

Mobilidade Urbana: Problemas e Algoritmos.

Sylvain M. R. Fournier
sylvain@wplex.com.br



20 de setembro de 2017

Pesquisa Operacional (Otimização Combinatória)

Aplicações

- Produção
- Telecomunicações
- Logística
- Transporte urbano

Áreas

- Teoria dos grafos
- Programação linear / inteira
- Metaheurísticas

Problemas

- Caixeiro viajante
- Mochila
- Corte de placa
- Particionamento / Cobertura

Matemáticos

- George Dantzig
- Alan Turing
- John Nash

Pesquisa Operacional (Otimização Combinatória)

Aplicações

- Produção
- Telecomunicações
- Logística
- Transporte urbano

Áreas

- Teoria dos grafos
- Programação linear / inteira
- Metaheurísticas

Problemas

- Caixeiro viajante
- Mochila
- Corte de placa
- Particionamento / Cobertura

Matemáticos

- George Dantzig
- Alan Turing
- John Nash

Pesquisa Operacional (Otimização Combinatória)

Aplicações

- Produção
- Telecomunicações
- Logística
- Transporte urbano

Problemas

- Caixeiro viajante
- Mochila
- Corte de placa
- Particionamento / Cobertura

Áreas

- Teoria dos grafos
- Programação linear / inteira
- Metaheurísticas

Matemáticos

- George Dantzig
- Alan Turing
- John Nash

Pesquisa Operacional (Otimização Combinatória)

Aplicações

- Produção
- Telecomunicações
- Logística
- Transporte urbano

Áreas

- Teoria dos grafos
- Programação linear / inteira
- Metaheurísticas

Problemas

- Caixeiro viajante
- Mochila
- Corte de placa
- Particionamento / Cobertura

Matemáticos

- George Dantzig
- Alan Turing
- John Nash

Pesquisa Operacional (Otimização Combinatória)

Aplicações

- Produção
- Telecomunicações
- Logística
- Transporte urbano

Áreas

- Teoria dos grafos
- Programação linear / inteira
- Metaheurísticas

Problemas

- Caixeiro viajante
- Mochila
- Corte de placa
- Particionamento / Cobertura

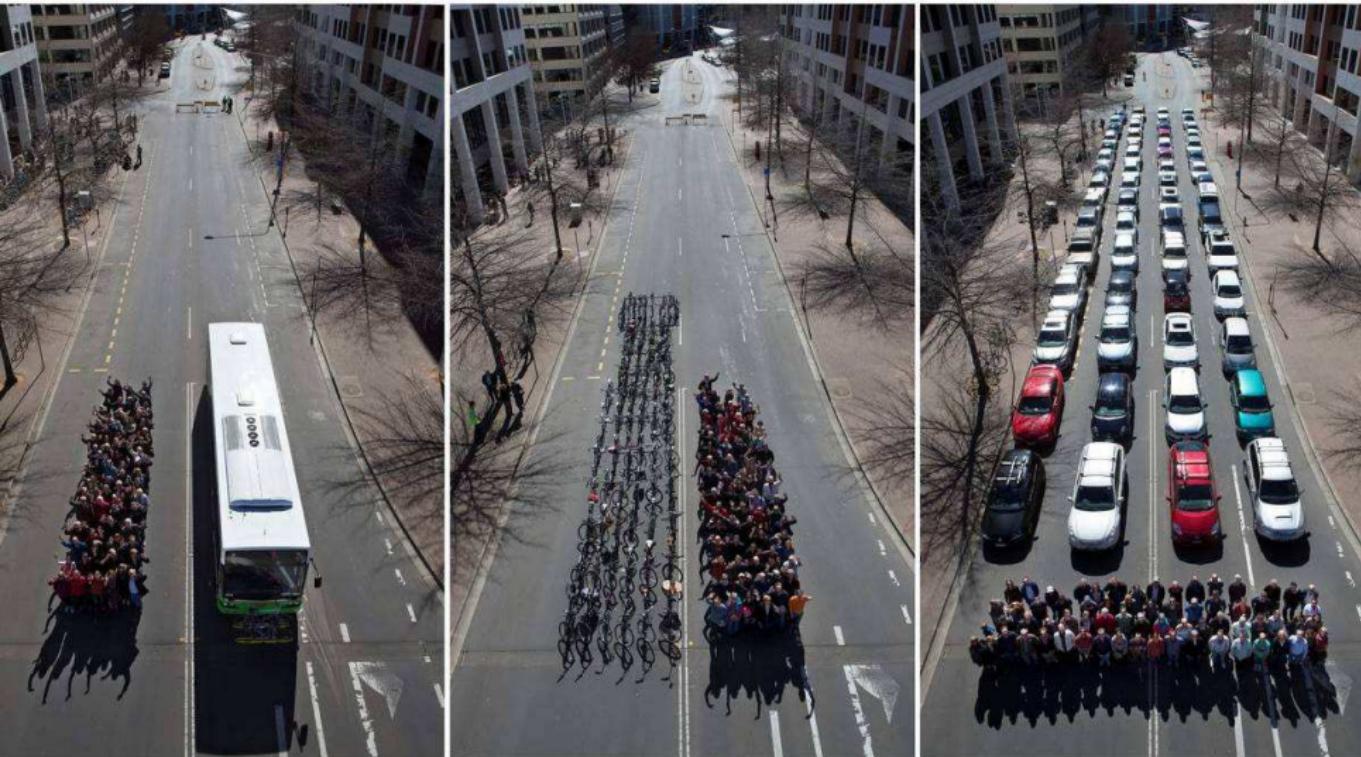
Matemáticos

- George Dantzig
- Alan Turing
- John Nash

Imobilidade urbana



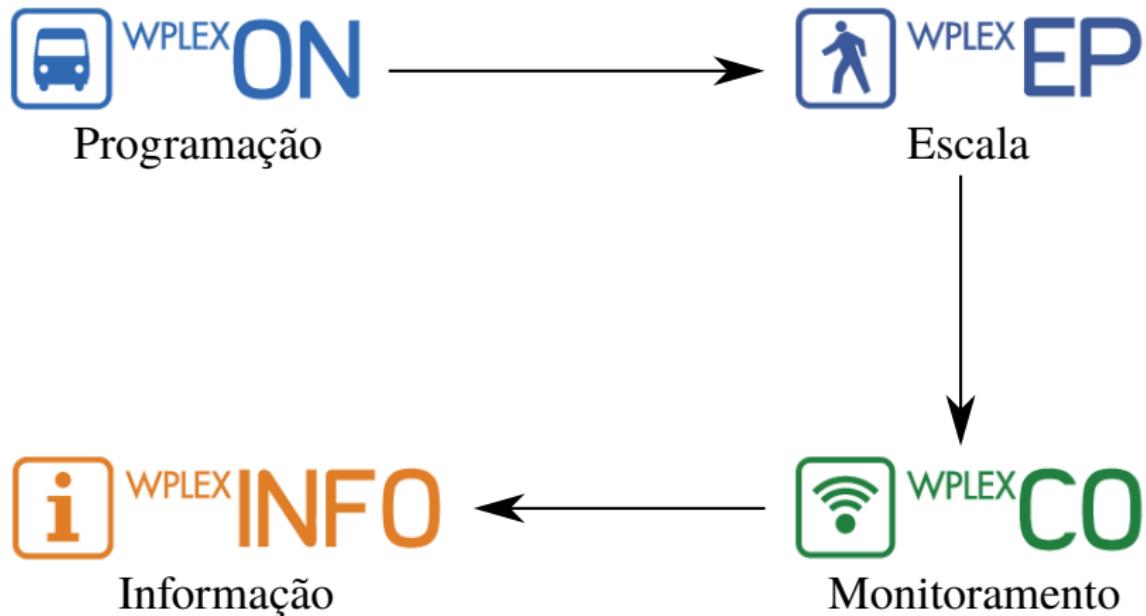
Imobilidade urbana



WPLEX Software



Produtos da WPLEX



Cientes da WPLEX



Desenvolvimento na WPLEX

SCRUM: Melhoria / Correção

- Solicitação do cliente ou necessidade identificada
- Registro da solicitação para avaliação (sistema JIRA)
- Mensalmente: priorização de todas as solicitações
- Implementação pelo time de desenvolvimento
- Entrega mensal de nova versão para todos os clientes

Área de PO

- Prazo maior: novos modelos
- Publicações científicas
- Palestras em universidades
- Problemas reais de clientes

Desenvolvimento na WPLEX

SCRUM: Melhoria / Correção

- Solicitação do cliente ou necessidade identificada
- Registro da solicitação para avaliação (sistema JIRA)
- Mensalmente: priorização de todas as solicitações
- Implementação pelo time de desenvolvimento
- Entrega mensal de nova versão para todos os clientes

Área de PO

- Prazo maior: novos modelos
- Publicações científicas
- Palestras em universidades
- Problemas reais de clientes

Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação

1 Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação

- Quadro horário de viagens e veículos
- Jornadas de motoristas
- Escala mensal da tripulação

2 Monitoramento da frota em tempo real

3 Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico

Etapas da programação dos recursos no transporte urbano

- Desenho da rede de transporte
- Estudos estatísticos
- Programação horária das viagens
- Programação dos ônibus
- Programação das jornadas dos motoristas
- Escalonamento mensal da tripulação



Etapas da programação dos recursos no transporte urbano

- Desenho da rede de transporte
- Estudos estatísticos -  ON
- Programação horária das viagens -  ON
- Programação dos ônibus -  ON
- Programação das jornadas dos motoristas -  ON
- Escalonamento mensal da tripulação -  EP



Quadro horário de viagens e veículos

1 Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação

- Quadro horário de viagens e veículos
- Jornadas de motoristas
- Escala mensal da tripulação

2 Monitoramento da frota em tempo real

3 Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico

Tabela horária de viagens

Consultar linhas
0200 - [Sul] Norte / Sul

Itinerário

Linhas

Aos domingos essa região é atendida

Dias Úteis

Estação Norte	Estação Sul
00:15	00:15
04:17	04:15
04:42	04:23
04:53	04:36
05:03	04:59
05:25	05:10
05:36	05:20
05:43	05:33
05:55	05:45
06:06	05:58
06:15	06:06
06:23	06:14
06:31	06:22
06:39	06:28
06:47	06:34
07:00	06:40
07:06	06:46
07:12	06:52

- Oferta de acordo com demanda
- Regularidade (frequência / headway)
- Sincronização com outras linhas
- Facilitar a alocação aos veículos

06:31 |
06:39 |
06:47 |
07:00 |
07:06 |
07:12 |

Tabela horária de viagens

Consultar linhas
0200 - [Sul] Norte / Sul

Itinerário

Linhas

Aos domingos essa região é atendida

Dias Úteis

Estação Norte	Estação Sul
00:15	00:14
04:17	04:15
04:42	04:23
04:53	04:36
05:03	04:59
05:25	05:10
05:36	05:20
05:43	05:33
05:55	05:45
06:06	05:58
06:15	06:06
06:23	06:14
06:31	06:22
06:39	06:28
06:47	06:34
07:00	06:40
07:06	06:46
07:12	06:52

- Oferta de acordo com demanda
- Regularidade (frequência / headway)
- Sincronização com outras linhas
- Facilitar a alocação aos veículos

06:31 |
06:39 |
06:47 |
07:00 |
07:06 |
07:12 |

Tabela horária de viagens

Consultar linhas
0200 - [Sul] Norte / Sul

Itinerário

Linha

Aos domingos essa região é atendida

Dias Úteis

Estação Norte	Estação Sul
00:15	00:14
04:17	04:15
04:42	04:23
04:53	04:36
05:03	04:59
05:25	05:10
05:36	05:20
05:43	05:33
05:55	05:45
06:06	05:58
06:15	06:06
06:23	06:14
06:31	06:22
06:39	06:28
06:47	06:34
07:00	06:40
07:06	06:46
07:12	06:52

- Oferta de acordo com demanda
- Regularidade (frequência / headway)
- Sincronização com outras linhas
- Facilitar a alocação aos veículos

06:31	8	}	<i>Headway constante</i>
06:39	8		
06:47	8		
07:00	13		→ Anomalia
07:06	6		
07:12	6		

Programação dos carros

[Consultar linhas](#)

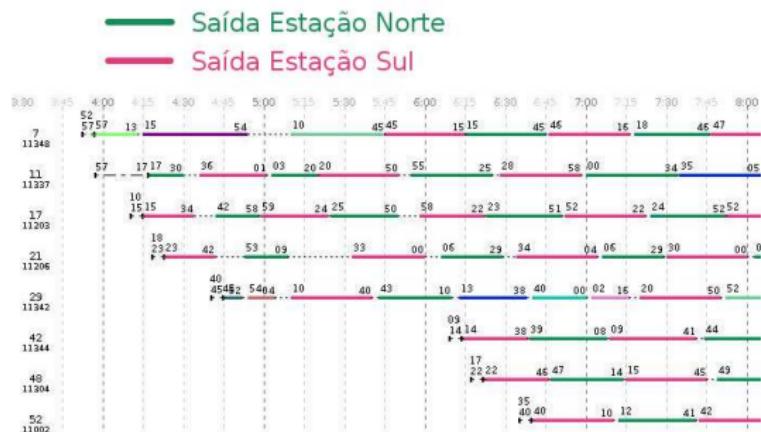
0200 - [Sul] Norte / Sul

[Itinerário](#)

Linhas

Aos domingos essa região é atendida

Dias Úteis	
Estação Norte	Estação Sul
00:15	00:14
04:17	04:15
04:42	04:23
04:53	04:36
05:03	04:59
05:25	05:10
05:36	05:20
05:43	05:33
05:55	05:45
06:06	05:58
06:15	06:06
06:23	06:14
06:31	06:22
06:39	06:28
06:47	06:34
07:00	06:40
07:06	06:46
07:12	06:52



Programação dos carros

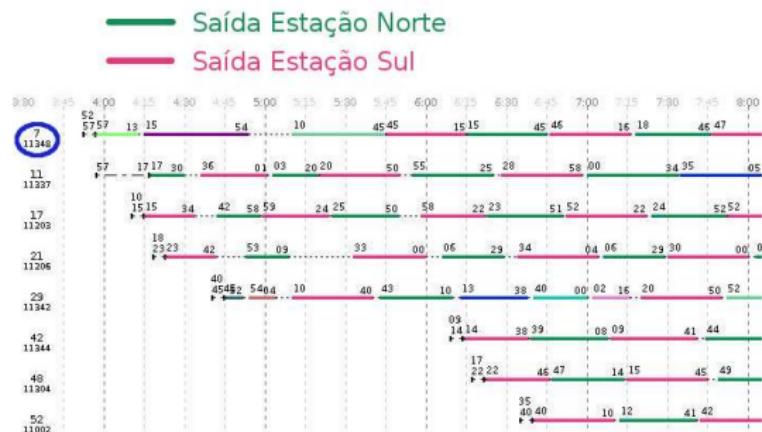
Consultar linhas
0200 - [Sul] Norte / Sul

Itinerário

Linhas
Aos domingos essa região é atendida

Dias Úteis

Estação Norte	Estação Sul
00:15	00:14
04:17	04:15
04:42	04:23
04:53	04:36
05:03	04:59
05:25	05:10
05:36	05:20
05:43	05:33
05:55	05:45
06:06	05:58
06:15	06:06
06:23	06:14
06:31	06:22
06:39	06:28
06:47	06:34
07:00	06:40
07:06	06:46
07:12	06:52



Programação dos carros

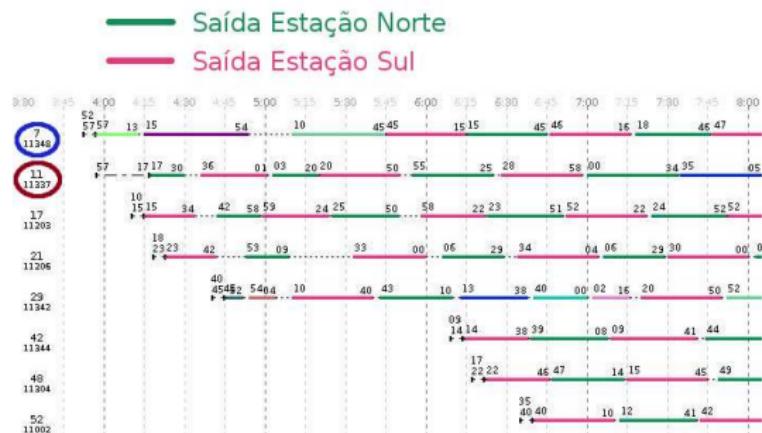
Consultar linhas
0200 - [Sul] Norte / Sul

Itinerário

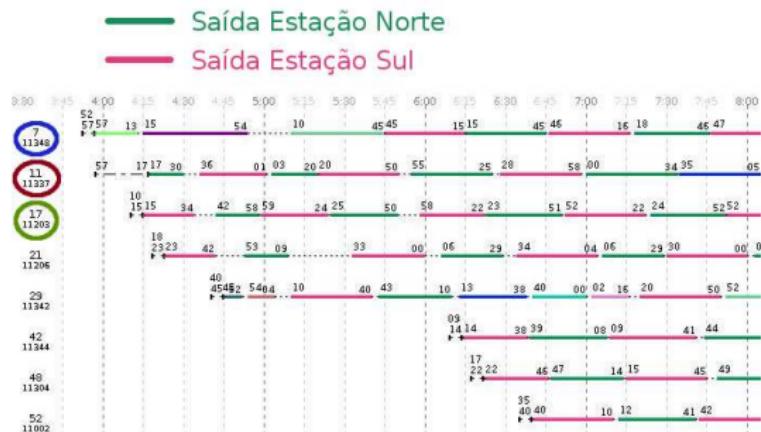
Linhas
Aos domingos essa região é atendida

Dias Úteis

Estação Norte	Estação Sul
00:15	00:14
04:17	04:15
04:42	04:23
04:53	04:36
05:03	04:59
05:25	05:10
05:36	05:20
05:43	05:33
05:55	05:45
06:06	05:58
06:15	06:06
06:23	06:14
06:31	06:22
06:39	06:28
06:47	06:34
07:00	06:40
07:06	06:46
07:12	06:52



Programação dos carros



Programação dos carros

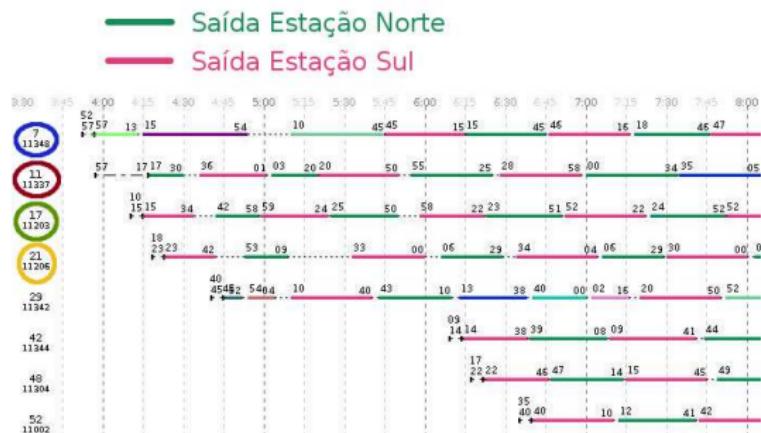
Consultar linhas
0200 - [Sul] Norte / Sul

Itinerário

Linhas
Aos domingos essa região é atendida

Dias Úteis

Estação Norte	Estação Sul
00:15	00:14
04:17	04:15
04:42	04:23
04:53	04:36
05:03	04:59
05:25	05:10
05:36	05:20
05:43	05:33
05:55	05:45
06:06	05:58
06:15	06:06
06:23	06:14
06:31	06:22
06:39	06:28
06:47	06:34
07:00	06:40
07:06	06:46
07:12	06:52



Vehicle Scheduling Problem (VSP)

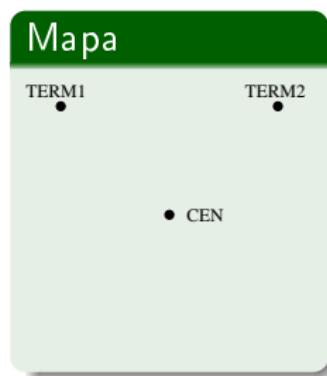
- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo

Mapa

Construção do grafo

Vehicle Scheduling Problem (VSP)

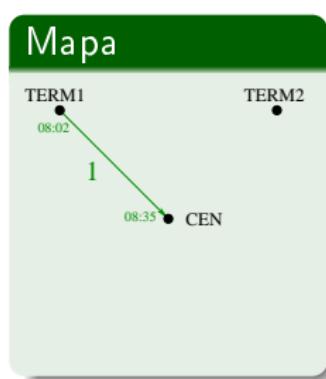
- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo



Construção do grafo

Vehicle Scheduling Problem (VSP)

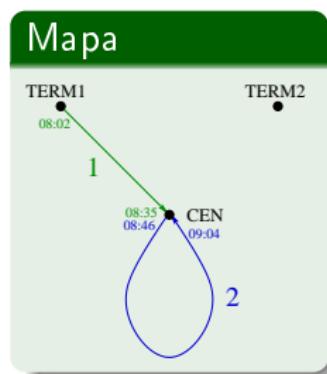
- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo



Construção do grafo

Vehicle Scheduling Problem (VSP)

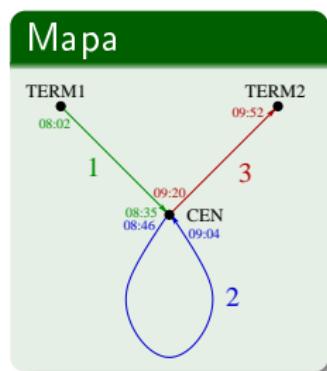
- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo



Construção do grafo

Vehicle Scheduling Problem (VSP)

- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo

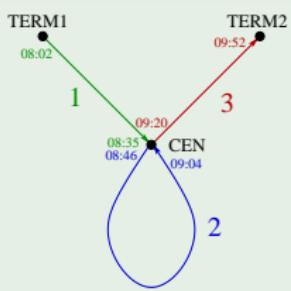


Construção do grafo

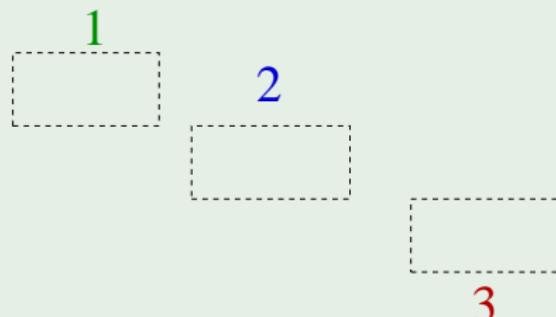
Vehicle Scheduling Problem (VSP)

- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo

Mapa

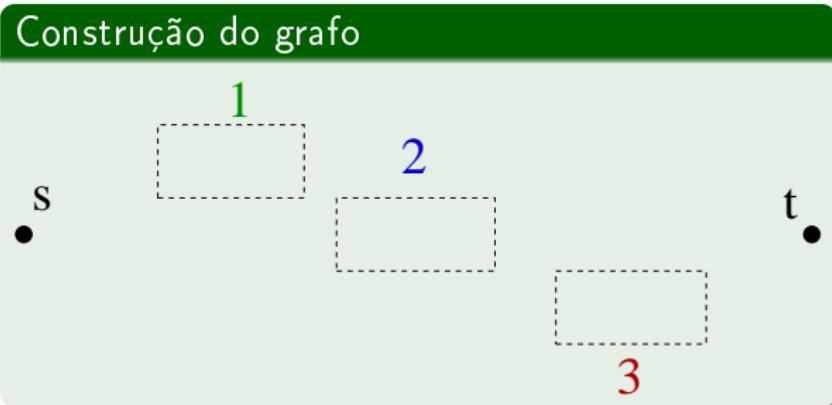
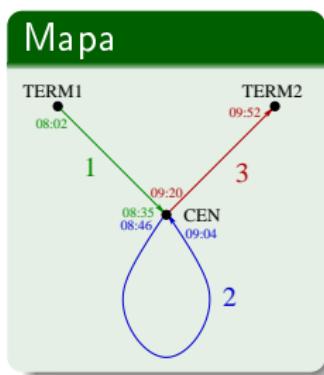


Construção do grafo



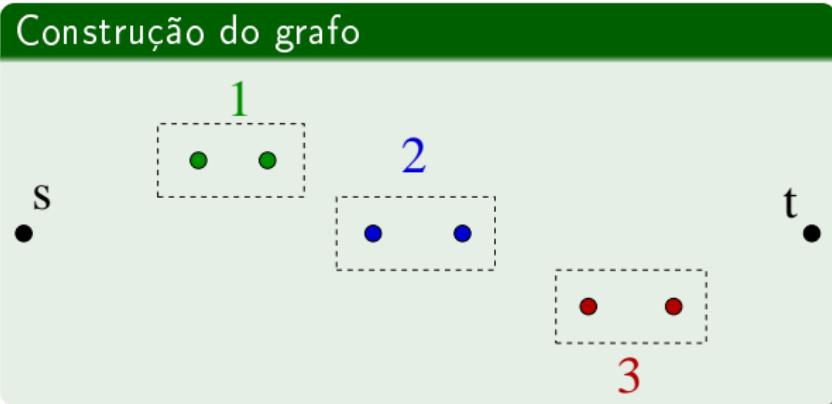
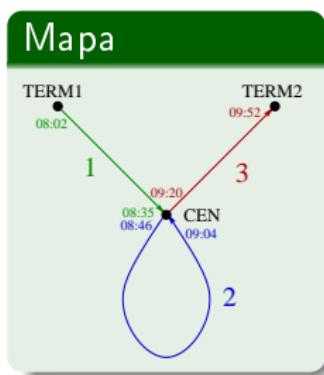
Vehicle Scheduling Problem (VSP)

- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo



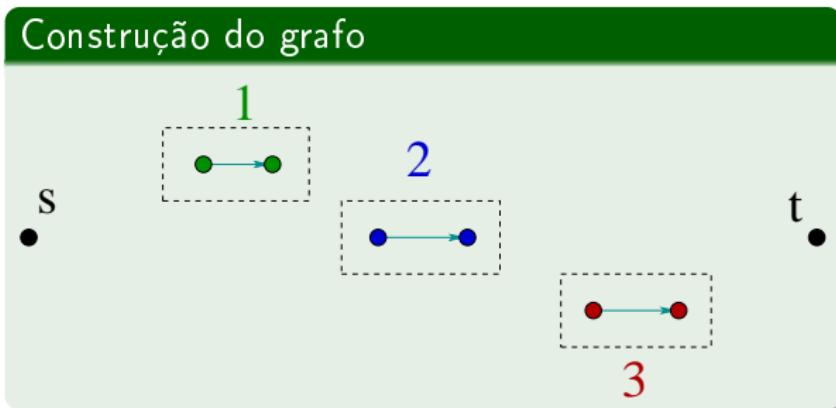
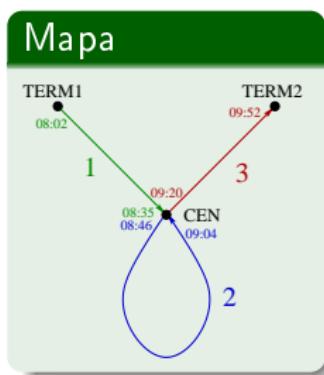
Vehicle Scheduling Problem (VSP)

- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo



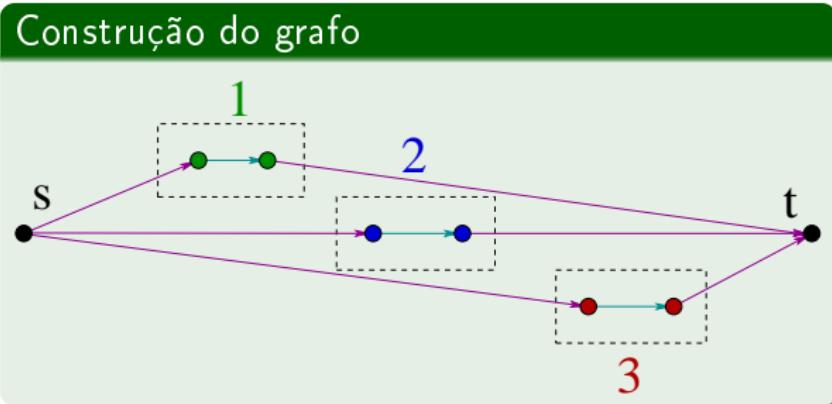
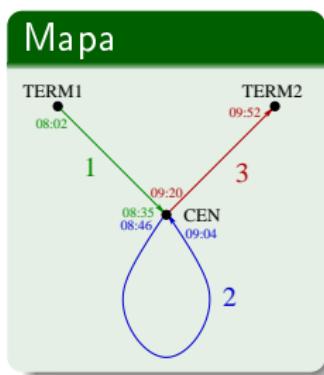
Vehicle Scheduling Problem (VSP)

- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo



Vehicle Scheduling Problem (VSP)

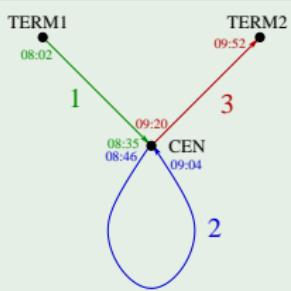
- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo



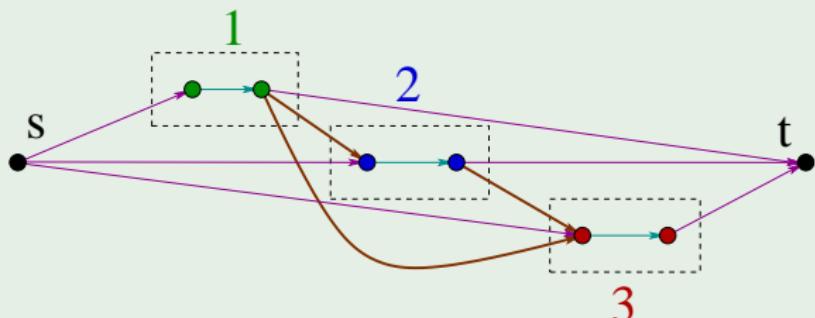
Vehicle Scheduling Problem (VSP)

- Determinar o ônibus realizando cada viagem
- Minimizar o número de ônibus necessários
- Minimizar o tempo improdutivo

Mapa



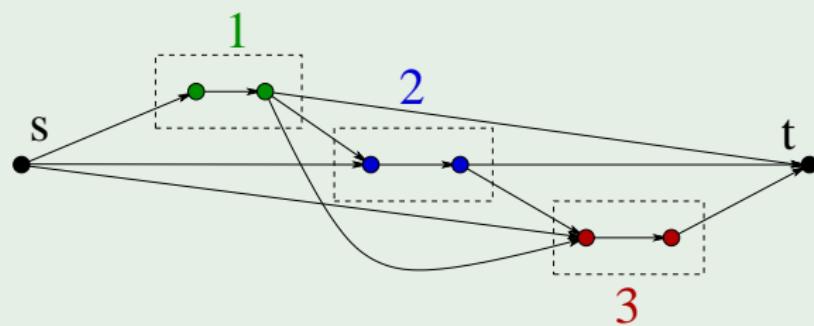
Construção do grafo



Problema de fluxo mínimo

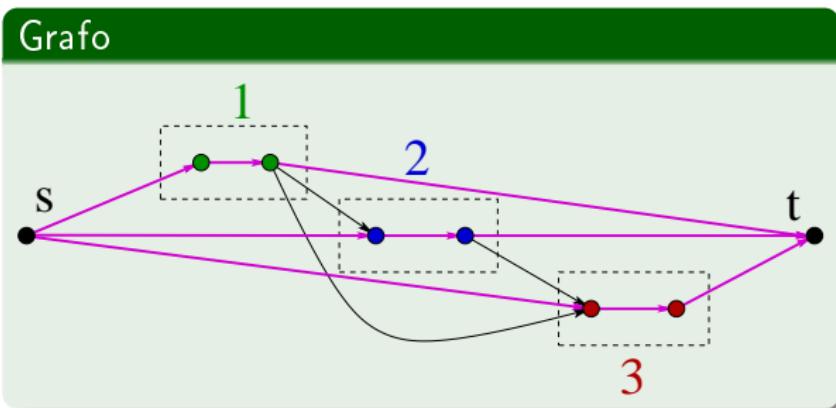
- Solução: conjunto de caminhos do nó início até o nó fim
- Arcos de viagens devem ser cobertos por um caminho
- Achar um fluxo mínimo nesse grafo capacitado

Grafo



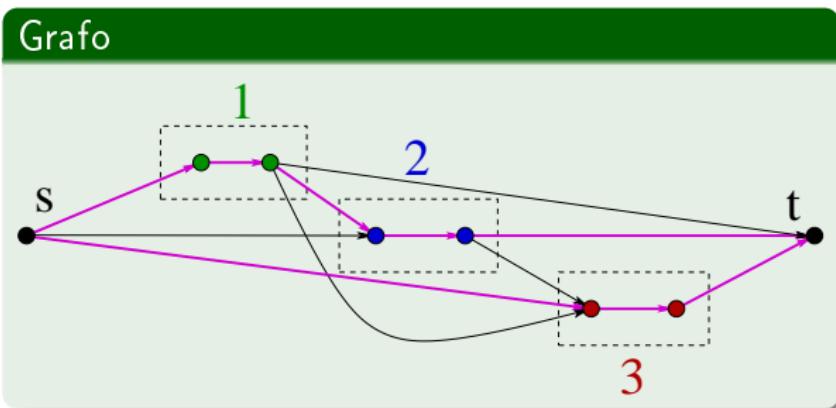
Problema de fluxo mínimo

- Solução: conjunto de caminhos do nó início até o nó fim
- Arcos de viagens devem ser cobertos por um caminho
- Achar um fluxo mínimo nesse grafo capacitado



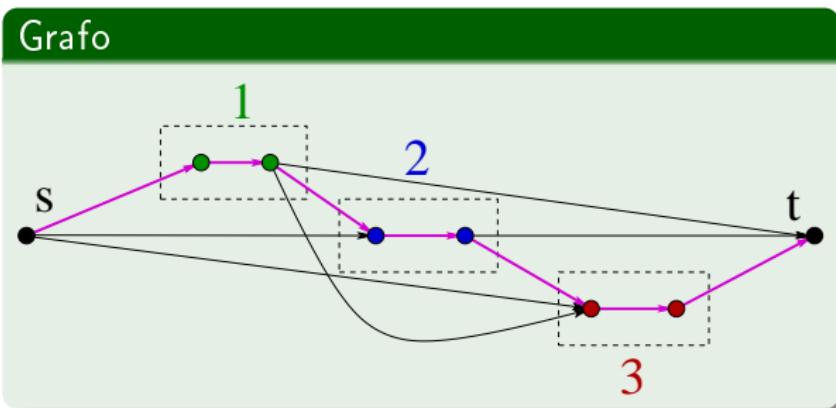
Problema de fluxo mínimo

- Solução: conjunto de caminhos do nó início até o nó fim
- Arcos de viagens devem ser cobertos por um caminho
- Achar um fluxo mínimo nesse grafo capacitado



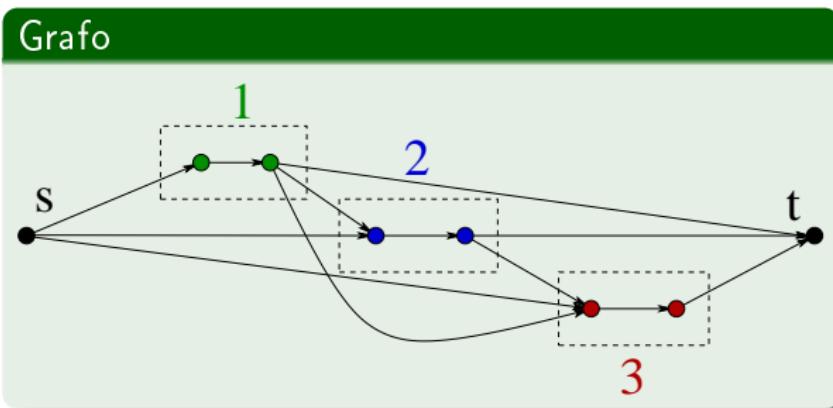
Problema de fluxo mínimo

- Solução: conjunto de caminhos do nó início até o nó fim
- Arcos de viagens devem ser cobertos por um caminho
- Achar um fluxo mínimo nesse grafo capacitado



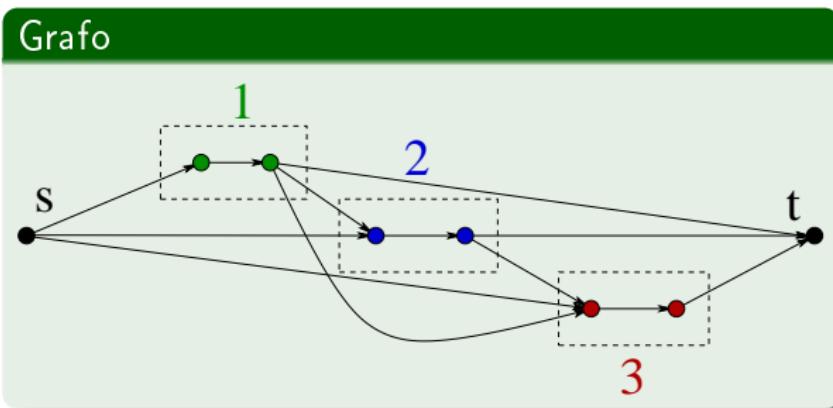
Problema de fluxo mínimo

- Solução: conjunto de caminhos do nó início até o nó fim
- Arcos de viagens devem ser cobertos por um caminho
- Achar um fluxo mínimo nesse grafo capacitado



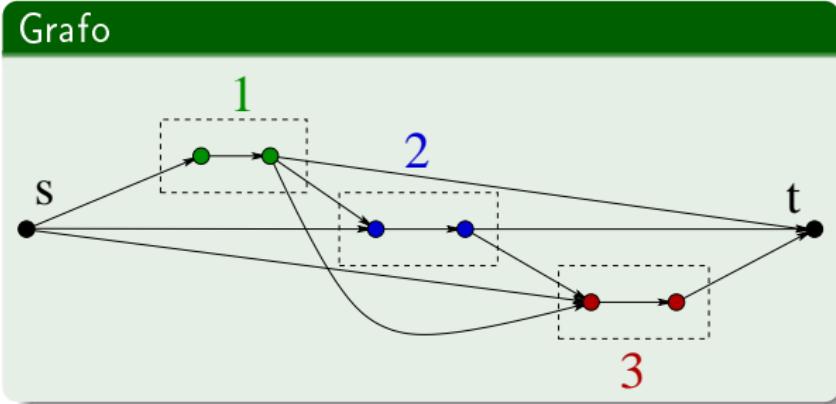
Problema de fluxo mínimo

- Solução: conjunto de caminhos do nó início até o nó fim
- Arcos de viagens devem ser cobertos por um caminho
- Achar um fluxo mínimo nesse grafo capacitado



Particularidades

- Programação mono- ou multi-linha
- Tecnologias de veículos
- Garagens e estacionamentos
- Consórcios de empresas



Jornadas de motoristas

1 Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação

- Quadro horário de viagens e veículos
- Jornadas de motoristas
- Escala mensal da tripulação

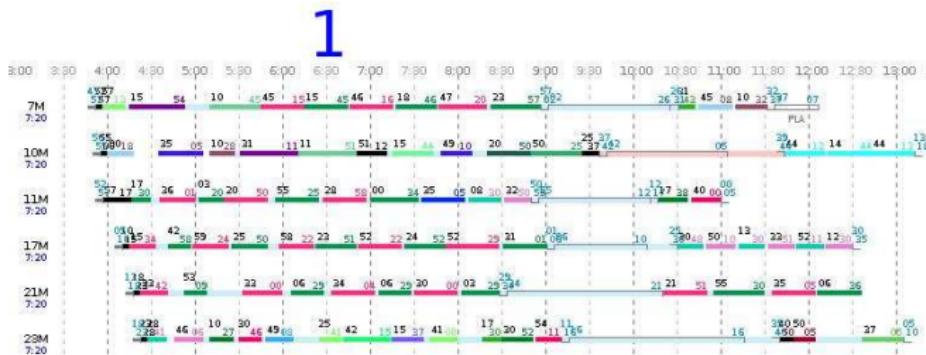
2 Monitoramento da frota em tempo real

3 Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico

Crew Scheduling Problem (CSP)

Jornada típica de motorista

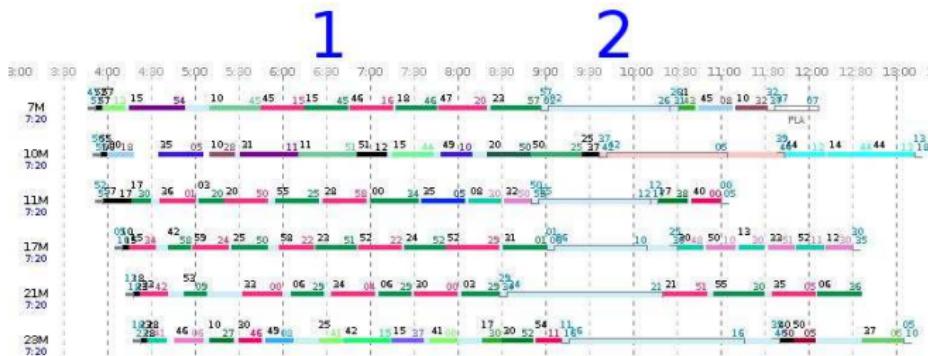
- ① Sequência de viagens
- ② Intervalo (descanso)
- ③ Sequência de viagens



Crew Scheduling Problem (CSP)

Jornada típica de motorista

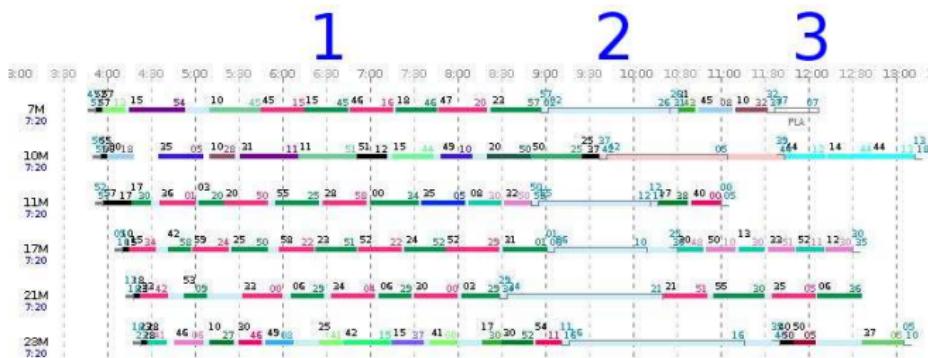
- ① Sequência de viagens
- ② Intervalo (descanso)
- ③ Sequência de viagens



Crew Scheduling Problem (CSP)

Jornada típica de motorista

- ① Sequência de viagens
- ② Intervalo (descanso)
- ③ Sequência de viagens



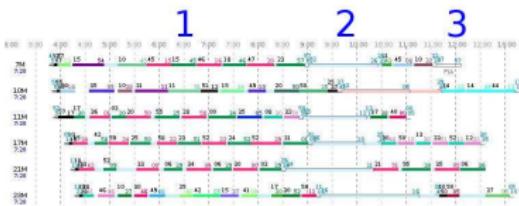
Crew Scheduling Problem (CSP)

Jornada típica de motorista

- ① Sequência de viagens
- ② Intervalo (descanso)
- ③ Sequência de viagens

Características

- Limites de tempo para cada parte
- Cálculo complexo do custo (salário)
- Vários tipos de jornada



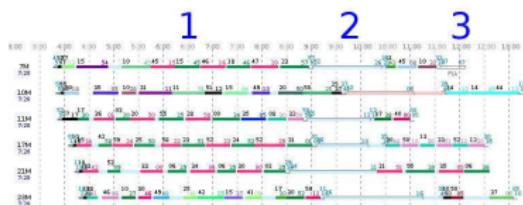
Exemplos no Brasil

	Desc.	Tot.	Ext.
Std	15 - 30'	7h20	< 2h
TU	2 - 6h	8h	< 2h
Sht	s/	3h30	s/

Crew Scheduling Problem (CSP)

Jornada típica de motorista

- ① Sequência de viagens
- ② Intervalo (descanso)
- ③ Sequência de viagens



Características

- Limites de tempo para cada parte
- Cálculo complexo do custo (salário)
- Vários tipos de jornada

Exemplos no Brasil

	Desc.	Tot.	Ext.
Std	15 - 30'	7h20	< 2h
TU	2 - 6h	8h	< 2h
Sht	s/	3h30	s/

Tabela de jornadas

Consultar linhas
 0200 - [Sul] Norte / Sul

Itinerário

Linhas
 Aos domingos essa região é atendida

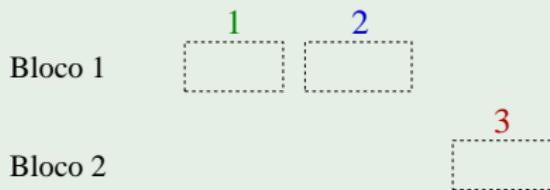
Dias Úteis

Estação Norte	Estação Sul
00:15	00:14
04:17	04:15
04:42	04:23
04:53	04:36
05:03	04:59
05:25	05:10
05:36	05:20
05:43	05:33
05:55	05:45
06:06	05:58
06:15	06:06
06:23	06:14
06:31	06:22
06:39	06:28
06:47	06:34
07:00	06:40
07:06	06:46
07:12	06:52



Construção do grafo

Gráfico de Gantt

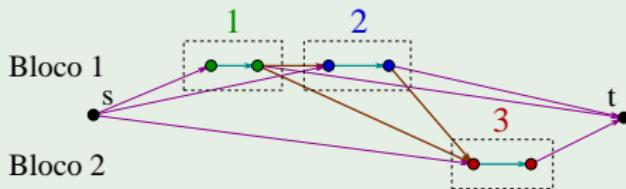


Descrição do grafo

- Início e fim da jornada
- Início e fim de viagens
- Descansos (trocas de bloco)
- Viagens e sequências de viagens

Construção do grafo

Gráfico de Gantt

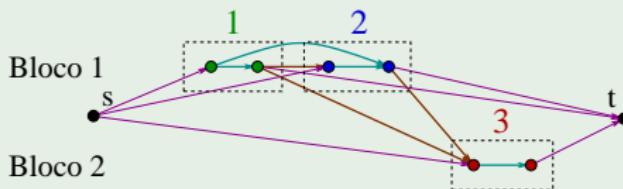


Descrição do grafo

- Início e fim da jornada
- Início e fim de viagens
- Descansos (trocas de bloco)
- Viagens e sequências de viagens

Construção do grafo

Gráfico de Gantt



Descrição do grafo

- Início e fim da jornada
- Início e fim de viagens
- Descansos (trocas de bloco)
- Viagens e sequências de viagens

Escala mensal da tripulação

1 Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação

- Quadro horário de viagens e veículos
- Jornadas de motoristas
- Escala mensal da tripulação

2 Monitoramento da frota em tempo real

3 Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico

Crew Rostering Problem (CRP)

Motorista	20/09	21/09	22/09	23/09	24/09	25/09
Omir	2M	2M	F	1M	2M	2M
Wan	3M	F	3M	3M	3M	3M
Karina	F	1M	1M	4M	4M	4M
Éder	4M	4M	4M	F	F	1M
Sylvain	5M	5M	5M	F	F	5M
Eduardo	1M	3M	2M	2M	F	F

Restrições específicas

- Número máximo de dias corridos trabalhando
- Quantidade mínima mensal de domingos de folga
- Preferências pessoais

Monitoramento da frota em tempo real

- 1 Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação
- 2 Monitoramento da frota em tempo real
- 3 Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico

Centro de Controle Operacional (CCO)



Monitoramento e controle da operação

Problemas

- Trânsito anormal
- Quebra de ônibus
- Falta de motorista



Reprogramação em caso de falha
(*disruption management, rescheduling*)

- Reparar os defeitos induzidos por um imprevisto
- Em tempo real (resposta rápida)
- Minimizar alterações e custo adicional

Monitoramento e controle da operação

Problemas

- Trânsito anormal
- Quebra de ônibus
- Falta de motorista



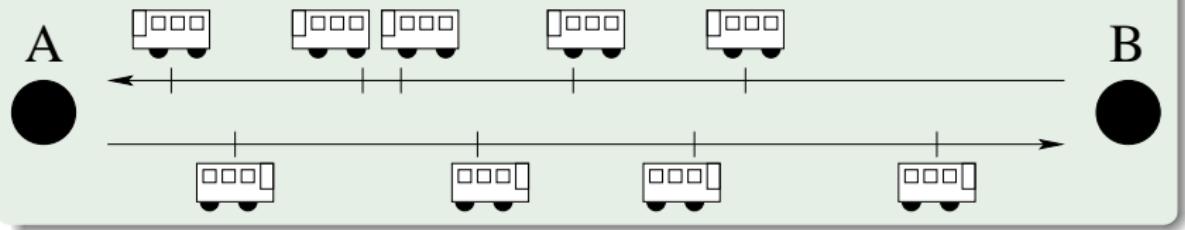
Reprogramação em caso de falha
(*disruption management, rescheduling*)

- Reparar os defeitos induzidos por um imprevisto
- Em tempo real (resposta rápida)
- Minimizar alterações e custo adicional

Por que manter a regularidade?

+ headway com o ônibus anterior

Exemplo

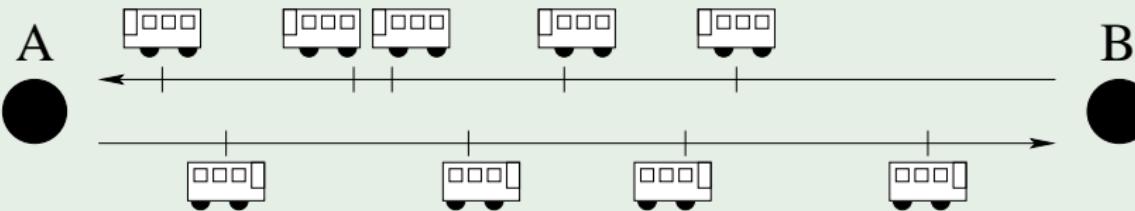


Por que manter a regularidade?

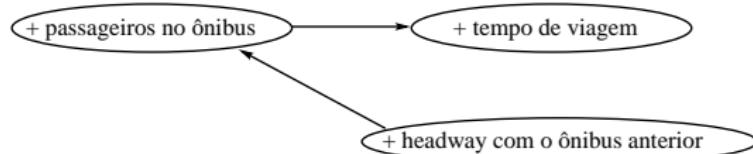
- + passageiros no ônibus
- + headway com o ônibus anterior



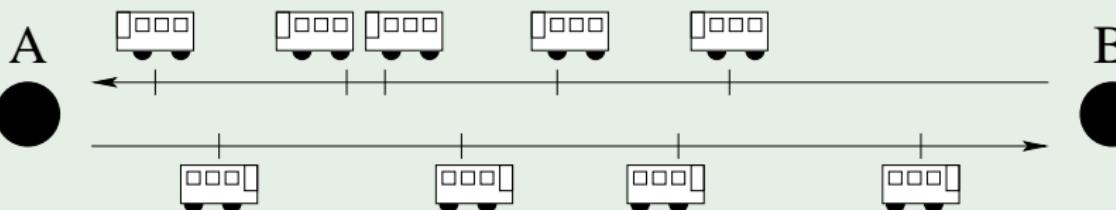
Exemplo



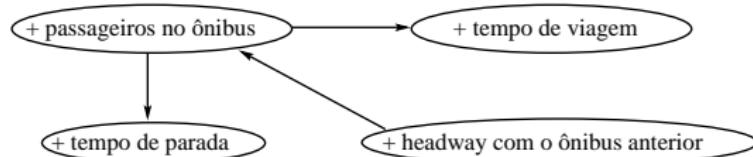
Por que manter a regularidade?



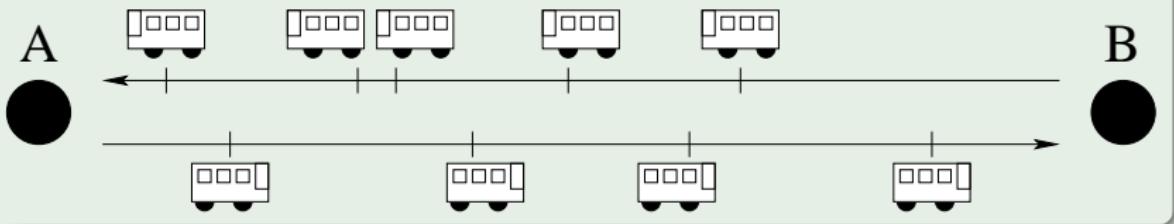
Exemplo



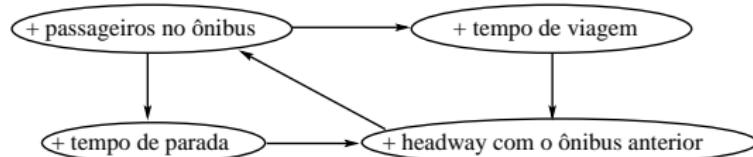
Por que manter a regularidade?



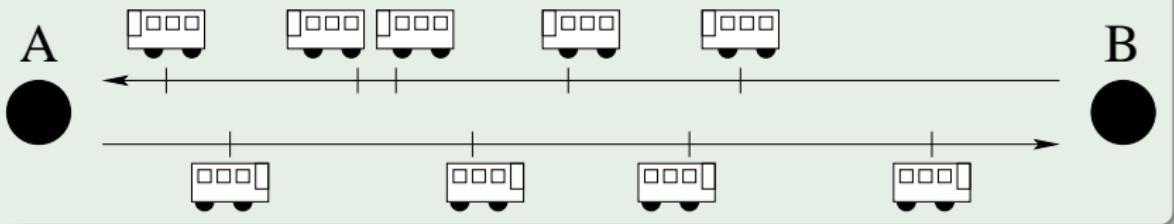
Exemplo



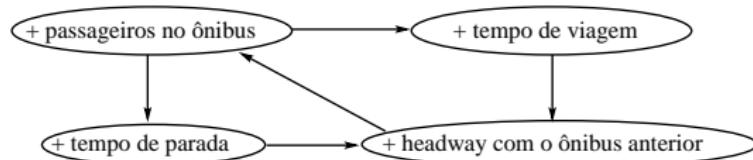
Por que manter a regularidade?



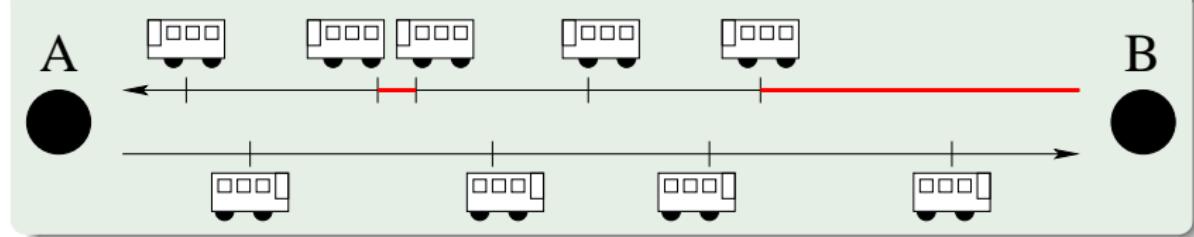
Exemplo



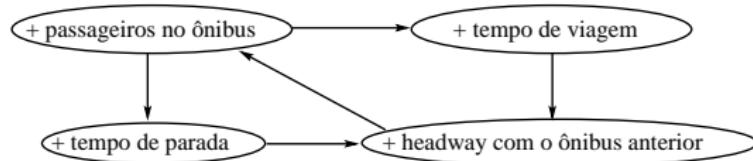
Por que manter a regularidade?



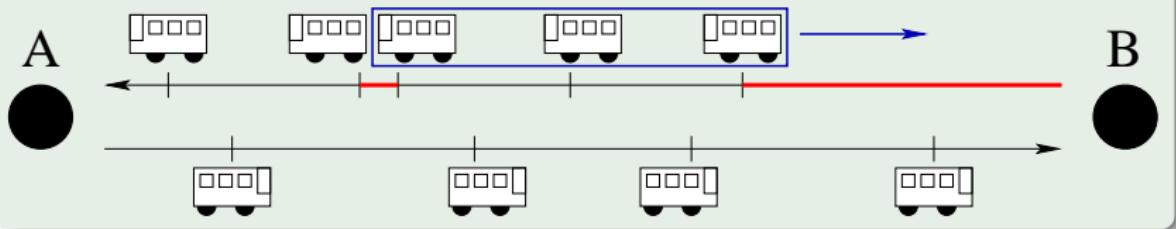
Um comboio e um buraco



Por que manter a regularidade?



Solução: reter os três ônibus em A



Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico

- 1 Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação
- 2 Monitoramento da frota em tempo real
- 3 Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico
 - Melhor plano de viagem
 - Horário estimado de chegada

Informação ao passageiro



Melhor plano de viagem

- 1 Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação
- 2 Monitoramento da frota em tempo real
- 3 Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico
 - Melhor plano de viagem
 - Horário estimado de chegada

Melhor plano de viagem

- Trajeto ideal do passageiro entre dois pontos
- Minimizar:

Melhor plano de viagem

- Trajeto ideal do passageiro entre dois pontos
- Minimizar:
horário de chegada ao destino

Melhor plano de viagem

- Trajeto ideal do passageiro entre dois pontos
- Minimizar:
 - horário de chegada ao destino
 - número de transbordos / preço

Melhor plano de viagem

- Trajeto ideal do passageiro entre dois pontos
- Minimizar:
 - horário de chegada ao destino
 - número de transbordos / preço
 - distância de caminhada**

Melhor plano de viagem

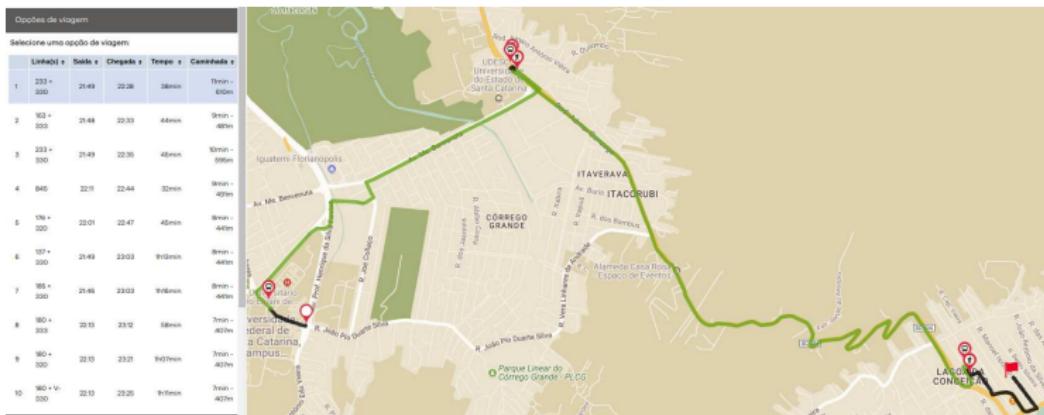
- Trajeto ideal do passageiro entre dois pontos
- Minimizar:
 - horário de chegada ao destino
 - número de transbordos / preço
 - distância de caminhada

Opç. 1

22:28

1

610m



Melhor plano de viagem

- Trajeto ideal do passageiro entre dois pontos
- Minimizar:

horário de chegada ao destino
número de transbordos / preço
distância de caminhada

Opç. 1	Opç. 2
22:28	22:33
1	1
610m	481m

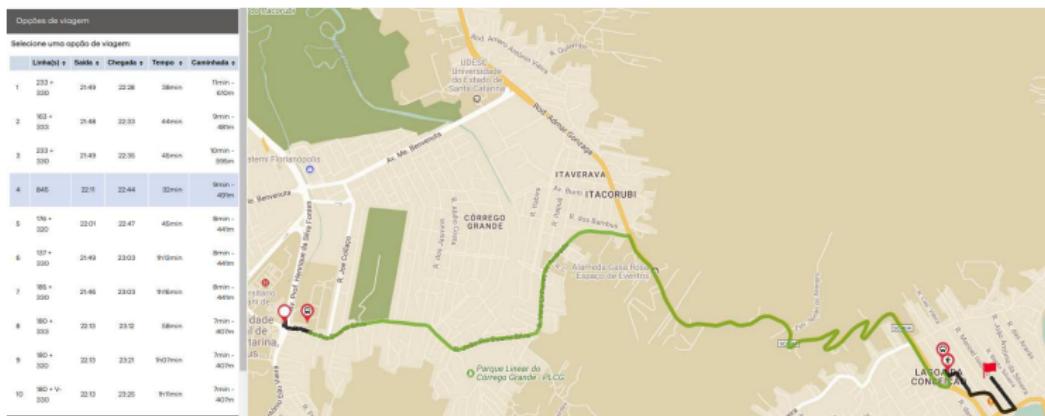


Melhor plano de viagem

- Trajeto ideal do passageiro entre dois pontos
- Minimizar:

horário de chegada ao destino
número de transbordos / preço
distância de caminhada

	Opç. 1	Opç. 2	Opç. 3
horário de chegada ao destino	22:28	22:33	22:44
número de transbordos / preço	1	1	0
distância de caminhada	610m	481m	491m



Melhor plano de viagem

- Trajeto ideal do passageiro entre dois pontos
- Minimizar:

horário de chegada ao destino
número de transbordos / preço
distância de caminhada

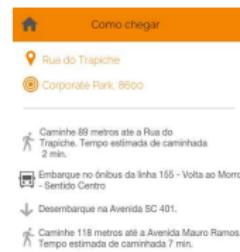
	Opç. 1	Opç. 2	Opç. 3
horário de chegada ao destino	22:28	22:33	22:44
número de transbordos / preço	1	1	0
distância de caminhada	610m	481m	491m



Trip Planning Problem

Características

- Horários programados:
 - diurnos/noturnos,
 - por dia-tipo.
- Convencional / Executivo
- Partida / Chegada



Horário estimado de chegada

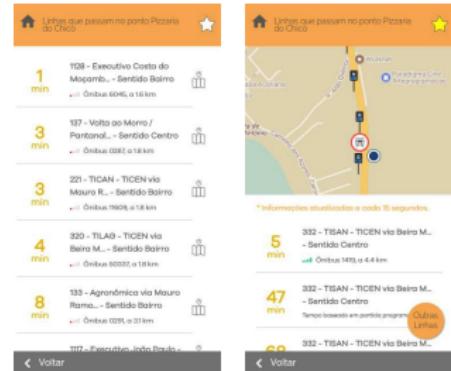
- 1 Planejamento da operação: horários, veículos e tripulação
- 2 Monitoramento da frota em tempo real
- 3 Informação ao passageiro via smartphone e painel eletrônico
 - Melhor plano de viagem
 - Horário estimado de chegada

Previsão do tempo de chegada



ETA (Estimated Time of Arrival)

- Previsão do horário de chegada dos próximos ônibus:
 - Via Internet e smartphone
 - Via painel eletrônico
- A partir de:
 - Posição atual dos ônibus (GPS)
 - Tempos dos últimos ônibus
 - Tendências de dias anteriores



ETA (Estimated Time of Arrival)

- Previsão do horário de chegada dos próximos ônibus:
 - Via Internet e smartphone
 - Via painel eletrônico
- A partir de:
 - Posição atual dos ônibus (GPS)
 - Tempos dos últimos ônibus
 - Tendências de dias anteriores

Linha que passam no ponto Pizzaria do Chico

1 min	108 - Executive Costa do Marajó... - Sentido Belmo
3 min	197 - Volta ao Morro / Portonovo... - Sentido Centro
3 min	221 - TICAN - TICEN via Muro... - Sentido Belmo
4 min	320 - TILAO - TICEN via Belmo... - Sentido Belmo
8 min	133 - Agronômica via Muro... - Sentido Belmo
107	107 - Executive Jd. Paulista... - Sentido Centro

Voltar

Linha que passam no ponto Pizzaria do Chico

* Informações atualizadas a cada 10 segundos.

5 min	332 - TISAN - TICEN via Belmo M... - Sentido Centro
47 min	332 - TISAN - TICEN via Belmo M... - Sentido Centro
60	332 - TISAN - TICEN via Belmo M... - Sentido Centro

Voltar

17:42 23/08/2017

Partiu SBC	SBCTrans
05 Sentido Jd. LAURA - JURUBATUBA/EST, DOS ALVARENGAS	8MIN 22MIN 37MIN 53MIN
05B Sentido Pq. dos QUÍMICOS - JURUBATUBA/EST, DOS ALVARENGAS	8MIN 12MIN 22MIN 32MIN
07A Sentido MIRIM VIA JOAQUIM NABUCO/João FRINHÓ/FEI	31MIN 1H06 1H41
07C Sentido COOPERATIVA - VIA CASTELO	32MIN 1H09 1H47
07E Sentido COOPERATIVA - VIA ESTRADA	APROX. 52MIN 1H27
07N	40MIN 45MIN 54MIN 46MIN

ETA (Estimated Time of Arrival)

- Previsão do horário de chegada dos próximos ônibus:
 - Via Internet e smartphone
 - Via painel eletrônico
- A partir de:
 - Posição atual dos ônibus (GPS)
 - Tempos dos últimos ônibus
 - Tendências de dias anteriores

Linha que passam no ponto Pizzaria do Chico

1 min	108 - Executive Costa do Maresma... - sentido Bairro
3 min	197 - Volta ao Morro / Portonovo... - sentido Centro
3 min	221 - TICEN - TICEN via Mouro R... - sentido Bairro
4 min	320 - TILAO - TICEN via Belra M... - sentido Bairro
8 min	133 - Agronomica via Mouro Ramo... - sentido Bairro
10 min	107 - Executive Jd. Paulista -

Voltar

Linha que passam no ponto Pizzaria do Chico

* Informações atualizadas a cada 10 segundos.

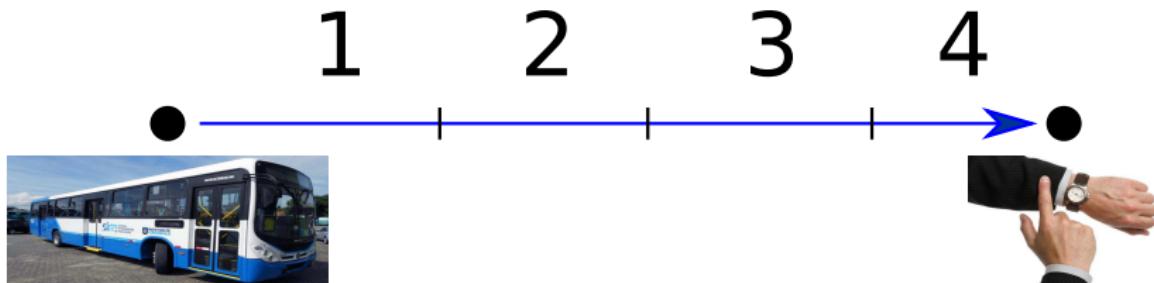
5 min	332 - TISAN - TICEN via Belra M... - sentido Centro
47 min	332 - TISAN - TICEN via Belra M... - sentido Centro
60 min	332 - TISAN - TICEN via Belra M... - sentido Centro

Voltar

Partiu SBC	17:42	SBC Trans
05	SENTIDO Jd. LAURA - JURUBATUBA/EST, DOS ALVARENGAS	8MIN 22MIN 37MIN 53MIN
05B	SENTIDO Pq. DOS QUÍMICOS - JURUBATUBA/EST, DOS ALVARENGAS	8MIN 12MIN 22MIN 32MIN
07A	SENTIDO MIRIM VIA JOAQUIM NABUCO/JD. FRANCIO/FEI	31MIN 1H06 1H41
07C	SENTIDO COOPERATIVA - VIA CASTELO	32MIN 1H09 1H47
07E	SENTIDO COOPERATIVA - VIA ESTRADA	APROX. 52MIN 1H27
07N		40MIN 45MIN 54MIN 46MIN

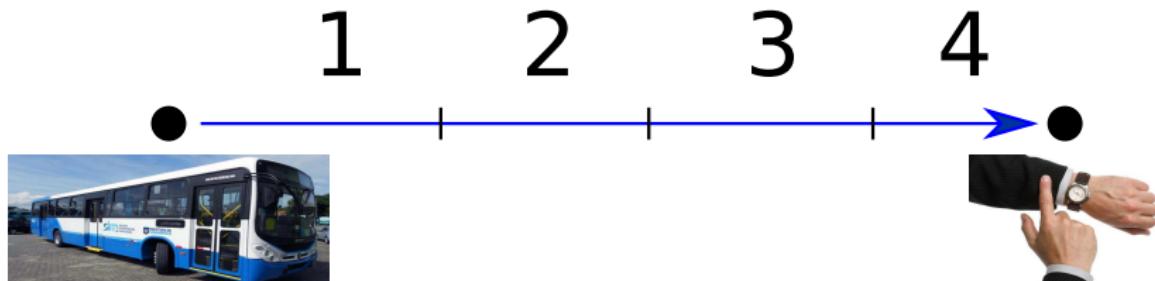
Como prever?

- Posição atual do ônibus em tempo real (h_0)
- Matriz do tempo estimado em cada trecho θ da rede, por faixa horária e dia-tipo: $t_{\text{aprox}}(\theta, h)$
- Da posição do ônibus até a posição desejada:
$$h_{i+1} = h_i + t_{\text{aprox}}(\theta_i, h_i)$$



Atualização do tempo estimado

- Ônibus passa no trecho θ no horário h
- Leva o tempo t
- Atualização de $t_{\text{aprox}}(\theta, h)$ a partir de t



Bibliografia da WPLEX



Fournier, Sylvain (2009).

Branch-and-Price Algorithm for a Real-Life Bus Crew Scheduling Problem.
III ERPOSul (Porto Alegre - RS).



Fournier, Sylvain (2010).

Dedicated Heuristic for a Back-and-Forth Single-Line Bus Trip Timetabling Problem.

XLII SBPO (Bento Gonçalves - RS).



Medina, Juliette and Fournier, Sylvain (2013).

Generating Breaks in a Transit Bus Crew Scheduling Problem.
XLV SBPO (Natal - RN).



Fournier, Sylvain M. R. and Hülse, Eduardo O. and Pinheiro, Éder V. (2017).

Fast Heuristic to Generate New Workdays in a Column Generation Procedure Applied to the Bus Driver Scheduling Problem.

XLIX SBPO (Blumenau - SC).

Resumindo...

- WPLEX oferece muitas soluções para a imobilidade urbana
- Projetos novos para serem desenvolvidos
- Um time animado e feliz de trabalhar com transporte urbano

Resumindo...

- WPLEX oferece muitas soluções para a imobilidade urbana
- **Projetos novos para serem desenvolvidos**
- Um time animado e feliz de trabalhar com transporte urbano

Resumindo...

- WPLEX oferece muitas soluções para a imobilidade urbana
- Projetos novos para serem desenvolvidos
- Um time animado e feliz de trabalhar com transporte urbano



Merci!

Mobilidade Urbana: Problemas e Algoritmos.

Sylvain M. R. Fournier
sylvain@wplex.com.br



20 de setembro de 2017