

# OPTIMIZAÇÃO DA LOGÍSTICA URBANA PARA UMA MOBILIDADE MAIS SUSTENTÁVEL

*Dr. André Romano Alho*

*Prof. Dr. João de Abreu e Silva*

*CESUR/DECIVIL, Instituto Superior Técnico*



# Agenda

- Logística Urbana e problemas inerentes.

**Secção A)** Quantificação do potencial de obter uma mobilidade melhorada e maior sustentabilidade nas operações da logística urbana através da configuração (local, número, dimensão) e fiscalização das bolsas para cargas/descargas.

**Secção B)** Estudo acerca do modo como as percepções dos lojistas podem contribuir para monitorizar o desempenho do sistema.

# Logística Urbana

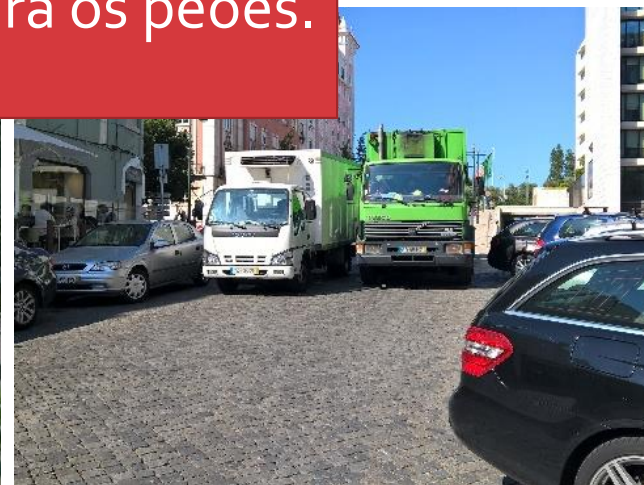


Entregas, recolhas ou transferências de mercadorias dentro da fronteira urbana (e.g., a estabelecimentos de retalho tal como uma loja de roupa).

A Logística Urbana está associada com...



Distúrbios para o tráfego e para os peões.



Devemos culpar os condutores dos veículos de mercadorias?



Com Bolsa C/D

Bolsa ocupada indevidamente.



Sem Bolsa C/D

Veículos de mercadorias estacionam na via pública.

## Secção A

MOBILIDADE MELHORADA E  
MAIOR SUSTENTABILIDADE NAS  
OPERAÇÕES DE LOGÍSTICA  
URBANA ATRAVÉS DA  
CONFIGURAÇÃO E FISCALIZAÇÃO  
DAS BOLSAS PARA CARGAS E  
DESCARGAS.

Autor: André Alho<sup>a</sup>

Supervisores: João de Abreu e Silva<sup>a</sup>, Jorge Pinho de Sousa<sup>b</sup>

<sup>a</sup>CESUR/DECIVIL, Instituto Superior Técnico; <sup>b</sup>FEUP & INESC TEC

# Questão da investigação

Como é que se pode aplicar...

Fiscalização do estacionamento

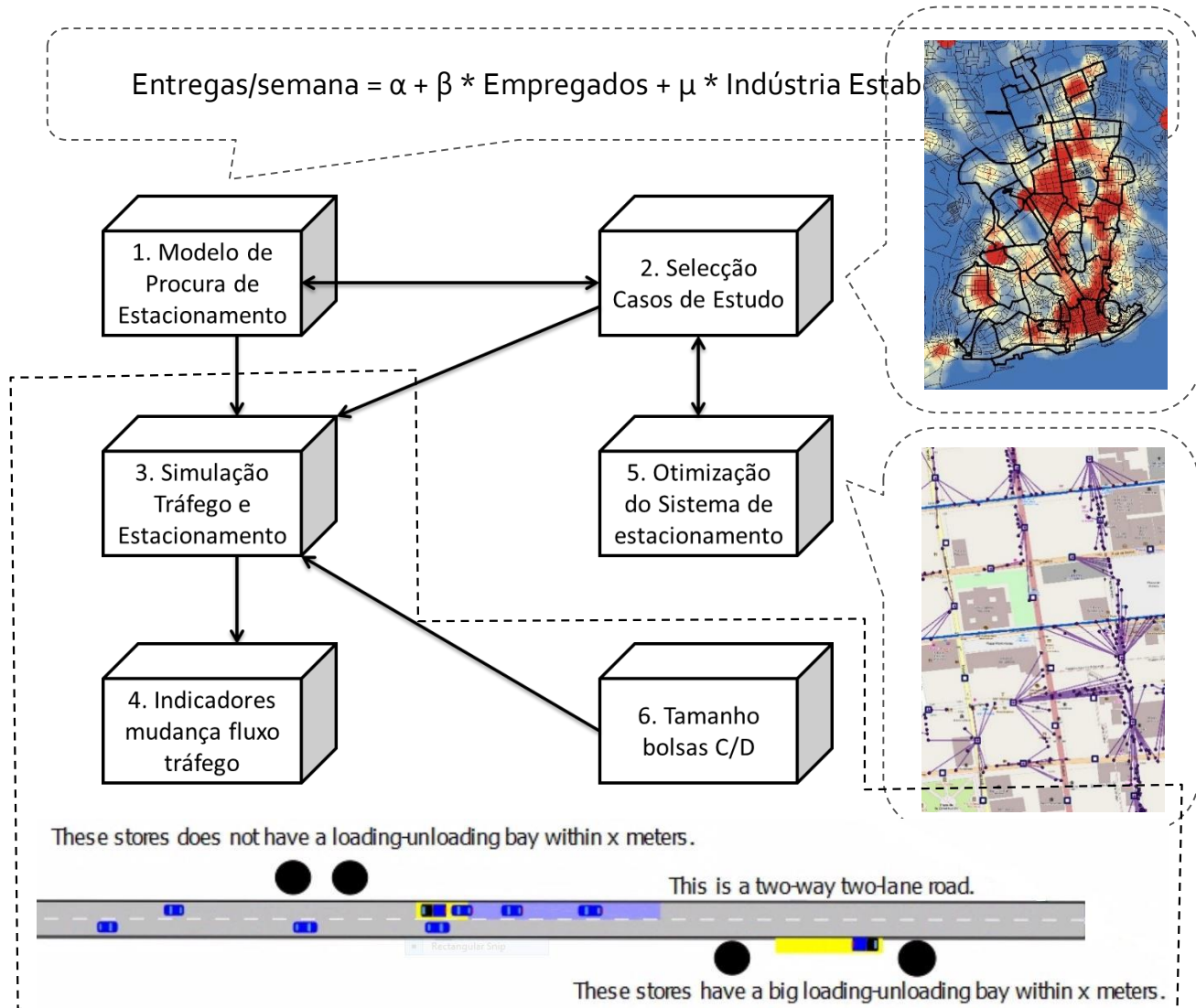
Provisão e localização de bolsas de C/D



...para reduzir os efeitos negativos do estacionamento em segunda fila por parte dos veículos de mercadorias?

# Estrutura do modelo

$$\text{Entregas/semana} = \alpha + \beta * \text{Empregados} + \mu * \text{Indústria Estab}$$



These stores does not have a loading-unloading bay within x meters.



These stores have a big loading-unloading bay within x meters.

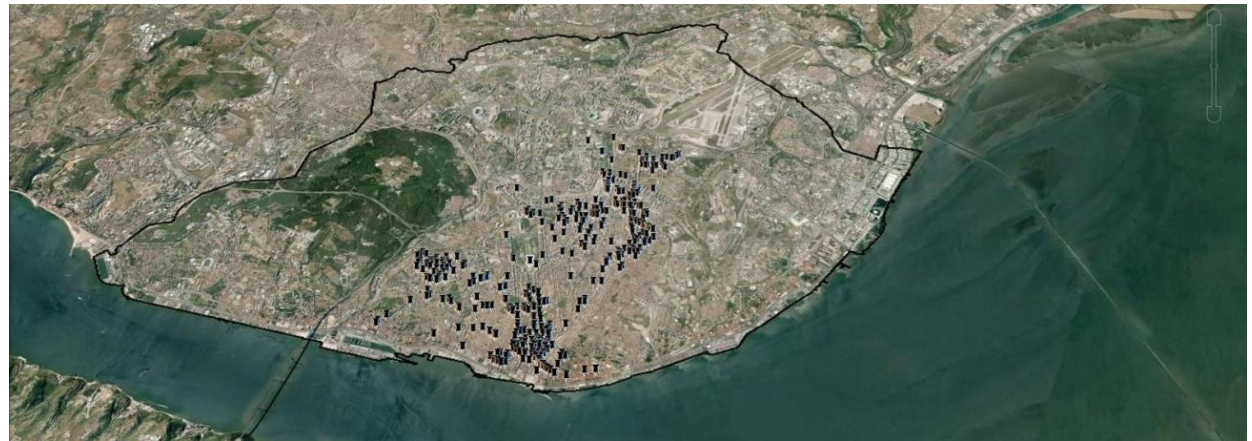
As the delivery spots are placed in the street, the loading and unloading spots (e.g. de entrega e recolha) reflect on the traffic.



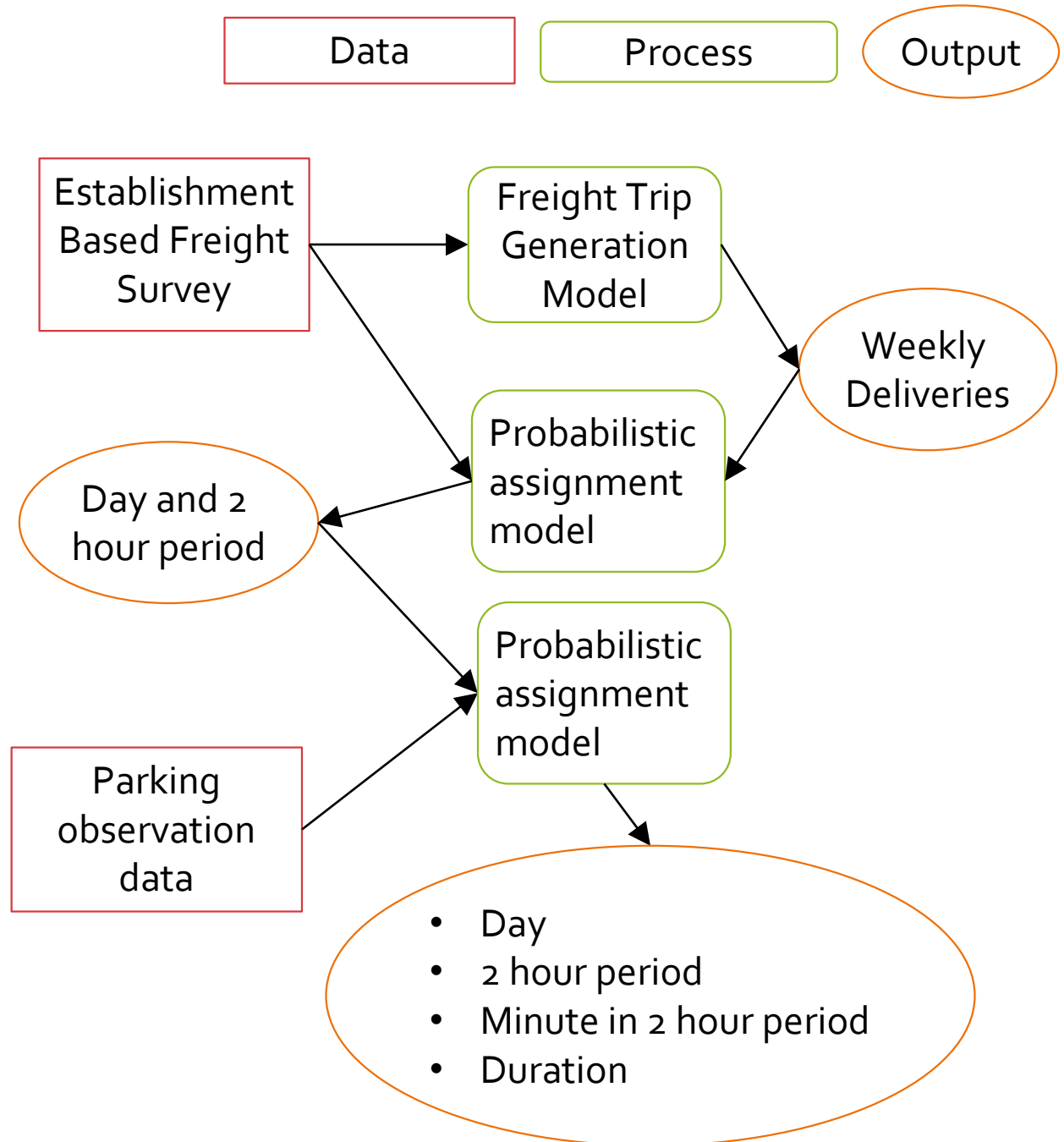
# Recolha de dados

- Inquérito aos estabelecimentos comerciais.
- Recenseamento dos estabelecimentos comerciais (localização, sector, empregados, área).
- Observação de estacionamento (todos os veículos).
- Registo EMEL das bolsas C/D.
- Rede viária da cidade de Lisboa (fonte: OpenStreetMap; e.g., tipo de via, comprimento do segmento).
- Contagens de tráfego na rede viária.
- Temporizações dos semáforos.
- Resultados dos Censos 2011 (residentes, edifícios).

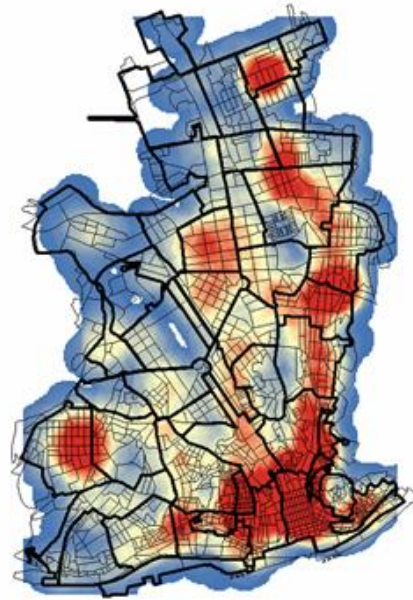
Total de estabelecimentos e amostra do inquérito



# Fluxograma do modelo



# Análise aos Usos do Solo – “Nível de Serviço”



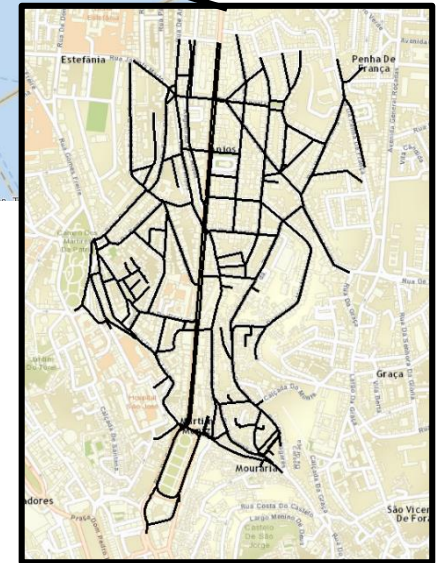
2   
 por cada  
 3 

- As zonas mais densas comercialmente não têm necessariamente mais bolsas C/D por estabelecimento.
- Só ~ 50% e ~ 27% dos estabelecimentos têm acesso a uma bolsa C/D dentro das distâncias máximas de 50m e 20m.
- Mesmo em zonas com uma cobertura espacial de bolsas C/D ideal, o estacionamento indevido afeta a sua disponibilidade.

# Casos de estudo



Avenidas Novas /  
Berna Valbom



Anjos / Socorro

# Otimização



# Otimização

## Variáveis de decisão

- Alocar ou não uma bolsa C/D num ponto candidato.
- Alocar ou não a procura de estacionamento de um estabelecimento a uma bolsa C/D.

## Parâmetros

- **Pontos candidatos** de bolsas C/D
- **Procura máxima** alocada às bolsas C/D
- **Número máximo** de bolsas C/D
- **Distância máxima "caminhável"** (das bolsas C/D aos estabelecimentos)

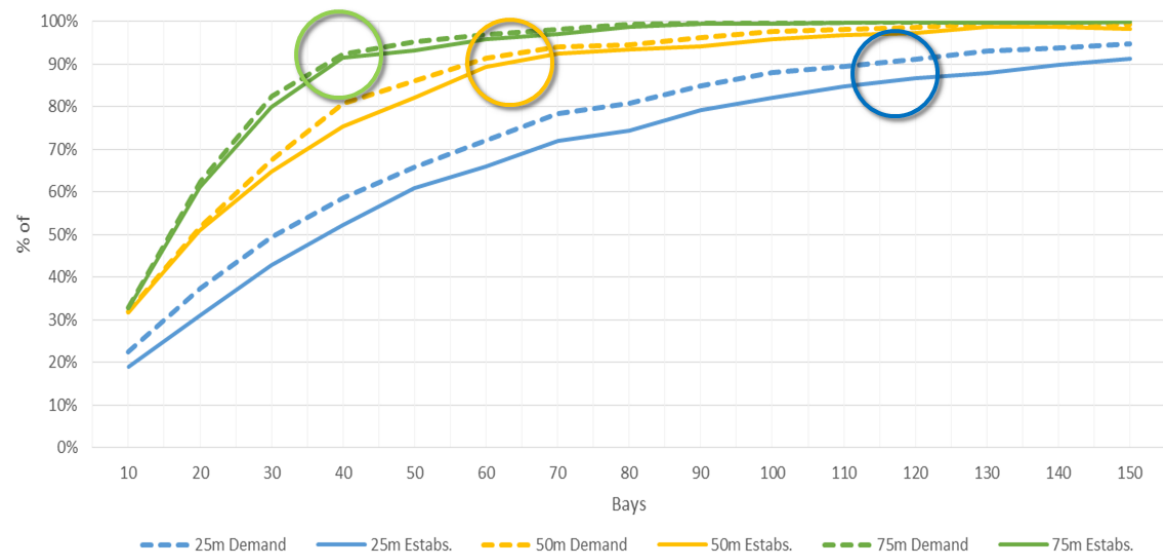
## Objetivos

- **Minimizar a soma da impedância ponderada**
- **Maximizar a cobertura da procura.**

# Sistemas de bolsas C/D

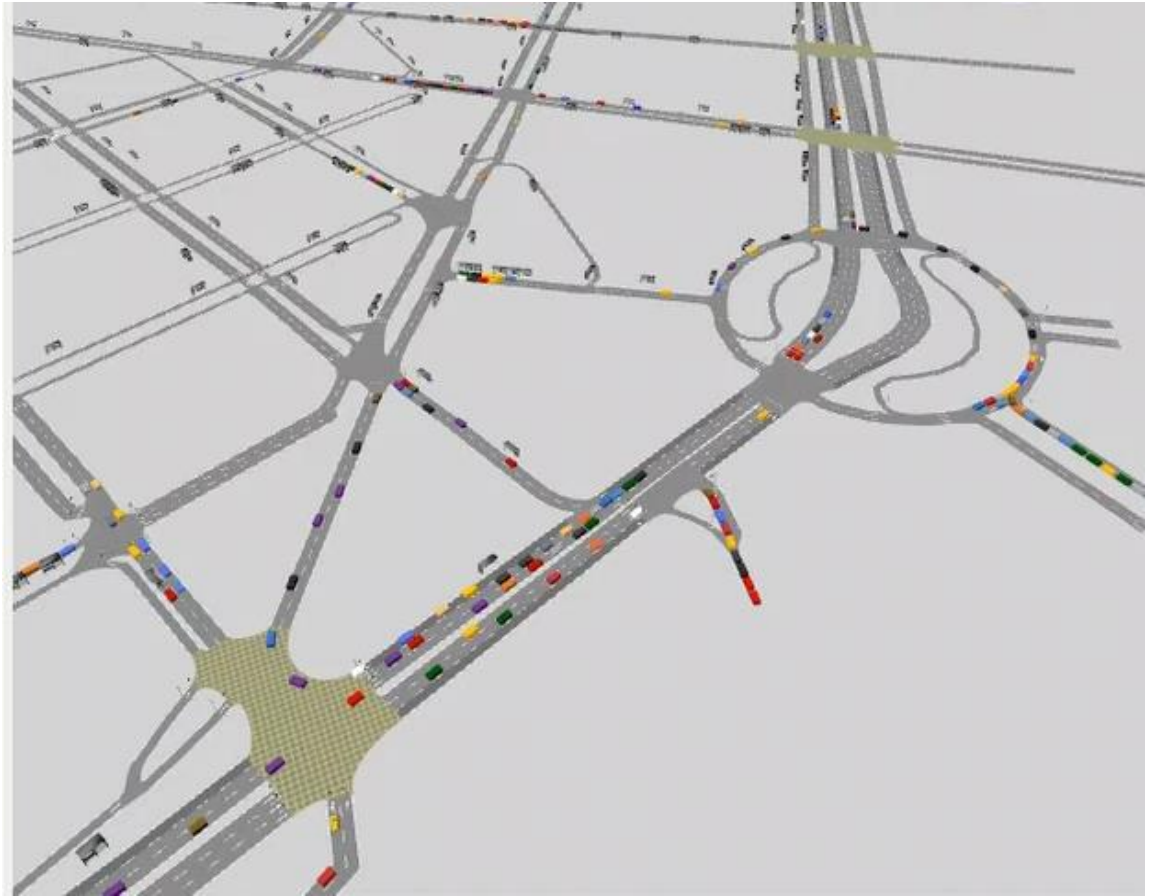
- Explorou-se a influência do:
  - a) número bolsas C/D
  - b) distância máxima "caminhável"

na satisfação da procura de estacionamento.



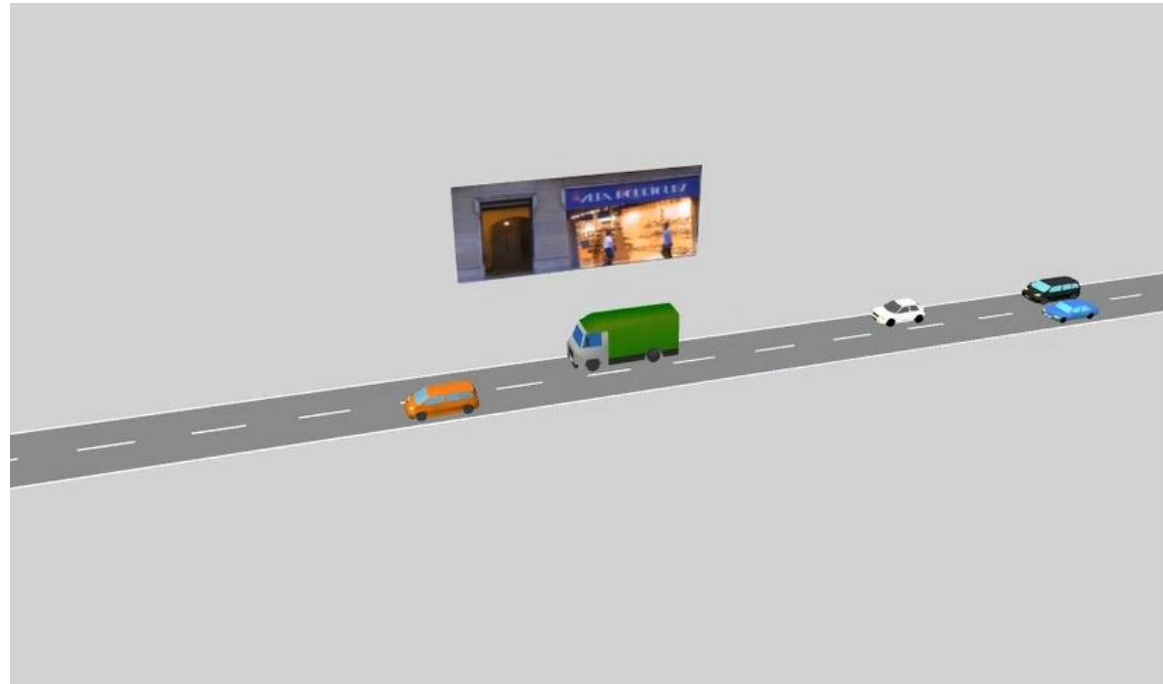


# Microsimulação (visão geral)



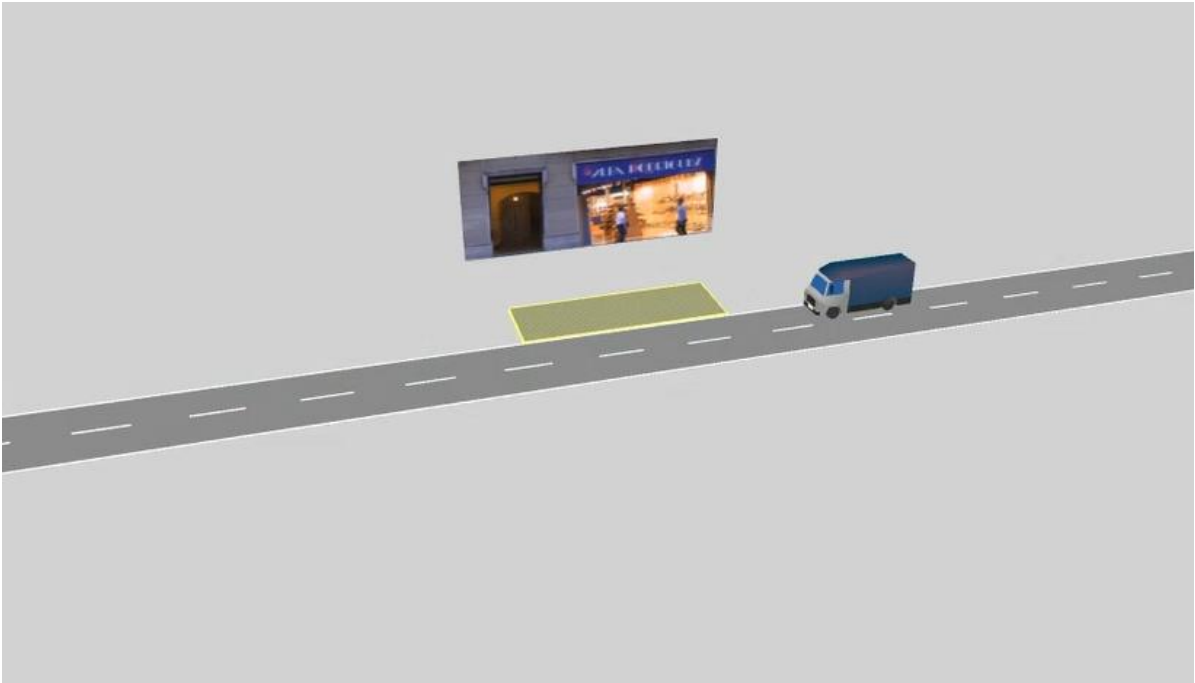
# Efeito do estacionamento em segunda fila

(Estrada com um sentido e duas faixas)



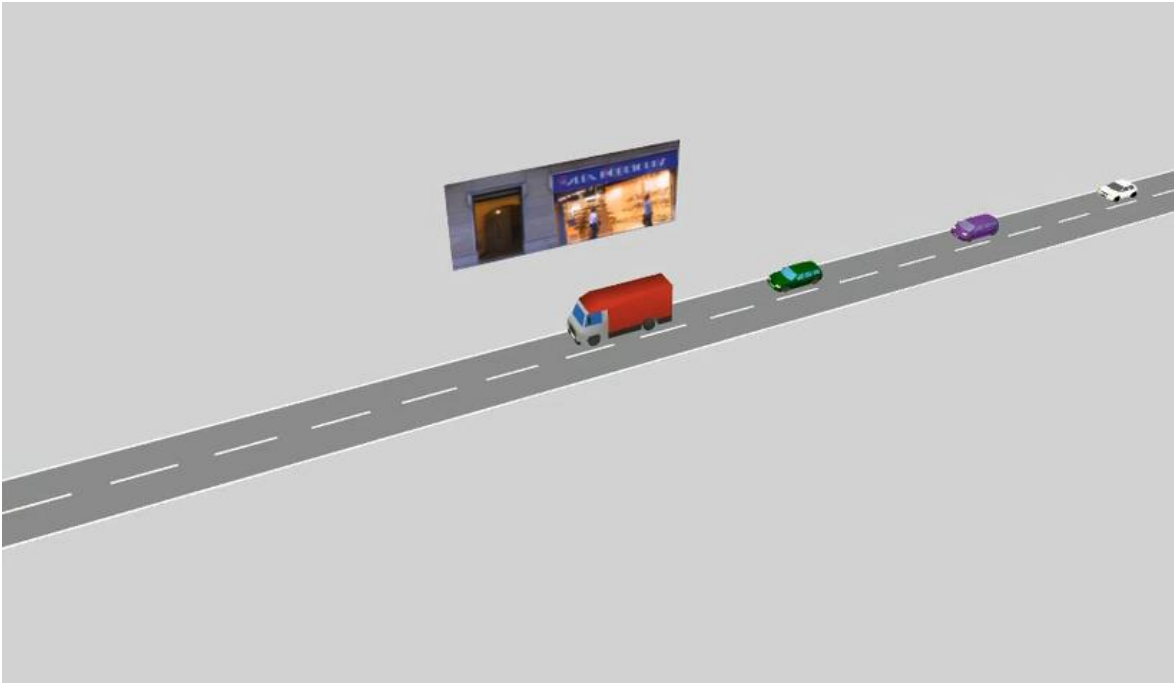
Situação  
idêntica com  
bolsa C/D

(Estrada com  
um sentido e  
duas faixas)



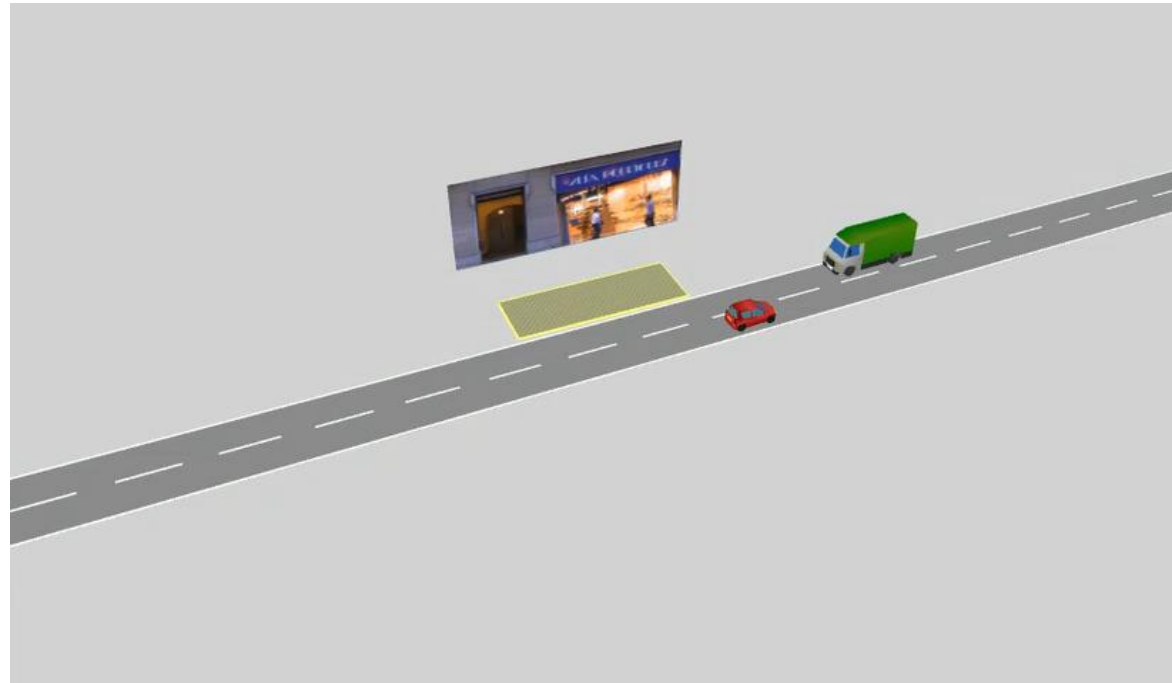
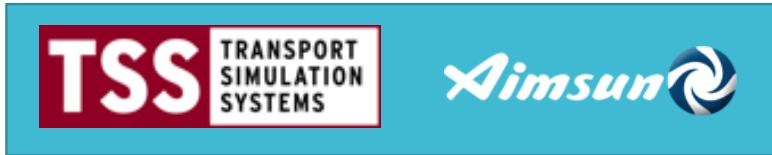
# Efeito do estacionamento em segunda fila

(Estrada com dois sentidos e duas faixas)



Situação  
idêntica com  
bolsa C/D

(Estrada com  
um sentido e  
duas faixas)



# Resultados

(Avenidas Novas / Berna Valbom)

Indicador	Unidades	Sem veículos mercadorias	% mudança vs. <i>sem veículos mercadorias</i>	
			100 bolsas	Sistema actual (156)
Estacionamento	Metros lineares	n/a	700	1092
Consumo combustível	Litros / veículo	0.25	3% ↔ 5%	
Emissões (Co2)	Gramas / veículo	492.03	2% ↔ 4%	
Número paragens	Paragens / veículo	5.32	2% ↔ 5%	
Tempo paragem	Segundos / kilometro	222.45	6% ↔ 10%	
Velocidade	Kilometros / hora	15.61	-2% ↔ -5%	

Desempenho de indicadores são de comparar os impactos com o fluxo de tráfego dos vários sistemas.

# Resultados

(Anjos / Socorro)

Cenário		Indicadores (% mudança vs. casos-base)		
Bolsas	Capacidade de fiscalização	Emissões (CO2)	Atraso (seg/km)	Velocidade (km/h)
60	75%	1	2	-1
	50%	4	9	-5
	25%	2	11	-6
	0%	7	13	-6
Sistema actual (56 baías)	75%			-
	50%			-1
	25%			-3
	0%	7	20	-5

Menos fiscalização resulta em maiores impactos



Redução na procura por estacionamento indevido nas bolsas de C/D.

## Conclusões

- Mesmo quando os veículos de mercadorias representam 1% do total de tráfego, o estacionamento em segunda fila derivado de um sistema inadequado gera uma % superior de externalidades.
- Mudar a localização das bolsas de C/D pode permitir reduções entre 40% e 60% dos impactos resultantes do estacionamento em segunda fila.



## Conclusões

- A eficácia da fiscalização depende das características do sistema de estacionamento e da rede viária.
- Zonas com faixas largas e/ou múltiplas podem beneficiar mais de melhorias em termos de cobertura espacial e não tanto da fiscalização.
- Zonas com faixas estreitas e/ou únicas podem beneficiar mais de melhorias em termos da capacidade das bolsas e da implementação de fiscalização.

## Conclusões

- otimizar o fornecimento de bolsas de C/D

e / ou

- reduzir o uso indevido das bolsas de C/D

pode ter um efeito positivo significativo

refletido num conjunto de indicadores.

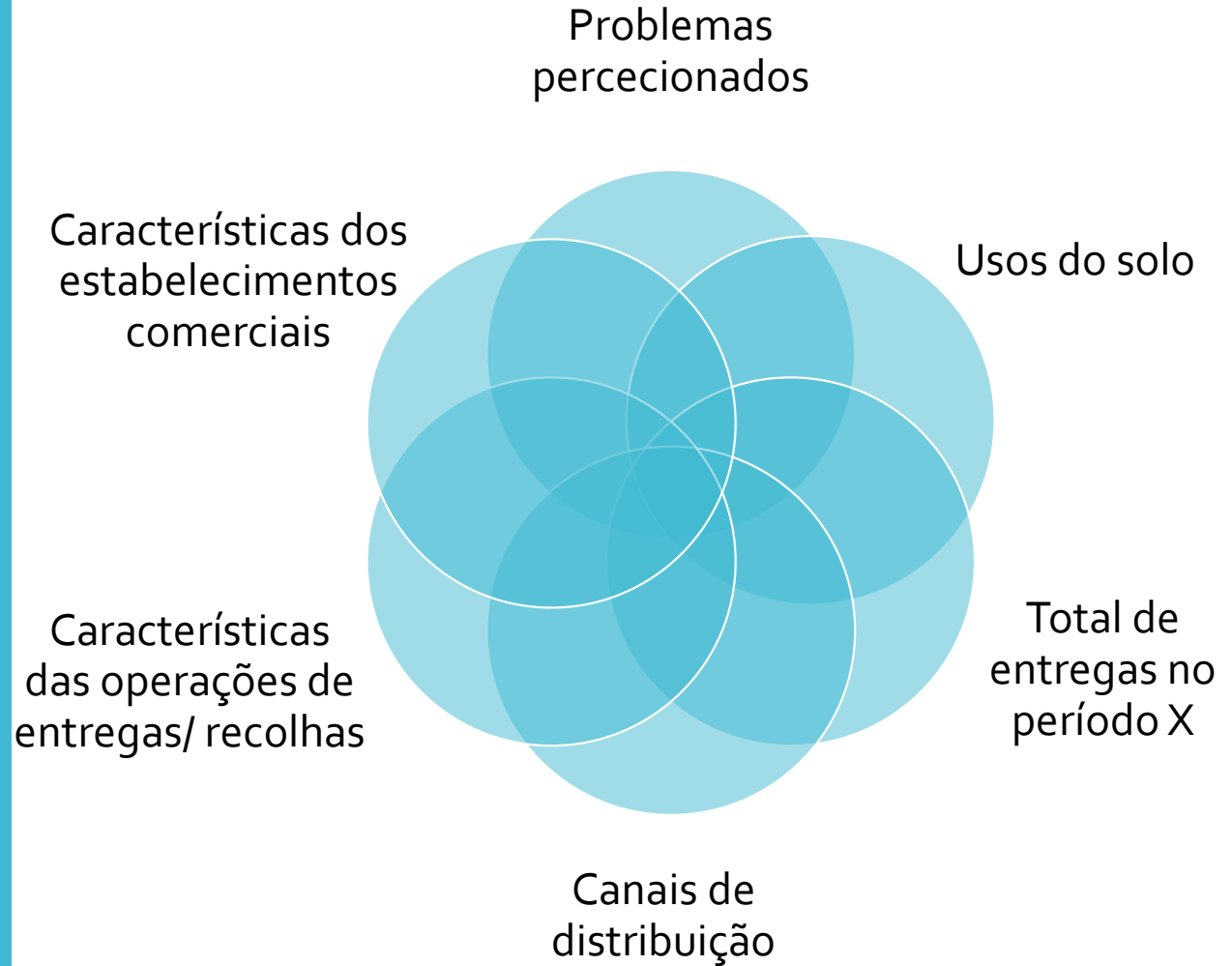
## Secção B

# APLICAÇÃO DE UM MODELO DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS PARA EXPLORAR A PERCEÇÃO DE PROBLEMAS NO ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS DE MERCADORIAS.

# Hipóteses de relações para o problemas derivados da logística urbana.



# Hipóteses de relações para o problemas derivados da logística urbana.



# Variáveis

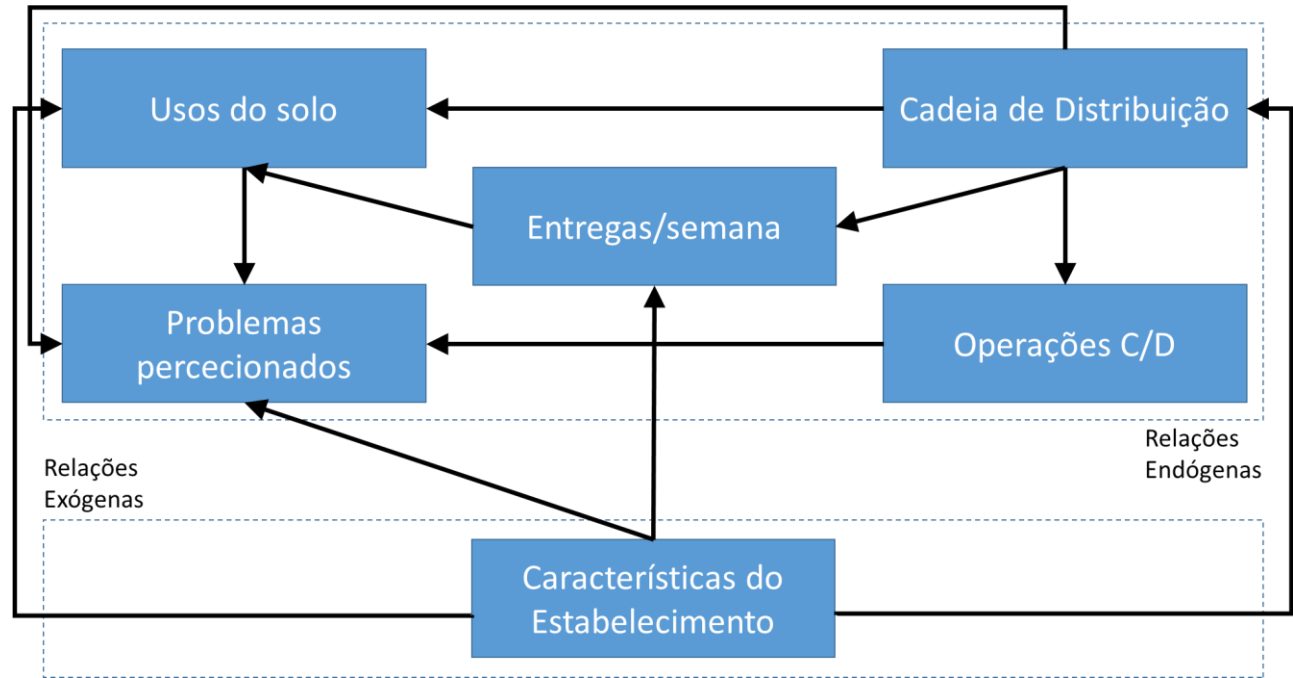


Grupo	Variável
Características do Estabelecimento	<p>Área venda ao público</p> <p>Empregados</p> <p>Categoria 10 (Cafés, restaurantes, bares)</p> <p>Maioria dos produtos são frágeis</p> <p>Maioria dos produtos são perecíveis</p>
Entregas/semana	
Características da Cadeia de Distribuição	<p>Recebe entregas de uma única localização</p> <p>Recebe a maioria das entregas de um atacadista</p> <p>Recebe a maioria das entregas de veículos &lt; 3.5T</p>
Padrão das operações C/D	<p>Duração mais frequente da operação C/D</p> <p>Veículo estaciona em segunda fila.</p> <p>Veículo estaciona em lugar com parquímetro.</p>
Perceção problemas de estacionamento para veículos mercadorias	<p><b>Veículos bloqueados</b></p> <p><b>Falta de espaço para descarregar</b></p> <p><b>Falta de bolsas C/D</b></p> <p><b>Bolsas C/D indevidamente ocupadas</b></p> <p><b>Congestionamento da zona envolvente</b></p>
Usos do solo	<p><i>km</i> de arruamentos por Categoria e por # estabelecimentos</p> <p>% de lojas por Categoria</p> <p>Heterogeneidade Comercial</p> <p>Densidade de bolsas C/D</p> <p>Densidade de residentes / habitações / edifícios</p>

# Recolha de dados

- Inquérito aos estabelecimentos comerciais.
- Recenseamento dos estabelecimentos comerciais (localização, indústria, empregados, área).
- Rede viária da cidade de Lisboa (fonte: OpenStreetMap; e.g., tipo de via, comprimento do segmento).
- Resultados dos Censos 2011 (residentes, edifícios).
- Registo EMEL das bolsas C/D.

# Relações hipotéticas





## Efeitos diretos (variáveis exógenas)

- Estabelecimentos que recebem bens perecíveis estão menos associados com uma Cadeia de Distribuição *centralizada*, ou com a receção de bens do armazém de um único grossista.
- Estabelecimentos de produtos alimentares para consumo no local ( por exemplo bares/restaurantes), recebem os produtos de veículos pesados ( >3.5T) em entregas de curta duração.
- Os resultados evidenciaram a preferência destes estabelecimentos por certas localizações.
- Há uma tendência geral para ter mais entregas quando os estabelecimentos têm mais empregados, vendem produtos alimentares para consumo no local ou bens perecíveis.

## Efeitos Diretos (entre variáveis endógenas e variáveis agregadas)

- Veículos estacionados em segunda fila aumentam a perceção de bloqueios, falta de espaço para carregar/descarregar e falta de bolsas de C/D.
- A perceção de congestionamento está relacionada positivamente com a perceção de pouco espaço para carregar/descarregar; veículos a bloquear a passagem, falta de bolsas de C/D e veículos a ocupar indevidamente as bolsas de C/D.
- Entregas durando comparativamente mais tempo tendem a contribuir para o aumento de queixas acerca da falta de espaço para carregar/descarregar e de congestionamento na zona envolvente.
- Há uma complementaridade entre um estabelecimento estar localizado numa zona densa de usos mistos e ter uma melhor acessibilidade logística.

## Efeitos Totais (variáveis exógenas)

- Restaurantes, bares e cafés têm tendencialmente entregas de duração mais baixa, maiores veículos e maior probabilidade dos mesmos estacionarem em segunda fila.
- Uma maior área dos estabelecimentos não está associada com mais entregas. O número de entregas está, de um modo geral, associado à variação do número de empregados e ao consumo de produtos perecíveis.
- Contudo, uma maior área está relacionada com uma maior perceção dos problemas de estacionamento para veículos de mercadorias. Um maior número de empregados reduz esta perceção.

# Efeitos Totais (entre variáveis endógenas e variáveis agregadas)

- O total de entregas está também relacionado com as características da Cadeia de Distribuição.
- A influencia do total de entregas nos padrões de localização dos estabelecimentos comerciais padrões de localização dos estabelecimentos comerciais padrões de localização dos estabelecimentos comerciais é um modo de reforçar os efeitos da Cadeia de Distribuição nos mesmos.
- Uma maior acessibilidade logística está associada a mais bolsas de C/D mas também com mais veículos a ocupar as bolsas indevidamente.
- O estacionamento em segunda fila aumenta a perceção de problemas, enquanto entregas com uma duração comparativamente mais curta têm o efeito oposto.

## Conclusões

- Identificamos relações significativas entre um conjunto de variáveis e a perceção dos problemas de estacionamento da logística urbana.
- O modelo de equações estruturais provou ser uma ferramenta útil no contexto da avaliação dos problemas de estacionamento da logística urbana.
- Confirmou-se o potencial de usar dados relativos às operações retalhistas para obter novas perspetivas acerca de vários aspetos das operações de logística urbana.
- O total de entregas recebidas não se revelou como um fator com impacto na perceção dos problemas de estacionamento da logística urbana.

## Conclusões

- Os problemas de estacionamento estão interrelacionados de um modo lógico e consistente.
- A relação forte entre as cadeias de distribuição e os padrões de usos do solo evidenciam a sua influencia nos padrões de localização dos estabelecimentos.
- A localização dos estabelecimentos está relacionada com o número de entregas semanais, que são função das características do estabelecimento e da cadeia de fornecimento.
- Os resultados evidenciam uma maior importância da fiscalização das operações de C/D face ao aumento do número de bolsas.

## Agradecimentos

# MIT Portugal



# Obrigado pela vossa atenção !

Questões / Comentários / Sugestões

Secção A: [andre.alho@tecnico.ulisboa.pt](mailto:andre.alho@tecnico.ulisboa.pt)

Secção B: [joao.abreu.silva@tecnico.ulisboa.pt](mailto:joao.abreu.silva@tecnico.ulisboa.pt)



# Direct effects - from exogenous variables

Endogenous variable	Exogenous variable	Perishable products	Non-perishable products
Distribution channel's characteristics	Establishments which receive perishable goods are less associated with a centralized supply chain or receiving goods from a whole saler warehouse.	-0.133	0.134
	their products from heavy vehicles with short delivery durations	-0.286	0.134
Delivery operations' patterns	Light vehicle delivering (<3.5T)	-0.182	-0.080
	Delivery duration	-0.134	-0.074
Zones	Vehicles blocking	0.106	0.085
	Weekly Deliveries	0.376	-0.108

Note: all coefficients significantly different from zero at 95% confidence level

# Direct Effects – between endogenous variables/constructs

Endogenous variables and latent constructs	Endogenous variables and latent constructs									
	Distribution channel's characteristics			Delivery operations' patterns		Perceived freight parking issues			Land use	
	Centralized supply chain	Wholesaler warehouse	Light vehicle delivering (<3.5T)	Delivery duration	Delivery	Delivery	Non-	Mixed	Zones with	Weekly
Double Parking deliveries increase the perception of blockages, lack of room and lack of bays										
Perceptions of congestion depend on the perceptions of blocking vehicles, lack of bays and non freight vehicles parked in bays										
Perceived freight parking issues										
Land use										
Weekly Deliveries										

Double Parking deliveries increase the perception of blockages, lack of room and lack of bays

Perceptions of congestion depend on the perceptions of blocking vehicles, lack of bays and non freight vehicles parked in bays

The perception of congestion increases the perception of lack of room to load

Delivery duration increases complaints about and congestion

Complementarity between being located in a mixed/dense zone and higher logistics accessibility

Note: all coefficients significantly different from zero at 95% confidence level

# Total effects - from exogenous variables

Endogenous variables and latent constructs		Exogenous variables				
		Sales/consumer area	Employees	Category 10	Fragile products	Perishable products
Restaurants/bars/coffee-shops: lower delivery duration, bigger vehicles and higher probability of double parking.						<b>-0.133</b>
operations patterns	Delivery in metered place	0.109	<b>0.272</b>		0.134	<b>-0.266</b>
	Delivery with vehicle double parked	0.091	<b>0.027</b>	<b>-0.182</b>	0.013	<b>-0.026</b>
Perceived freight	Vehicles blocking others	0.009	-0.003	<b>-0.116</b>	-0.075	0.003
	No room to (un)load	0.003	<b>0.010</b>	-0.018	-0.006	<b>-0.010</b>
No. l/u bays	bays	0.010	<b>0.026</b>	<b>0.016</b>	-0.003	<b>0.026</b>
	es	<b>0.011</b>	<b>-0.060</b>			
istics	city	<b>0.005</b>	<b>-0.019</b>			
	istics	-0.001	0.001			
Weekly Deliveries	Weekly Deliveries	<b>0.025</b>	<b>-0.147</b>			
	Weekly Deliveries	<b>0.008</b>	<b>-0.040</b>			
Weekly Deliveries		<b>0.025</b>	<b>-0.061</b>			
Weekly Deliveries		<b>0.036</b>	<b>-0.103</b>	<b>-0.008</b>	<b>-0.025</b>	<b>-0.009</b>
Weekly Deliveries		<b>0.004</b>	<b>-0.01</b>		<b>-0.005</b>	<b>0.026</b>
Weekly Deliveries		<b>-0.102</b>	<b>0.387</b>	<b>0.084</b>	<b>-0.085</b>	<b>0.330</b>

Restaurants/bars/coffee-shops: lower delivery duration, bigger vehicles and higher probability of double parking.

Bigger areas don't imply more deliveries, since they are mainly a function of # employees and consumption of perishable products

A bigger area is associated with a higher perception of freight parking issues. More employees reduces this perception.

Note: coefficients in bold are significantly different from zero at 95% confidence level

# Total effects - endogenous variables / latent constructs

Endogenous variables and latent constructs		Endogenous observed variables and latent constructs											
		Distribution channel's characteristics			Delivery operations' patterns			Perceived freight parking issues			Land use		Weekly deliveries
		Centralized supply chain	Wholesaler warehouse	Light vehicle delivering	Delivery duration	Delivery in metered	Delivery with vehicle double	Vehicles blocking others	No I/u bays	Non-freight vehicles in I/u	Congestion	Mixed and Dense Zones	
Perceived freight parking issues	Vehicles blocking others	0.009	-0.058									-0.011	-0.010
	No room to (un)load	0.004	-0.027	-0.023	0.061	-0.01	0.222	0.133	0.233	0.095	0.368	-0.023	-0.022
	No I/u bays	-0.001	0.005	0.002	-0.024		0.173					-0.097	-0.091
	Non-freight vehicles in I/u bays	0.016	-0.108	-0.158	-0.188	-0.109	-0.037		-0.454			0.044	0.042
	Congestion	0.005	-0.034	-0.050	0.046	-0.028	0.102	0.36	0.147	0.258		-0.014	-0.014
Land use	Mixed and Dense Zones	0.034	-0.223									-0.586	-0.224
	Lower Commercial Density	-0.091	-0.264										
	Zones with Higher Logistics Accessibility	0.005	0.035									0.158	
	Weekly Deliveries	-0.026	0.174										-0.091

Higher logistical accessibility means more I/u bays and less congestion, but more non-freight vehicles parked in I/u bays

Double parking increases perception of freight issues, shorter deliveries have the opposed effect

Note: coefficients in bold are significantly different from zero at 95% confidence level

Deliveries are a function of distribution channel characteristics.

Deliveries influence on land use is a way to reinforce the effects of distribution channel characteristics on location patterns