

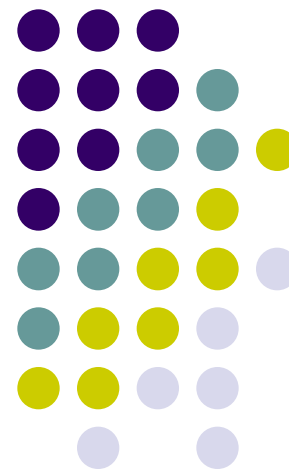
Uma Abordagem Evolucionária para o Problema de Roteamento de Veículos com Janela de Tempo

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

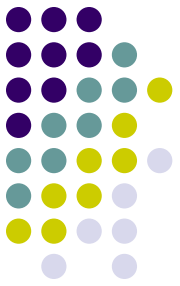
Germano Crispim Vasconcelos (CIn-UFPE)
gcv@cin.ufpe.br

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

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

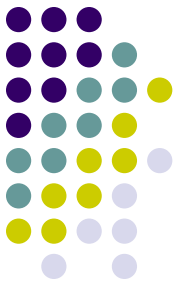


Roteiro



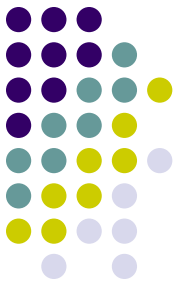
- Problema tratado (PRVJT)
- Algoritmos Evolucionários
 - Criação da População inicial
 - Mutações diversas
- Resultados
- Conclusões

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

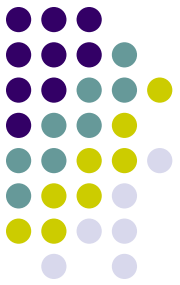


- Generalização do PRV.
 - Todos os consumidores devem ser atendidos **exatamente uma vez**;
 - A capacidade de carga de um veículo **nunca** deve ser extrapolada em uma viagem;
 - Os veículos efetuam **apenas entregas**;
 - Os consumidores devem ser atendidos em um **intervalo de tempo predeterminado**;

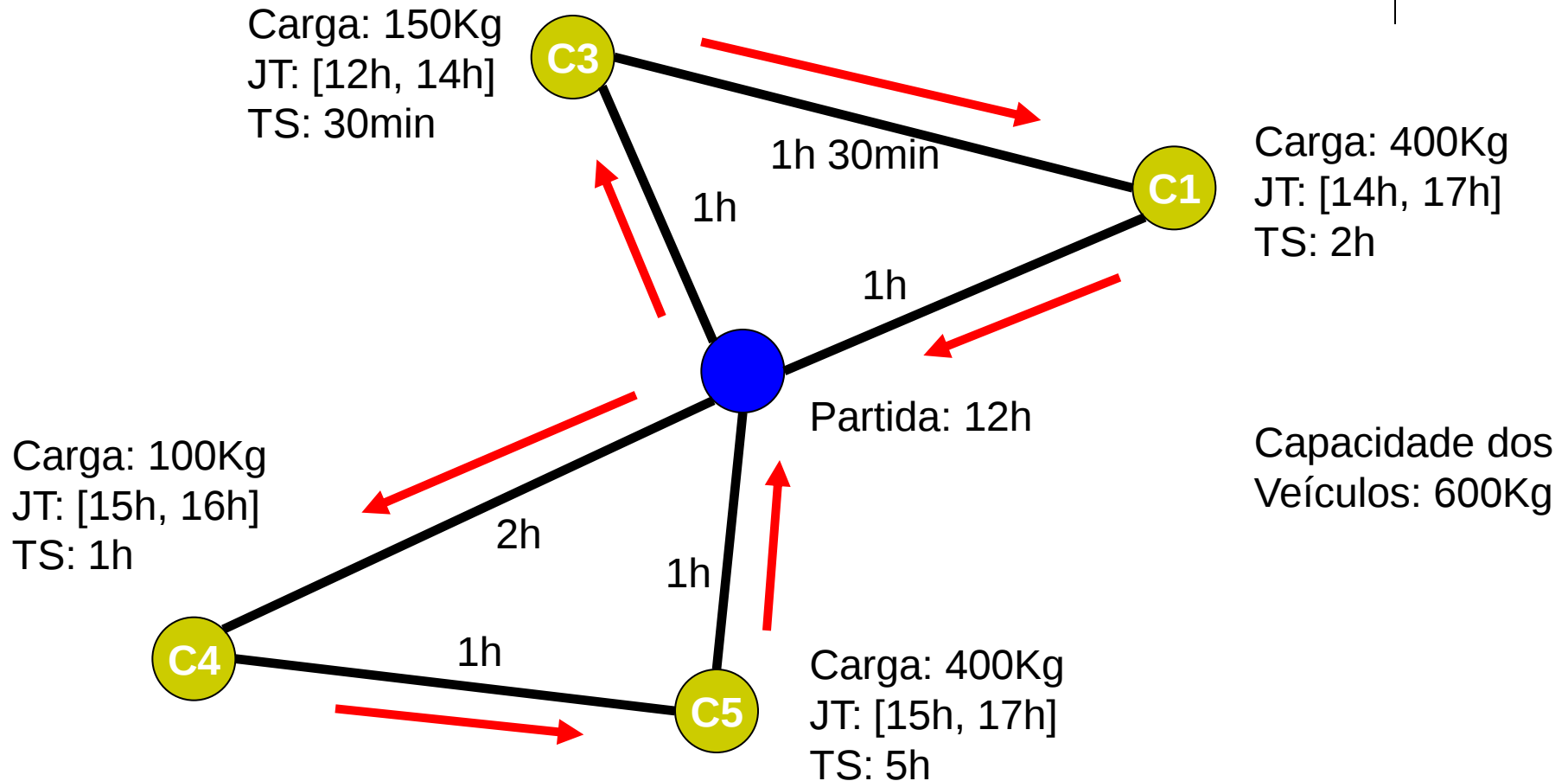
Problema de Roteamento de Veículos com Janela de Tempo (PRVJT)



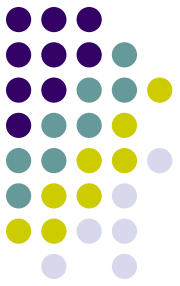
- Cada consumidor demanda um tempo de serviço (tempo de atendimento)
- O distância é proporcional ao tempo.
- Problema NP-Completo [Lenstra e Kan (1981)]



Exemplo de Solução para o PRVJT

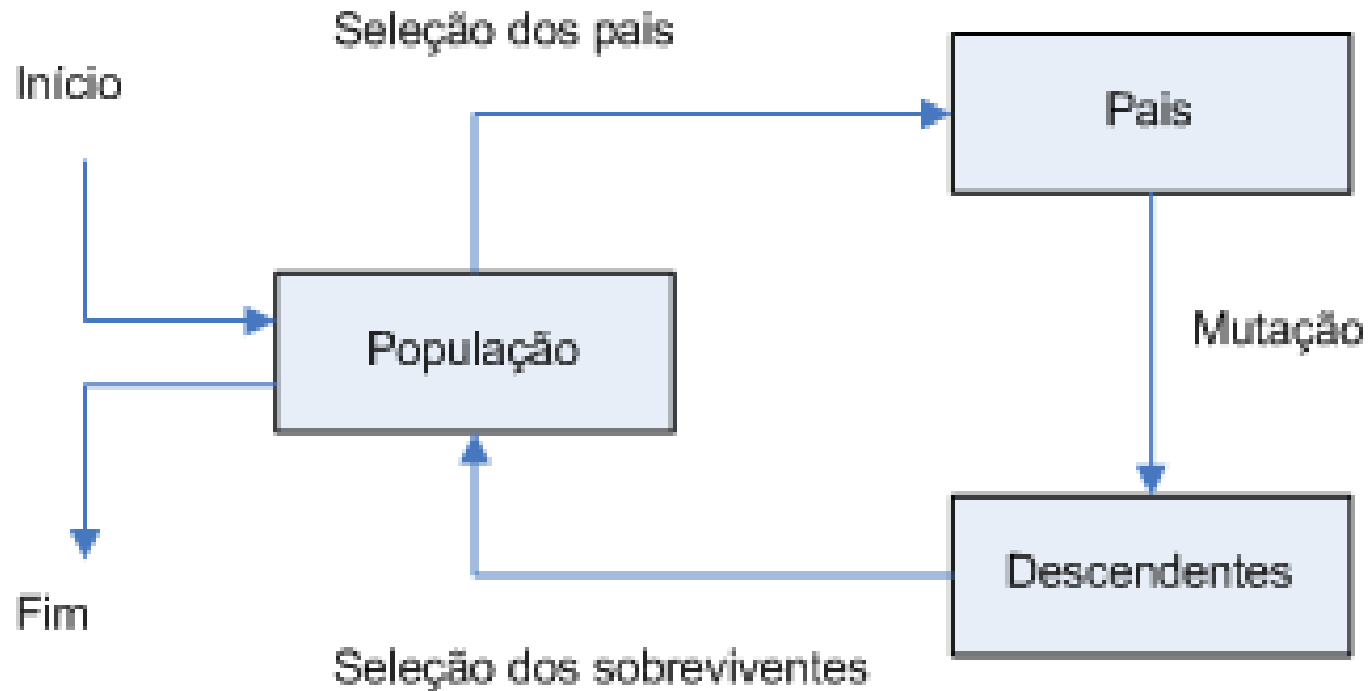
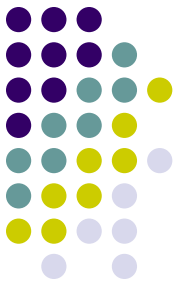


Objetivos variados para o PRVJT

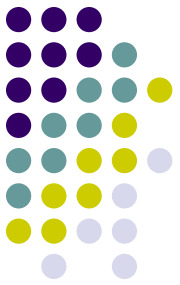


- Minimização da frota + minimização da distância total;
- Minimização da frota + minimização do tempo total;
- Minimização da distância total;
- Dentre outros.

Estratégia de resolução: Algoritmo Evolucionário



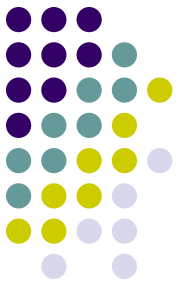
[Eiben e Smith (2003)]



Construção População Inicial

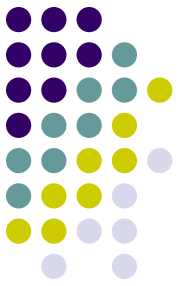
- Utilizado o algoritmo *Push Forward Insertion Heuristic* [Solomon(1986)];
- *Heurística construtiva baseada nas informações:*
 - Distância entre o consumidor e o depósito central;
 - Limite temporal de atendimento de cada consumidor;
 - Ângulo da coordenada polar entre o consumidor e o depósito central;

Operadores de Mutação



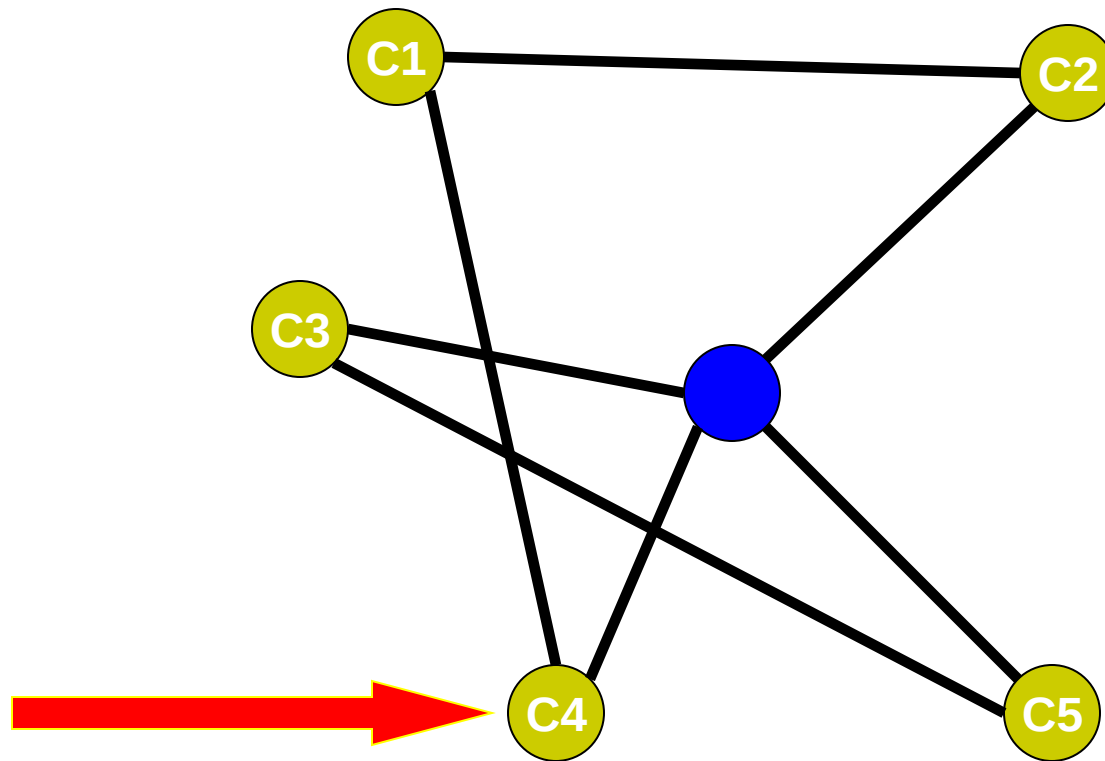
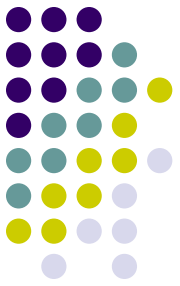
- Migração:
 - Individual;
 - Grupo;
- Corte:
- Retirada;

Operador: Migração individual

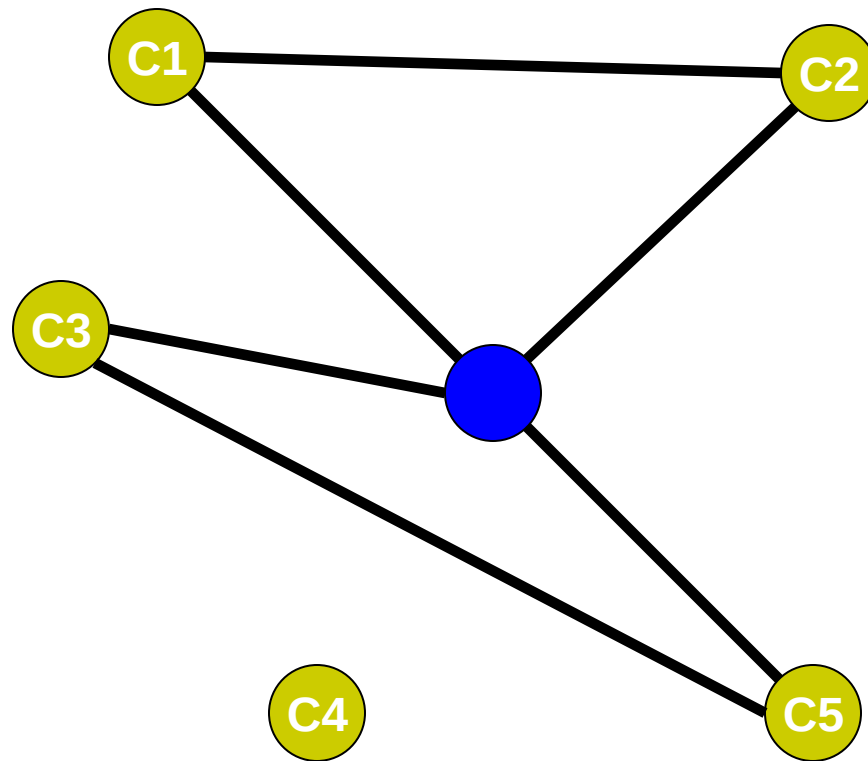
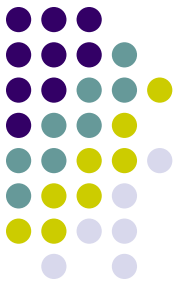


- Retira 1 (um) consumidor e o insere em outra posição
 - Tipo 1: Apenas insere se isso oferecer uma melhora na solução (DT)
 - Tipo 2: Insere na melhor posição que não viola restrições de carga e tempo.

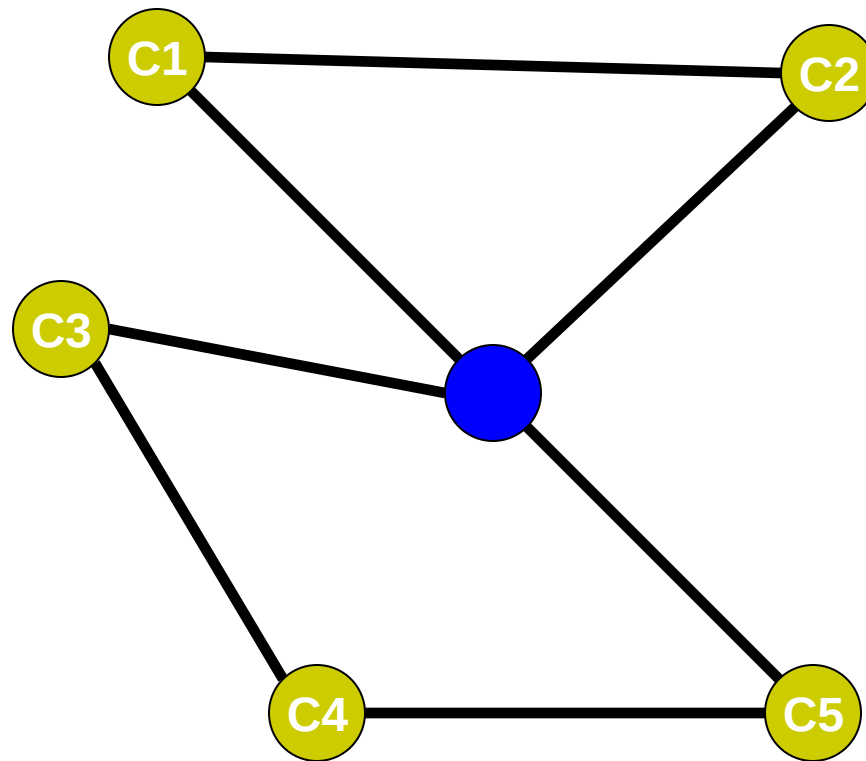
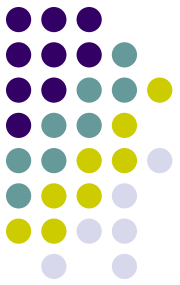
Operador: Migração individual

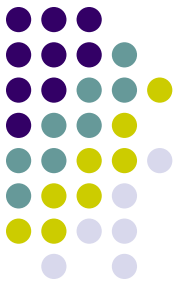


Operador: Migração individual



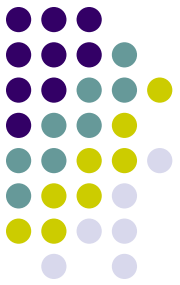
Operador: Migração individual





Operador: Migração de grupo

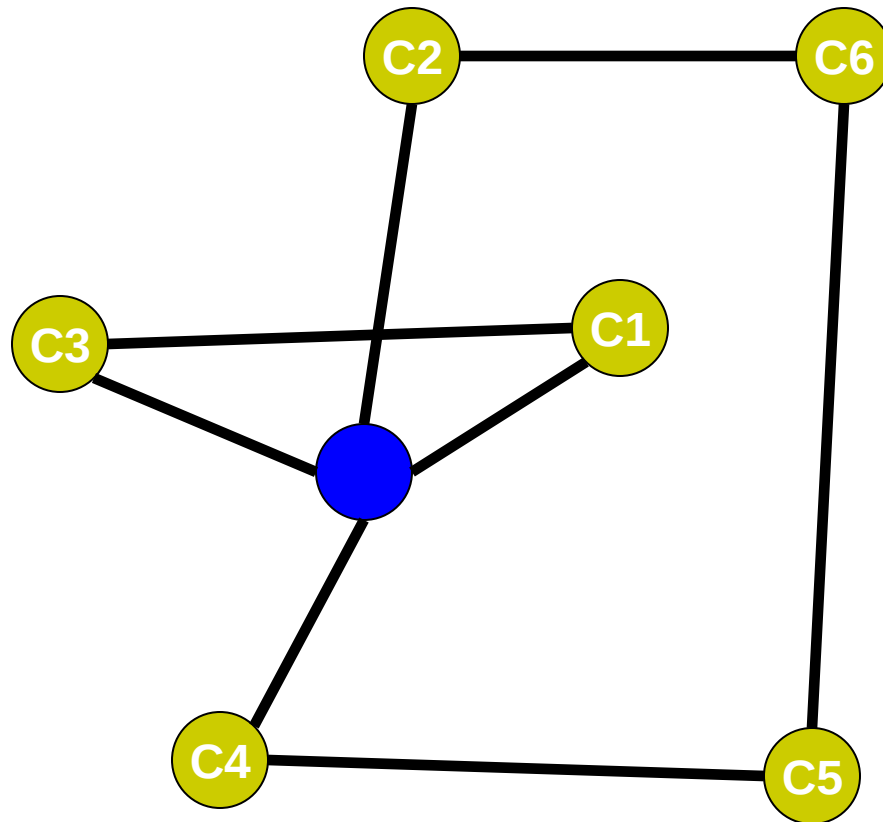
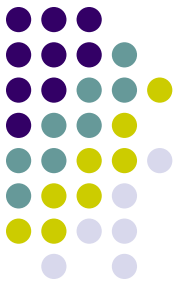
- Retira 1 (uma) rota completa e insere individualmente os consumidores em outras ou novas rotas.
- Tipo único: Insere na melhor posição que não viola restrições de carga e tempo.



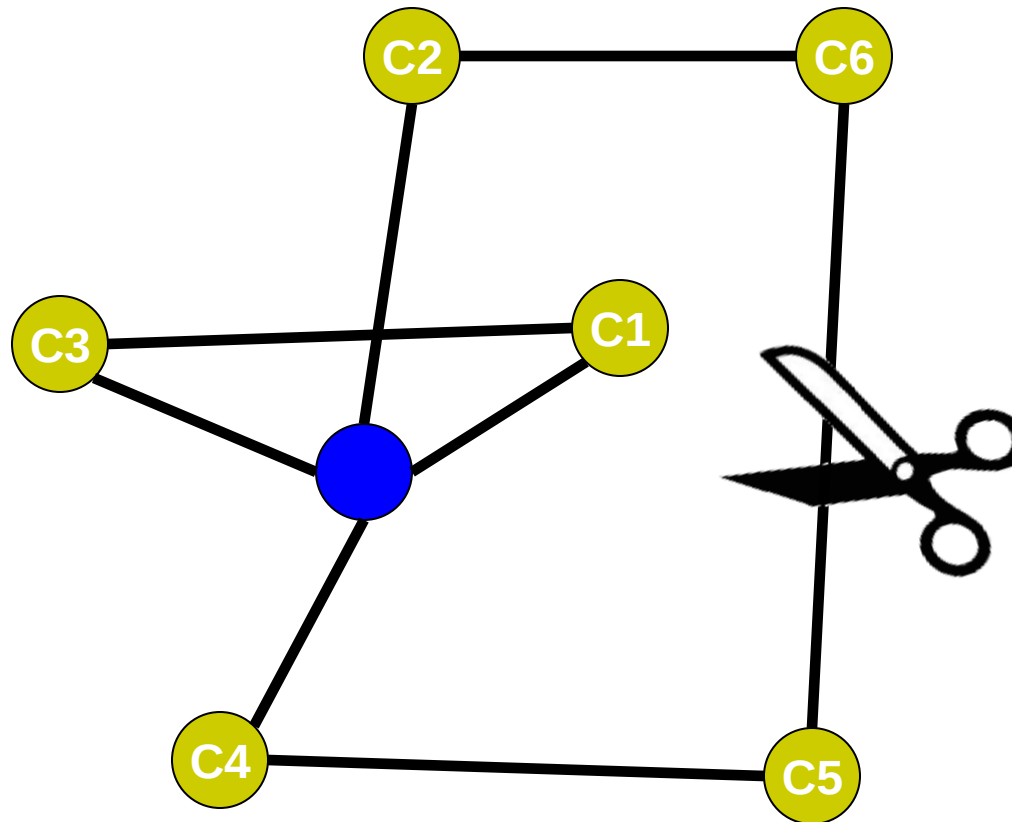
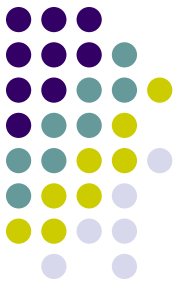
Operador: Corte

- 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;

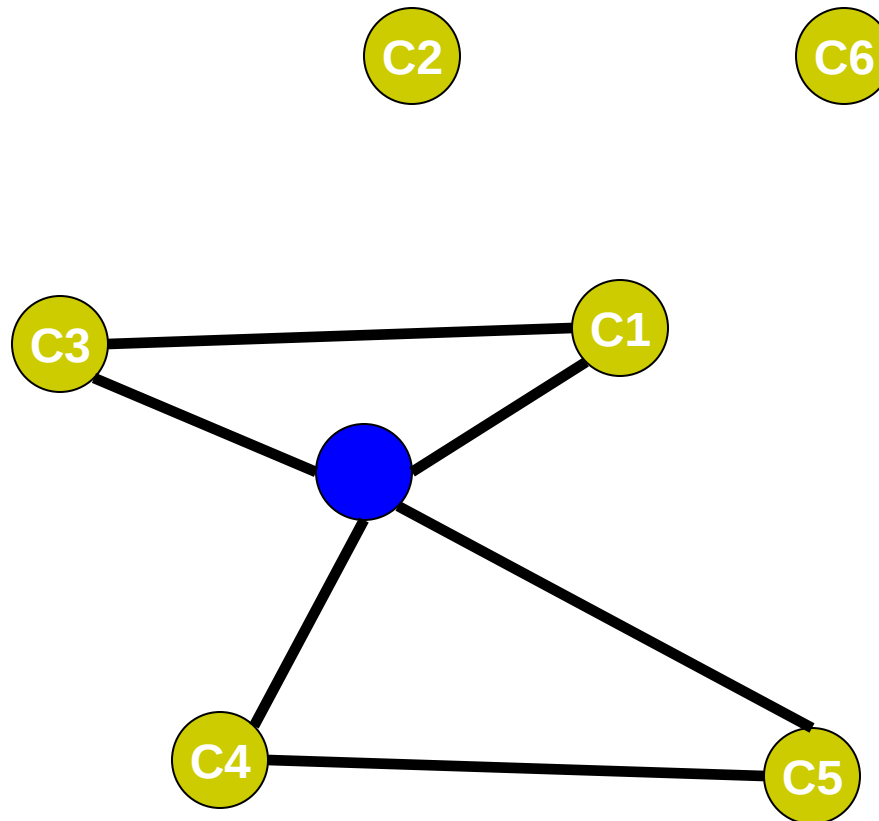
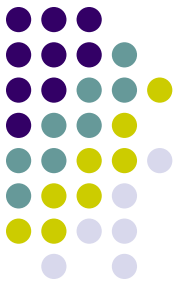
Operador: Corte individual



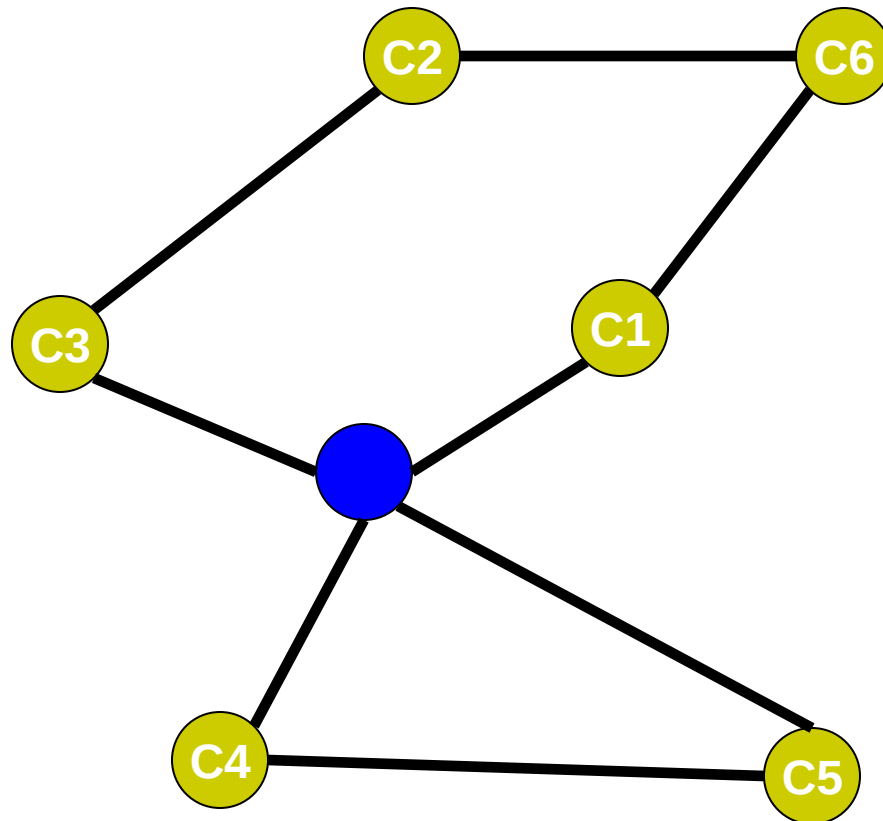
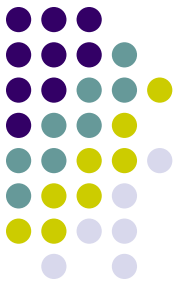
Operador: Corte individual

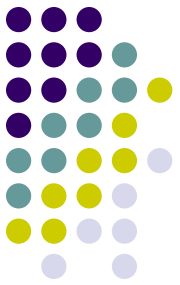


Operador: Corte individual



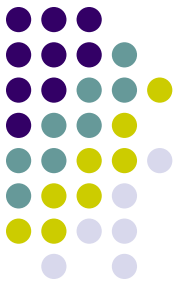
Operador: Corte individual





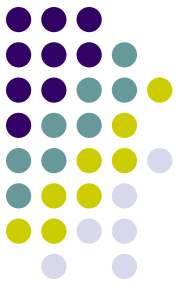
Operador: Retirada

- 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;



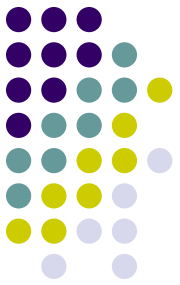
Reinício do Sistema

- O início desta pesquisa se baseava em longas execuções do Algoritmo Evolucionário;
- Testes atuais mostraram que curtas execuções, executadas várias vezes produzem melhores resultados neste sistema;



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);

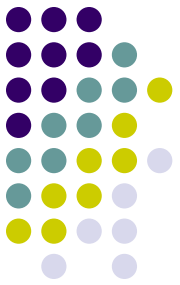


Resultados comparativos

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

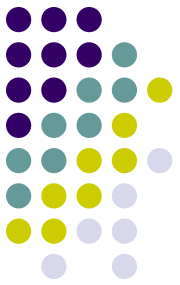
	R1	C1	RC1
Alvarenga(2005)	0,1352 %	0,0000 %	0,1813 %
Oliveira(2005)	0,9257 %	0,0000 %	1,9638 %

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



Conclusões

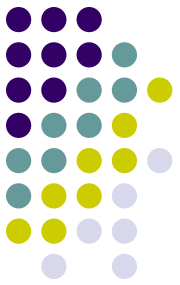
- O algoritmo evolucionário chega a bons resultados para instâncias das classes R2 e RC2 (atualmente é o melhor da literatura nestas duas classes).
- A abordagem de [Alvarenga(2005)] chega a melhores resultados em instâncias das classes R1 e RC1 (atualmente é o melhor da literatura nestas duas classes).



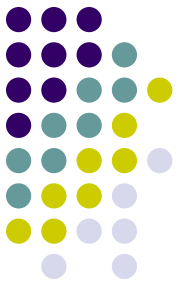
Trabalhos futuros

- 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 e o PRVJT dinâmico.

Apoio



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.

Uma Abordagem Evolucionária para o Problema de Roteamento de Veículos com Janela de Tempo

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

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

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

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

