

Alcanena Green Week

O Futuro da Água

Infrawise – do Aware-P à utilização de modelos de *machine learning* para apoio à tomada de decisão

André Marques Arsénio



ALCANENA
GREEN WEEK 31 MAI
5 JUN



AQUANENA
EMPRESA MUNICIPAL
DE ÁGUAS E SANEAMENTO
DE ALCANENA

Junho 2025

Apresentação AGS

A AGS trabalha no sector da água há mais de 35 anos, centrando o seu objetivo na preservação do ambiente e atuando em todo o ciclo urbano da água.

As atividades da AGS vão desde a consultoria e desenvolvimento de serviços especializados de engenharia até à gestão, exploração e manutenção de sistemas urbanos de água e instalações de tratamento.



ENQUADRAMENTO E SERVIÇOS:

- Concessões e PPP
- Acordos baseados no desempenho
- Contratos de operação e manutenção
- Fornecedor de serviços de engenharia
- Fornecedor de serviços informáticos (Aquasis)

Conteúdo

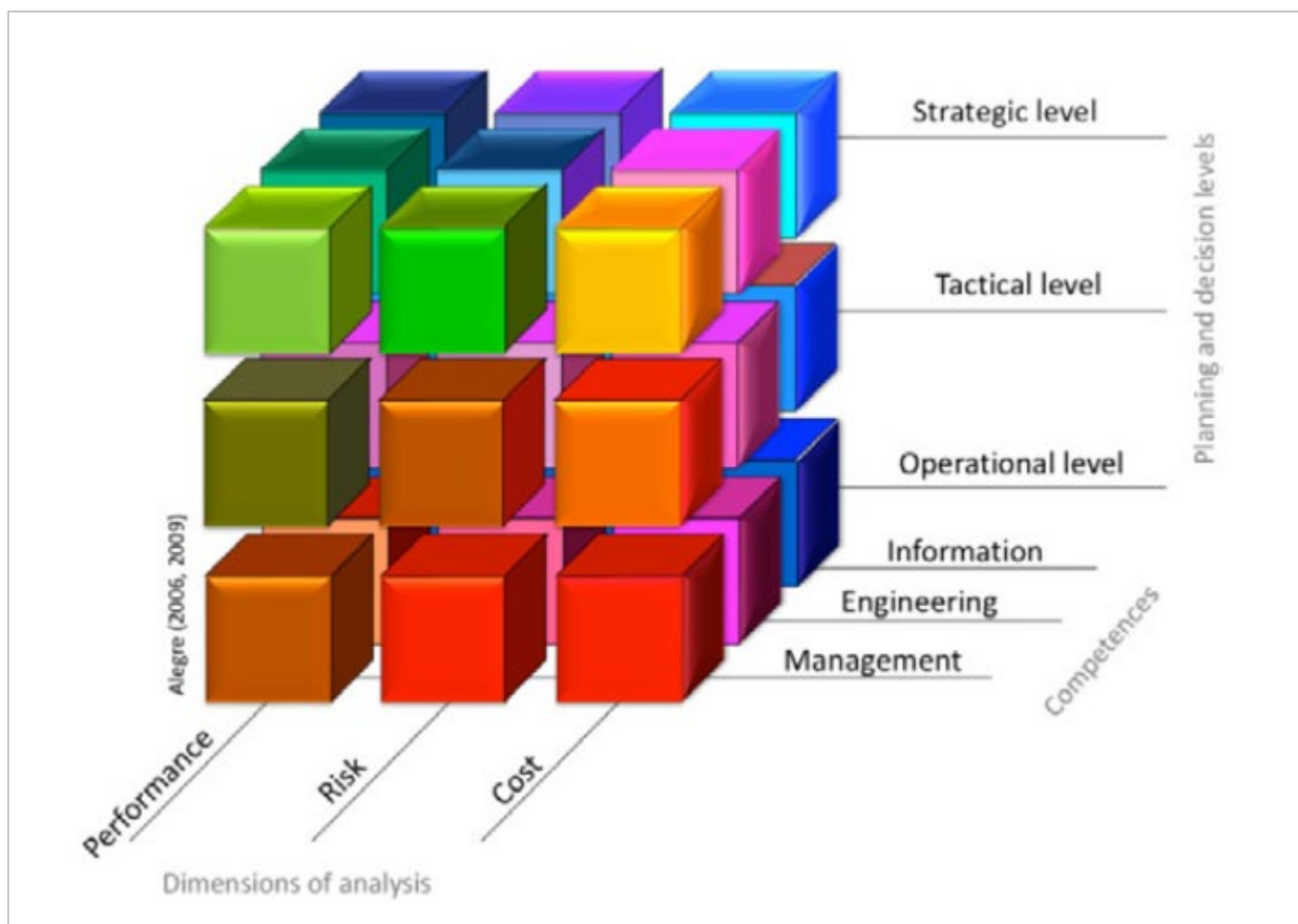
1. O início do Infrawise
2. Cálculo da probabilidade de rotura
3. Identificação de troços prioritários para CCTV



O início do Infracore



Metodologia AWAREP

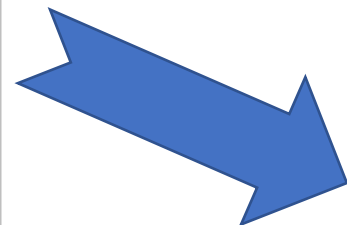


Quem somos nós atualmente?
Que infraestruturas possuímos ou operamos?
Que serviço oferecemos?
Onde queremos estar a longo prazo?
Como chegamos lá?



O Infrawise como ficheiro Excel

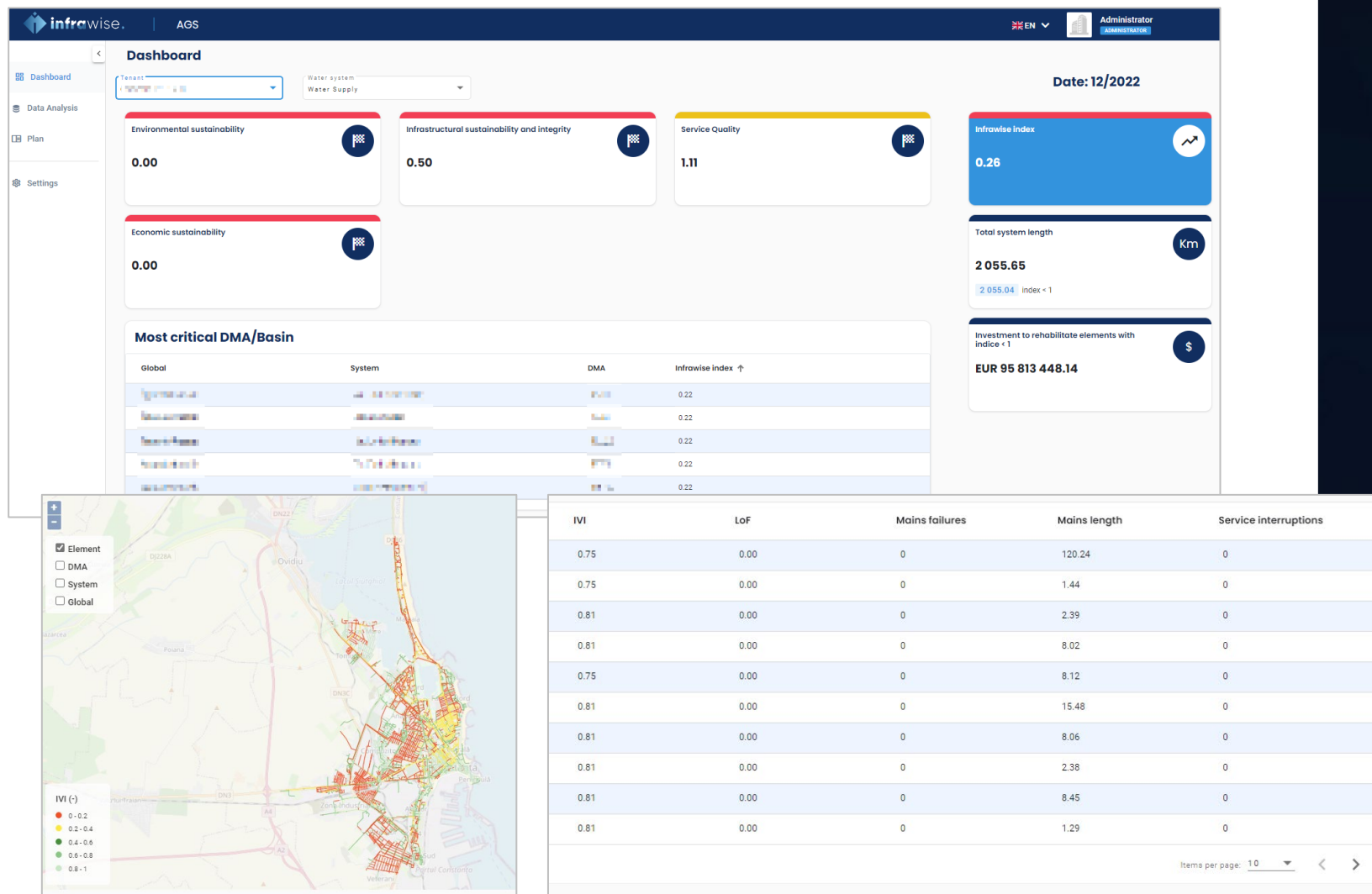
Dimensão de custo										
Custos operacionais			Custo roturas em matriz			Custo roturas em arranque			Índice global (2)	
Dias de trabalho DAF	Custo (CLP/km/dia)	Índice	Custo total (CLP)	Custo por km (CLP/km)	Índice	Custo total (CLP)	Custo por km (CLP/km)	Índice		
-	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.5	0.5	
154	136683	0.00	3,393,346	3,102	2.79	3,393,346	39,004	2.96	1.92	
154	136683	0.00	76,151	136	2.99	76,151	1,523	3.00	2.00	
154	136683	0.00	1,397,248	1,424	2.91	1,397,248	17,250	2.98	1.96	
Dimensão de risco					981	2.94	1,172,182	11,606	2.99	1.97
Interrupção do serviço		Desabamento de casas		Índice global (3)	744	2.95	574,443	6,111	2.99	1.98
Cantidad de cortes	Índice	Tipo de solo			87	3.00	76,212	907	3.00	2.00
		Salino - 1		276	2.78	2,423,972	32,320	2.96	1.92	
		Não Salino - 0		435	2.97	566,409	5,839	2.99	1.99	
-	1	-	2	1	75	3.00	66,684	542	3.00	2.00
0	3.00	1	0.00	1.00						
2	2.00	1	0.00	0.67						
0	3.00	1	0.00	1.00						
0	3.00	1	0.00	1.00						
1	2.50	1	0.00	0.83						
1	2.50	1	0.00	0.83						
0	3.00	1	0.00	1.00						
1	2.50	1	0.00	0.83						
1	2.50	1	0.00	0.83						



Média do índice (1); (2); (3)	Média do índice cada indicador
-	-
1.23	1.19
1.18	1.22
1.28	1.27
1.32	1.32
1.29	1.33
1.30	1.33
1.36	1.38
1.36	1.41
1.36	1.42

Tomada de decisão sólida baseada em dados: de variáveis a indicadores e índices

O Infracwise como aplicação web



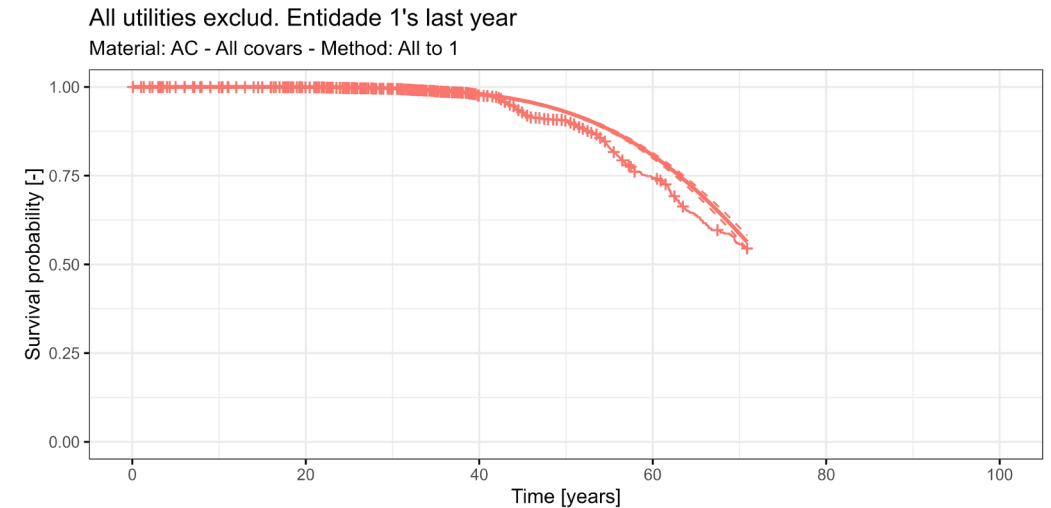
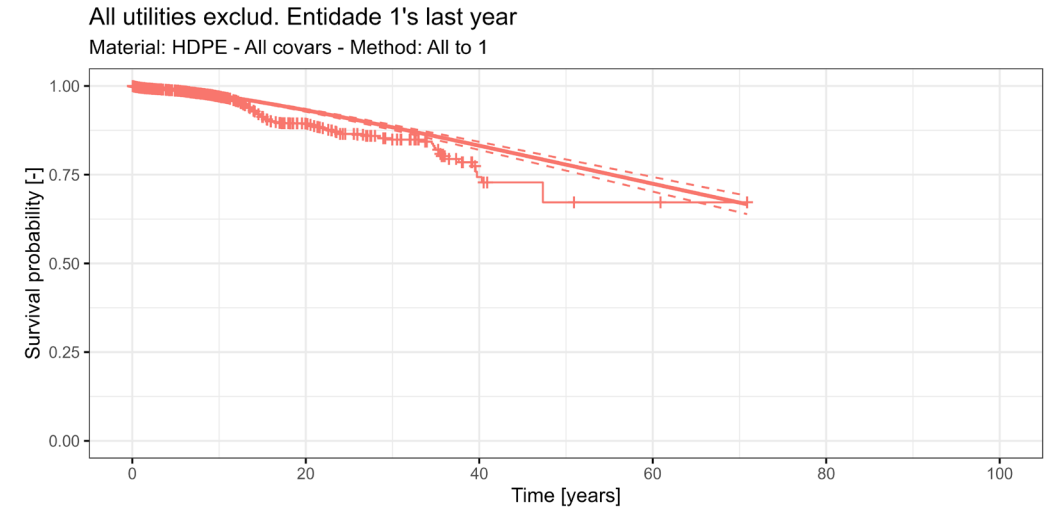
A aplicação Infracwise aproveita a metodologia da AWAREP e implementa um painel que auxilia as concessionárias de água no orçamento e no planeamento da reabilitação

Cálculo da probabilidade de rotura



Modelos de *machine learning*

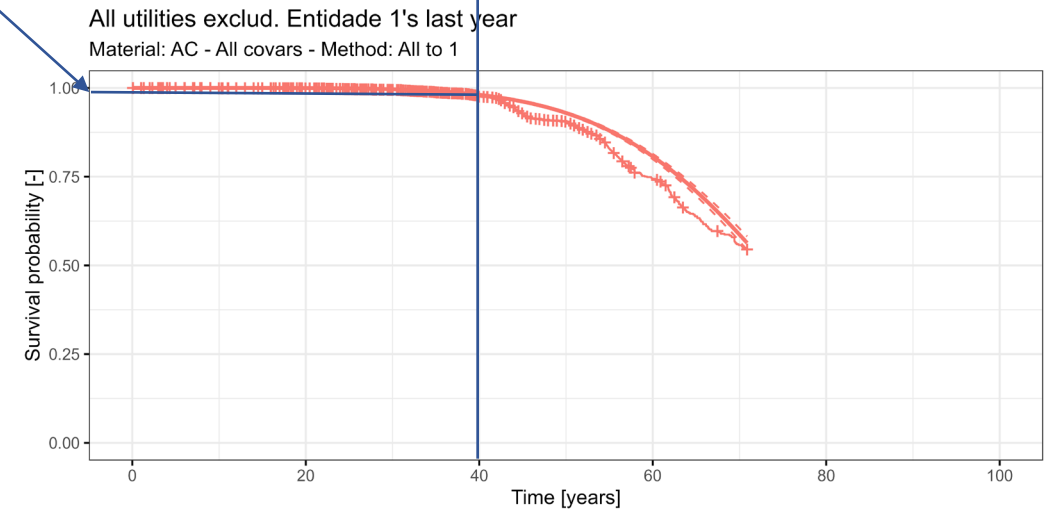
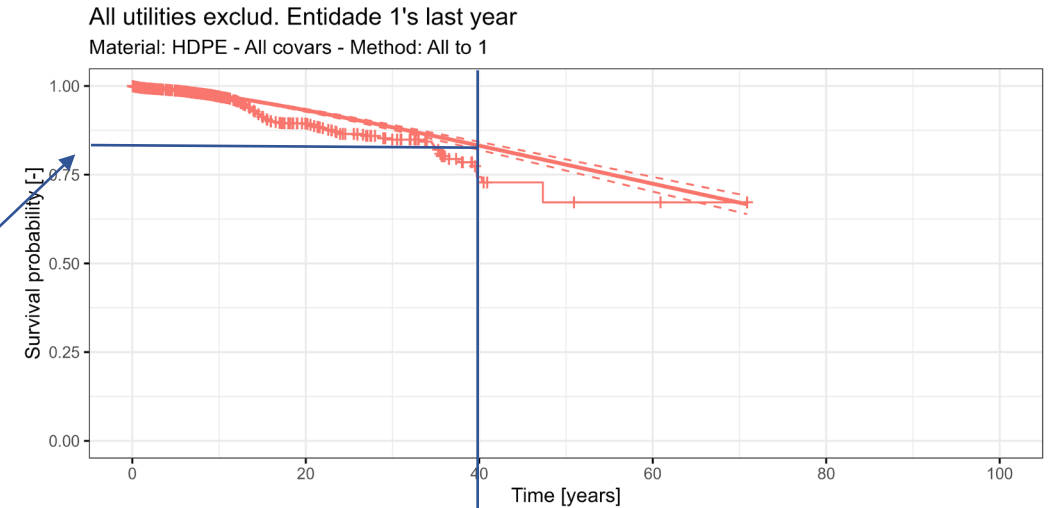
- Análise de sobrevivência – ocorrência de roturas como função do tempo
- A probabilidade de rotura aumenta com o tempo
- A metodologia permite determinar quanto tempo falta para a próxima rotura



Modelos de *machine learning*

Aos 40 anos um elemento de PEAD tem uma probabilidade de rotura significativamente superior a um elemento de FC!

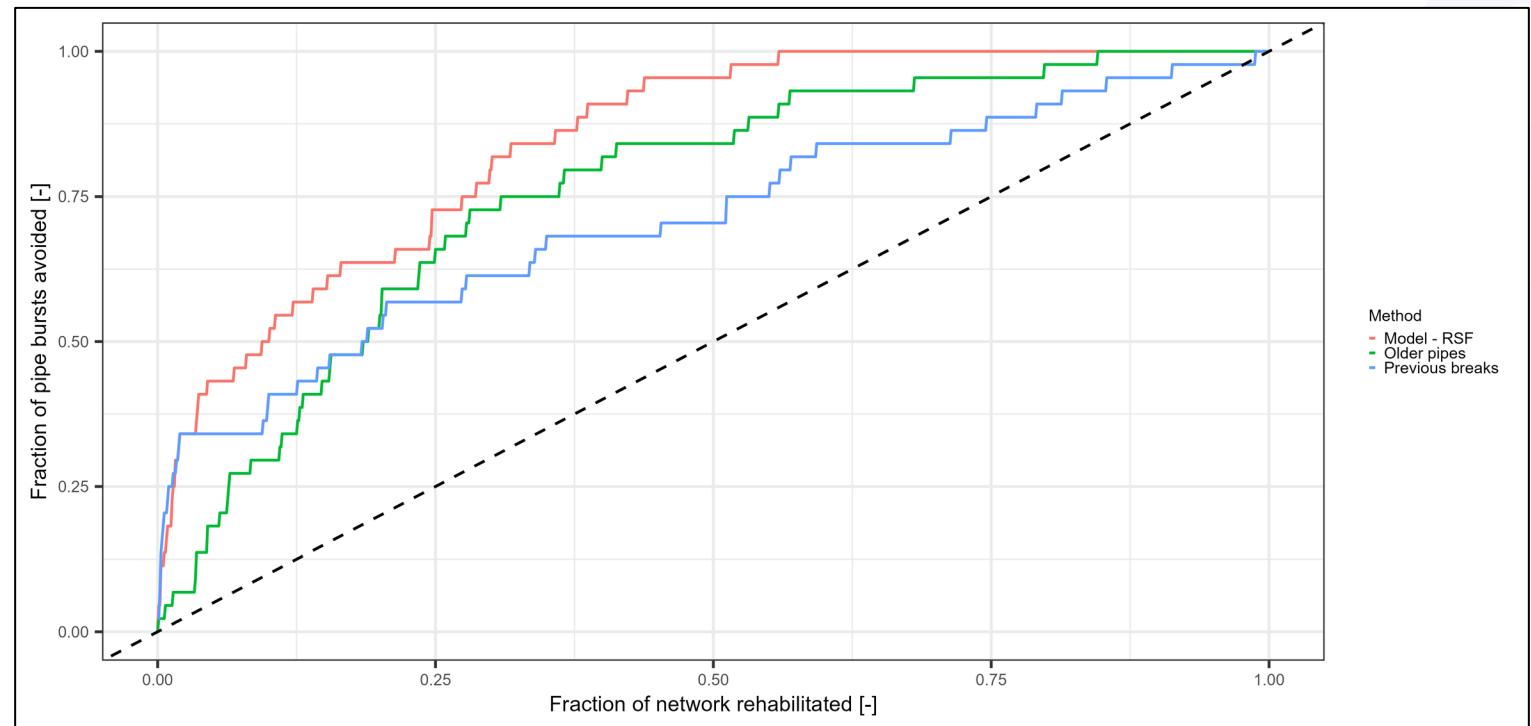
(para esta entidade gestora)



Reabilitação

Caso de estudo – Japão

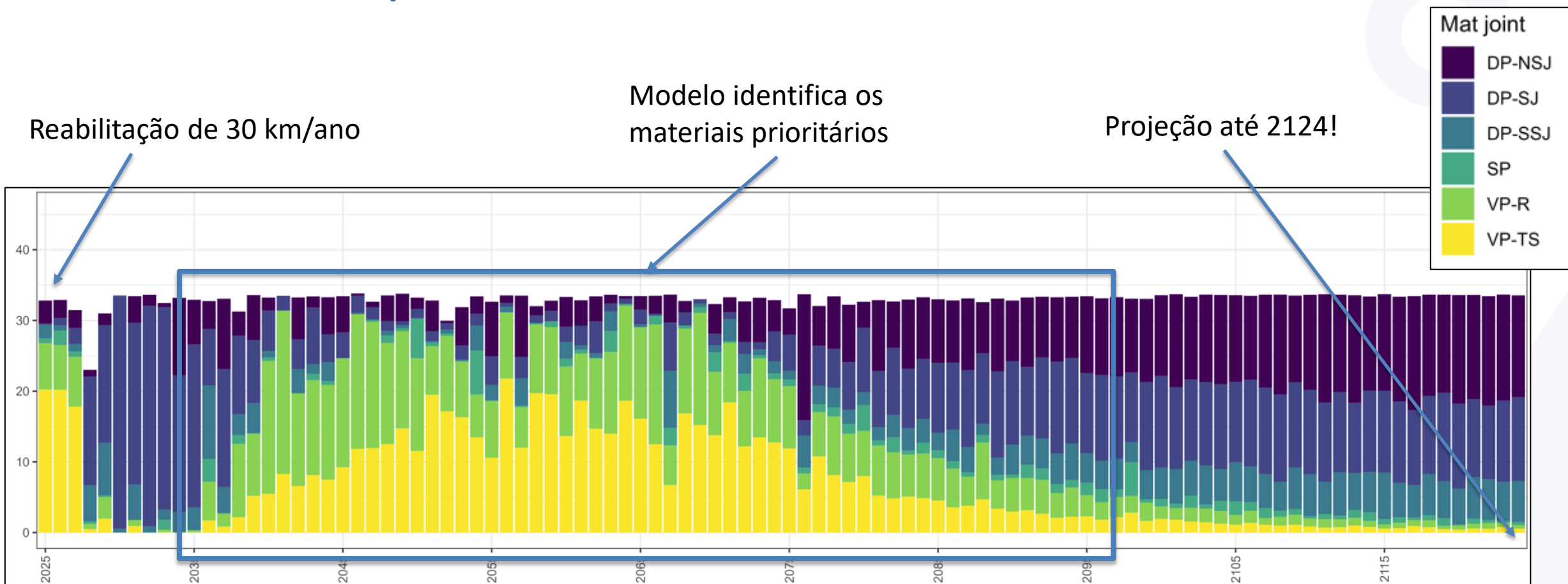
- Aprende que elementos falharam (e quando) e explica o padrão rotura com base nas características internas e externas de cada elemento
- Descreve a probabilidade de rotura em função da idade
 - Cada elemento terá uma determinada probabilidade de rotura no horizonte de projeto
- Resultados superiores a reabilitação centrada na idade e a reabilitação centrada no número anterior de roturas



Reabilitação

Caso de estudo – Japão

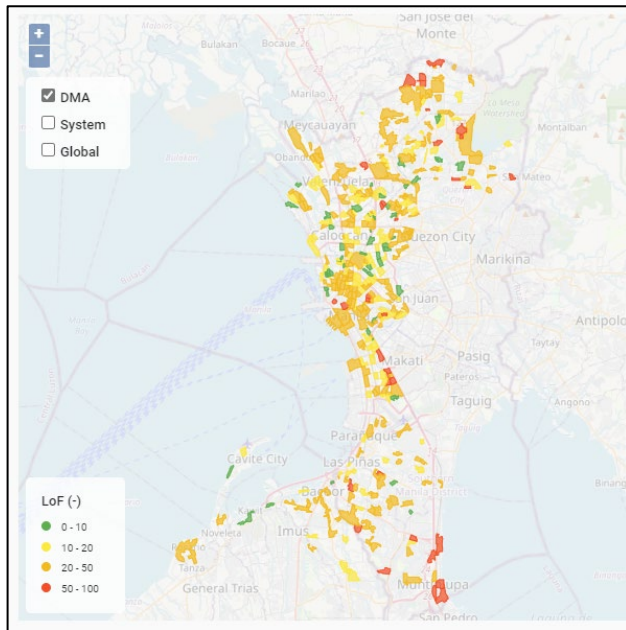
Definição de um plano de reabilitação a 100 anos!



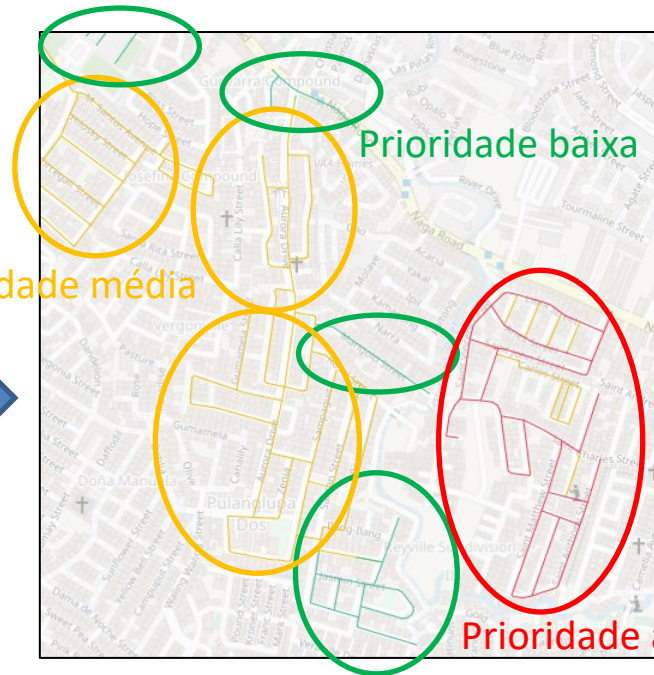
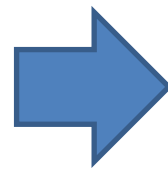
Deteção ativa de fugas

Caso de estudo – Filipinas

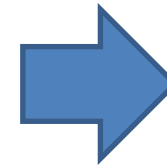
The estimated recovery for the 2,628 leaks repaired is equivalent to 13,000 m³/day.



Identificação de ZMC prioritárias para DAF



Identificação de troços específicos



Equipas de campo

Identificação de troços prioritários para CCTV



Priorização de inspeções CCTV

Qual é o coletor em boas condições e qual é o coletor em más condições?

- Impossibilidade de inspecionar todos os coletores: otimização dos programas de inspeção
- Utilização de dados de inspeções anteriores para definir planos futuros
- Modelação da relação entre características dos coletores inspecionados (diâmetro, material, etc.) e seus graus
- Previsão dos graus dos coletores não inspecionados com base nas características da rede



Criado com DALLE-3

Priorização de inspeções CCTV

Metodologia

mat	diam	date.inst	length	local	road	oneway	sistema	inclinacao	profund4	profund5	way	sistema	inclinacao	profund4	profund5	grau
FFD	800	1989-12-31	12.187971	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.37	1.12	1.14						
PRV	400	1976-12-31	38.821129	local_não_conhecido	track	B	Rio Tinto	0.28	6.25	5.57						1
PRV	400	1976-12-31	21.969234	local_não_conhecido	unclassified	B	Rio Tinto	0.73	4.50	3.98						5
PRV	400	1976-12-31	30.243214	local_não_conhecido	unclassified	B	Rio Tinto	0.60	4.17	4.50						3
PRV	400	1976-12-31	27.413470	local_não_conhecido	residential	B	Rio Tinto	0.84	3.29	4.12						3
PRV	400	1976-12-31	18.011058	local_não_conhecido	residential	B	Rio Tinto	2.49	3.34	3.42						5
PRV	400	1976-12-31	27.051545	local_não_conhecido	residential	B	Rio Tinto	1.00	2.30	3.34						3
PRV	400	1976-12-31	24.623312	local_não_conhecido	residential	B	Rio Tinto	1.62	2.55	2.20						5
PRV	500	1976-12-31	47.158370	local_não_conhecido	tertiary	B	Rio Tinto	1.02	2.24	3.60						3
PRV	800	1989-12-31	49.654883	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.98	2.41	2.86						5
PRV	800	1989-12-31	43.025586	local_não_conhecido	path	B	Rio Tinto	0.70	2.02	2.04						5
PRV	600	1976-12-31	36.303083	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.72	2.08	1.99						3
PRV	600	1976-12-31	48.952801	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.56	2.39	2.08						5
PRV	600	1976-12-31	36.303083	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.72	2.08	1.99						3
PRV	600	1976-12-31	48.952801	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.56	2.39	2.08						3
PRV	600	1976-12-31	36.999224	local_não_conhecido	residential	F	Rio Tinto	0.52	2.11	2.39						3
PRV	600	1976-12-31	47.176609	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.53	5.87	5.93						3
PRV	600	2001-12-31	47.040935	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.30	2.28	2.30						3
PRV	600	2001-12-31	36.551308	local_não_conhecido	secondary	B	Rio Tinto	8.34	6.11	2.28						3
PRV	600	2001-12-31	37.714114	local_não_conhecido	cycleway	B	Rio Tinto	0.42	6.01	5.38						3

Separar os dados em blocos

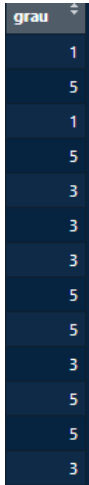
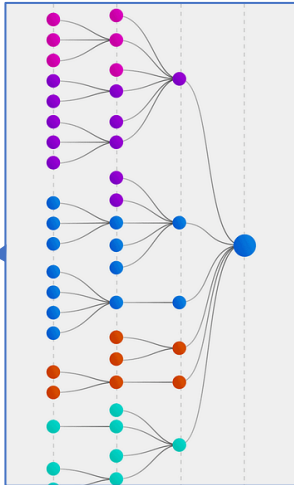
Priorização de inspeções CCTV

Metodologia

Fase 1: o modelo irá aprender as relações entre as características dos coletores e os graus obtidos com as inspeções


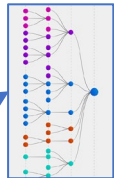
Fase 1: Treino e validação

mat	diam	date.inst	length	local	road	oneway	sistema	inclinacao	profund4	profund5
FF							Tinto	0.37	1.12	1.14
PR							Tinto	0.28	6.25	5.57
PR							Tinto	0.73	4.50	3.98
PRV	400	1976-12-31	30.243214	local_não_conhecido	unclassified	B	Rio Tinto	0.60	4.17	4.50
PRV	400	1976-12-31	27.413470	local_não_conhecido	residential	B	Rio Tinto	0.84	3.29	4.12
PRV	400	1976-12-31	18.011058	local_não_conhecido	residential	B	Rio Tinto	2.49	3.34	3.42
PRV	400	1976-12-31	27.051545	local_não_conhecido	residential	B	Rio Tinto	1.00	2.30	3.34
PRV	400	1976-12-31	24.623312	local_não_conhecido	residential	B	Rio Tinto	1.62	2.55	2.20
PRV	500	1976-12-31	47.158370	local_não_conhecido	tertiary	B	Rio Tinto	1.02	2.24	3.60
PRV	800	1989-12-31	49.654883	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.98	2.41	2.86
PRV	800	1989-12-31	43.025586	local_não_conhecido	path	B	Rio Tinto	0.70	2.02	2.04
PRV	600	1976-12-31	36.303083	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.72	2.08	1.99
PRV	600	1976-12-31	48.952801	local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.56	2.39	2.08



Fase 2: Teste

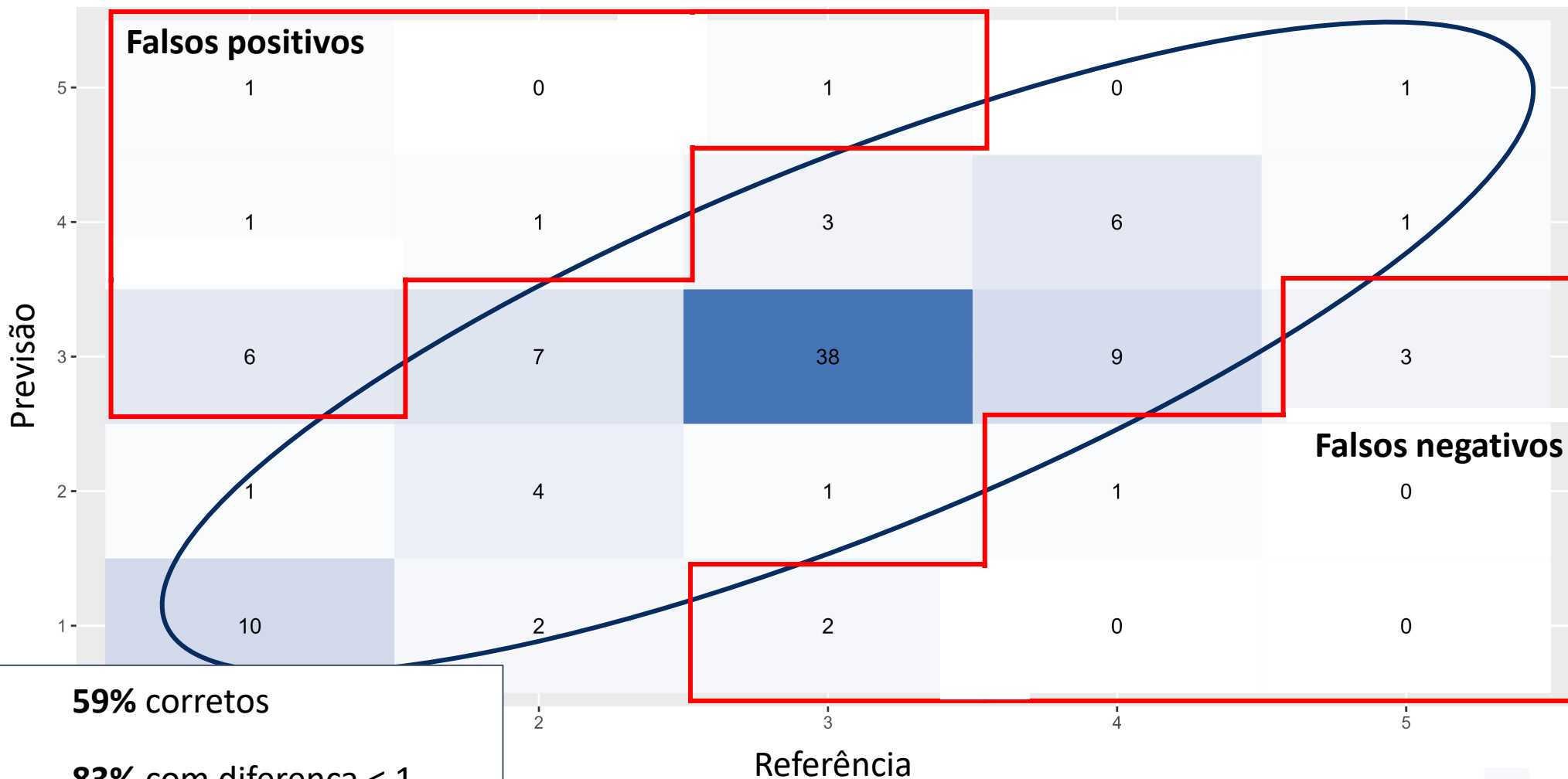
PRV	600	1976-12-31	36.909234	local_não_conhecido	residential	F	Rio Tinto	0.52	2.11	2.39
PP				local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.53	5.87	5.93
PP				local_não_conhecido	footway	B	Rio Tinto	0.30	2.28	2.30
PPC	600	2001-12-31	36.551308	local_não_conhecido	secondary	B	Rio Tinto	8.34	6.11	2.28
PPC	600	2001-12-31	37.714114	local_não_conhecido	cycleway	B	Rio Tinto	0.42	6.01	5.38



Mesmo modelo

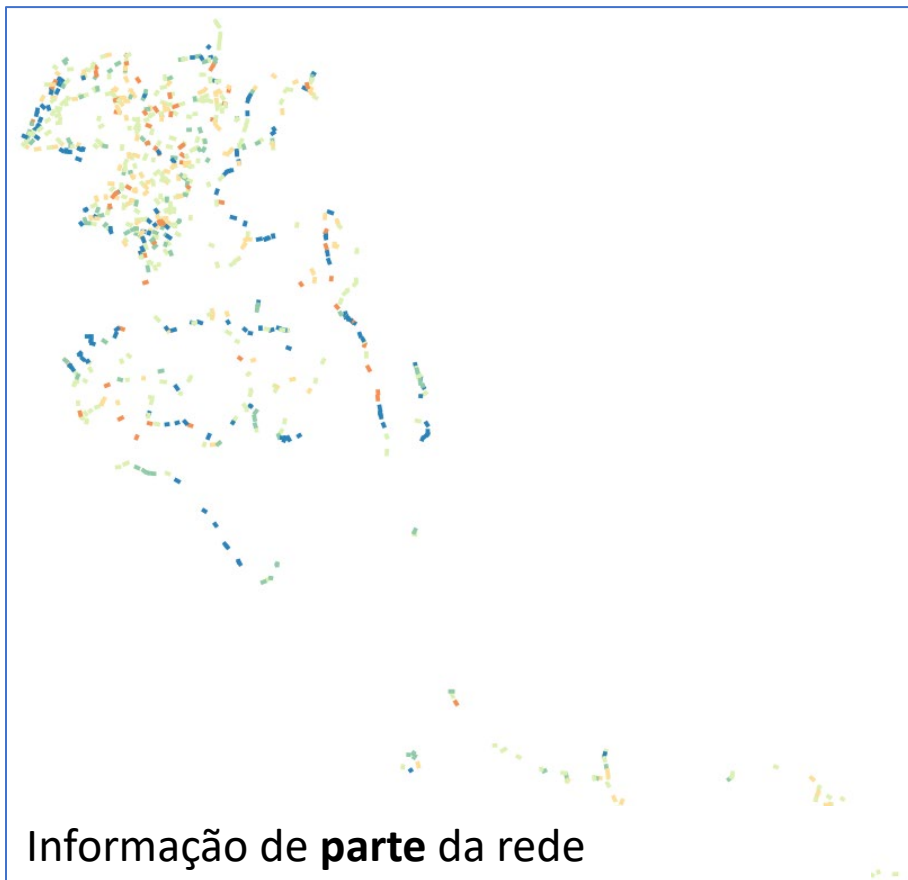
Fase 2: modelo irá prever a condição de outros coletores para os quais se sabe a condição

Resultados



59% corretos
83% com diferença < 1

Priorização de inspeções CCTV



Conclusões



Notas finais

- A IA marcará os próximos anos no sector
- Modelos de *Machine Learning* permitem a tomada de melhores decisões
- É importante que as entidades gestoras percebam as vantagens e as limitações das várias tecnologias disponíveis
- Necessidade de investimento em I&D



Obrigado.

Para mais informações: www.ags.pt



ALCANENA 31 MAI
GREEN WEEK 5 JUN