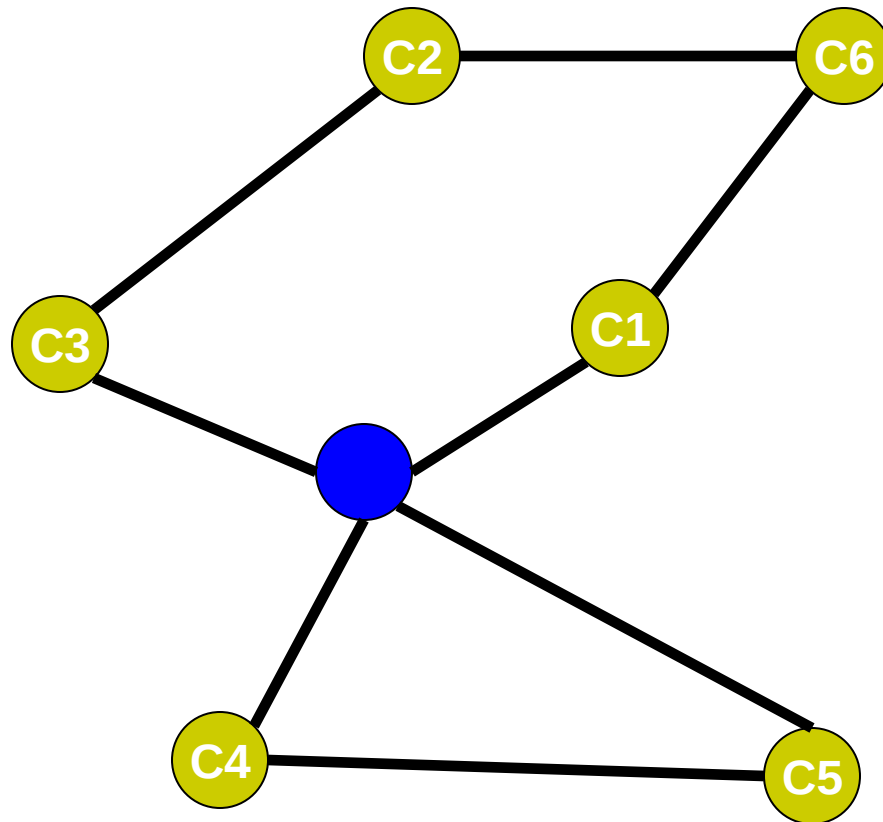
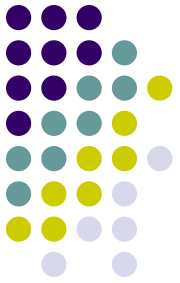
Operador: Corte individual

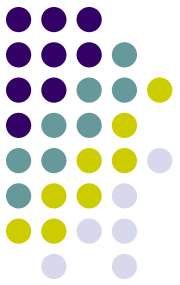


Operador: Corte individual



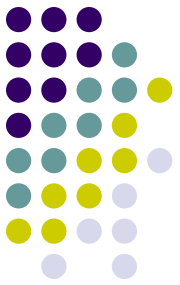
Operador: Corte individual





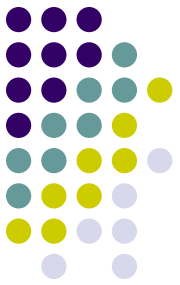
Operador: Retirada

- Remove k consumidores da solução, com k variando de 1 até M ;
- Chama recursivamente o método de mutação (podendo aplicar qualquer operador na sub-solução);
- Insere os consumidores removidos a priori;



Base de Testes

- Testes realizados sobre as 56 instâncias de Solomon com 100 consumidores cada [Instâncias (Web)];
- Classes de instâncias:
 - R – (R1, R2);
 - C – (C1, C2);
 - RC – (RC1, RC2);

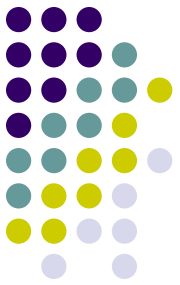


Resultados comparativos

- Percentual a que cada algoritmo (de Alvarenga e deste trabalho) está da junção dos melhores resultados da literatura (em cada classe):

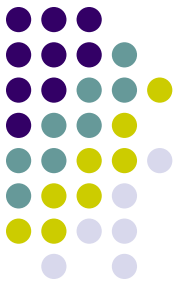
	R1	C1	RC1
Alvarenga(2005)	0,1352 %	0,0000 %	0,1813 %
Oliveira(2005)	0,9257 %	0,0000 %	1,9638 %

	R2	C2	RC2
Alvarenga(2005)	2,0040 %	0,0000 %	0,7608 %
Oliveira(2005)	0,0095 %	0,0000 %	0,1072 %



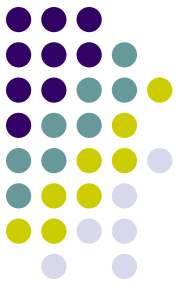
Conclusões

- O algoritmo evolucionário chega a bons resultados para instâncias das classes R2 e RC2 (atualmente é o melhor da literatura nestas duas classes).
- A abordagem de [Alvarenga(2005)] chega a melhores resultados em instâncias das classes R1 e RC1 (atualmente é o melhor da literatura nestas duas classes).



Trabalhos futuros

- Unir as abordagens deste trabalho com o de [Alvarenga (2005)], que obtém bons resultados em instâncias onde existem muitos veículos por solução.
- Atacar o PRVJT com minimização de frota de veículos



Referências

- [Alvarenga (2005)]** G. B. Alvarenga, *Um algoritmo híbrido para os problemas de Roteamento de Veículos Estático e Dinâmico com Janela de Tempo.*, Tese de Doutorado. Departamento de Ciência da Computação. Universidade Federal de Minas Gerais, (2005).
- [Eiben e Smith (2003)]** .E. Eiben; J. E. Smith. *Introduction to Evolutionary Computing*, Natural Computing Series, MIT Press, Springer, Berlin, (2003).
- [Solomon (1986)]** Marius M. Solomon; *On the worst-case performance of some heuristics for the vehicle routing and scheduling problem with time windows constraints*, (1986).
- [Intâncias (Web)]** Solomon's 100 customers Problems Instances (1987),
URL:http://neo.lcc.uma.es/radi-aeb/WebVRP/data/instances/solomon/solomon_100.zip
12 de julho de 2005.