



# Uma abordagem de manutenção preditiva baseada na segmentação de séries temporais

**Daniel Coelho**

**Orientador: Prof. José Santos**

**Coorientador: Prof. Eugénio Rocha**

**Coorientador (Empresa): Eng. Duarte Almeida**

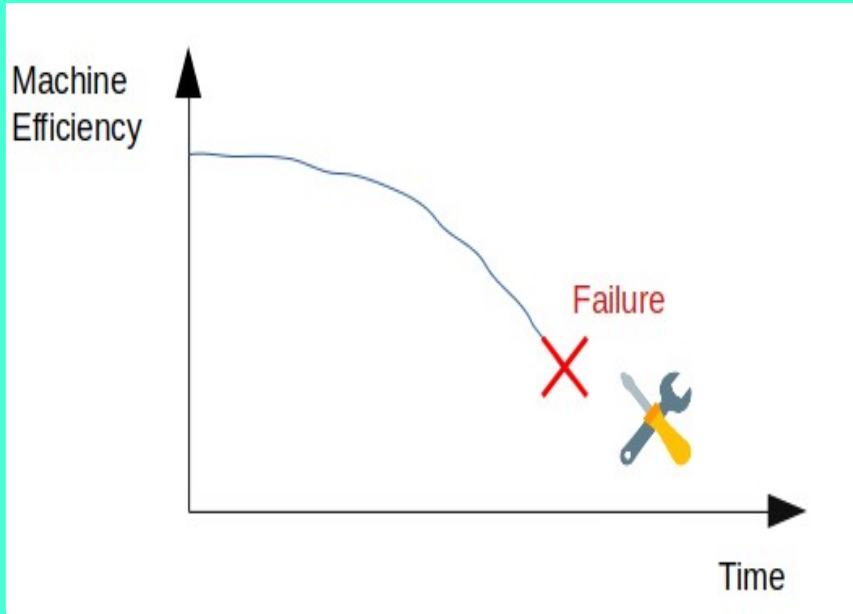


universidade  
de aveiro

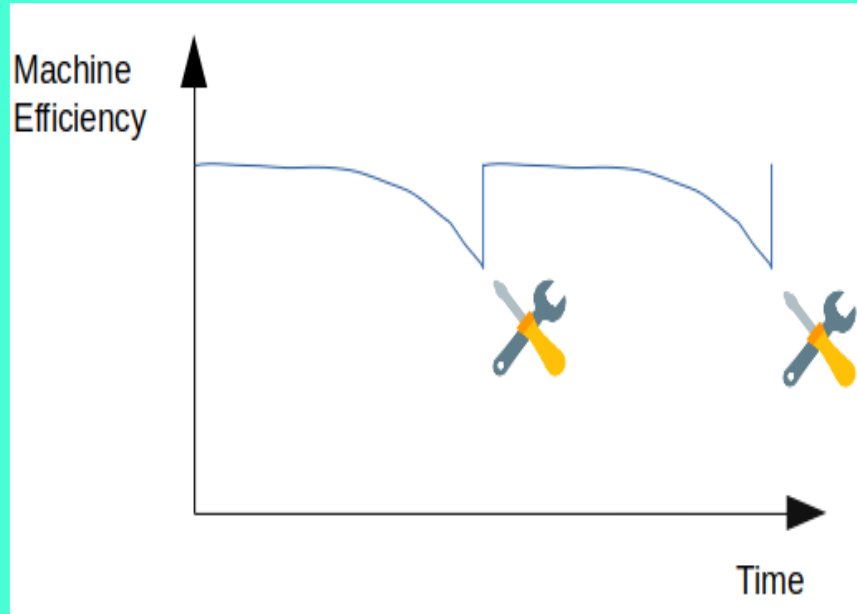


**BOSCH**

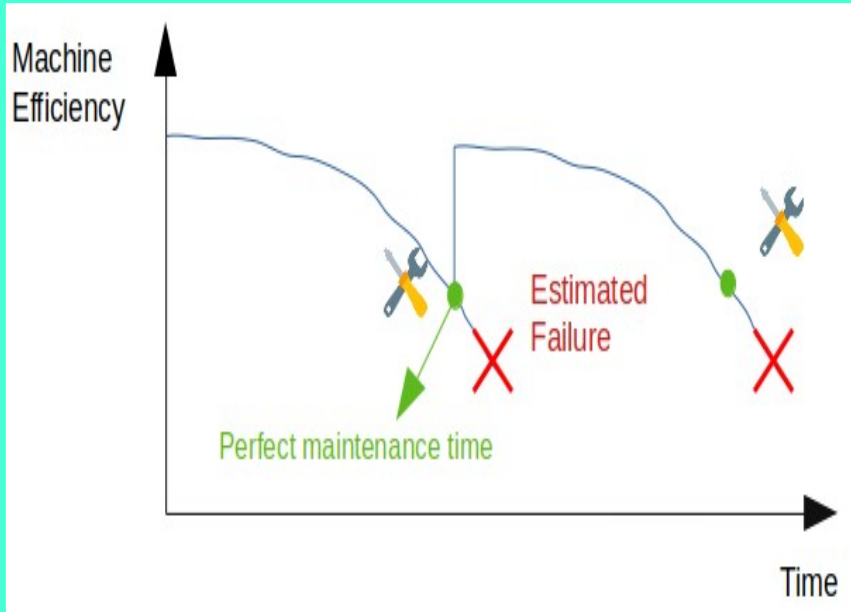
Invented for life



# MANUTENÇÃO CORRETIVA



# MANUTENÇÃO PREVENTIVA



# MANUTENÇÃO PREDITIVA

# MANUTENÇÃO PREDITIVA



**33-60%**

Aumento do tempo de vida  
do equipamento



**10-15%**

Redução dos custos de  
manutenção



**20-50%**

Redução do tempo de  
planeamento de produção



**10-20%**

Aumento do tempo de  
funcionamento do  
equipamento

**Chris Coleman et al. 2017**

# OBJETIVOS

---



## CENTRALIZAÇÃO

Centralização dos dados de múltiplos equipamentos numa só plataforma



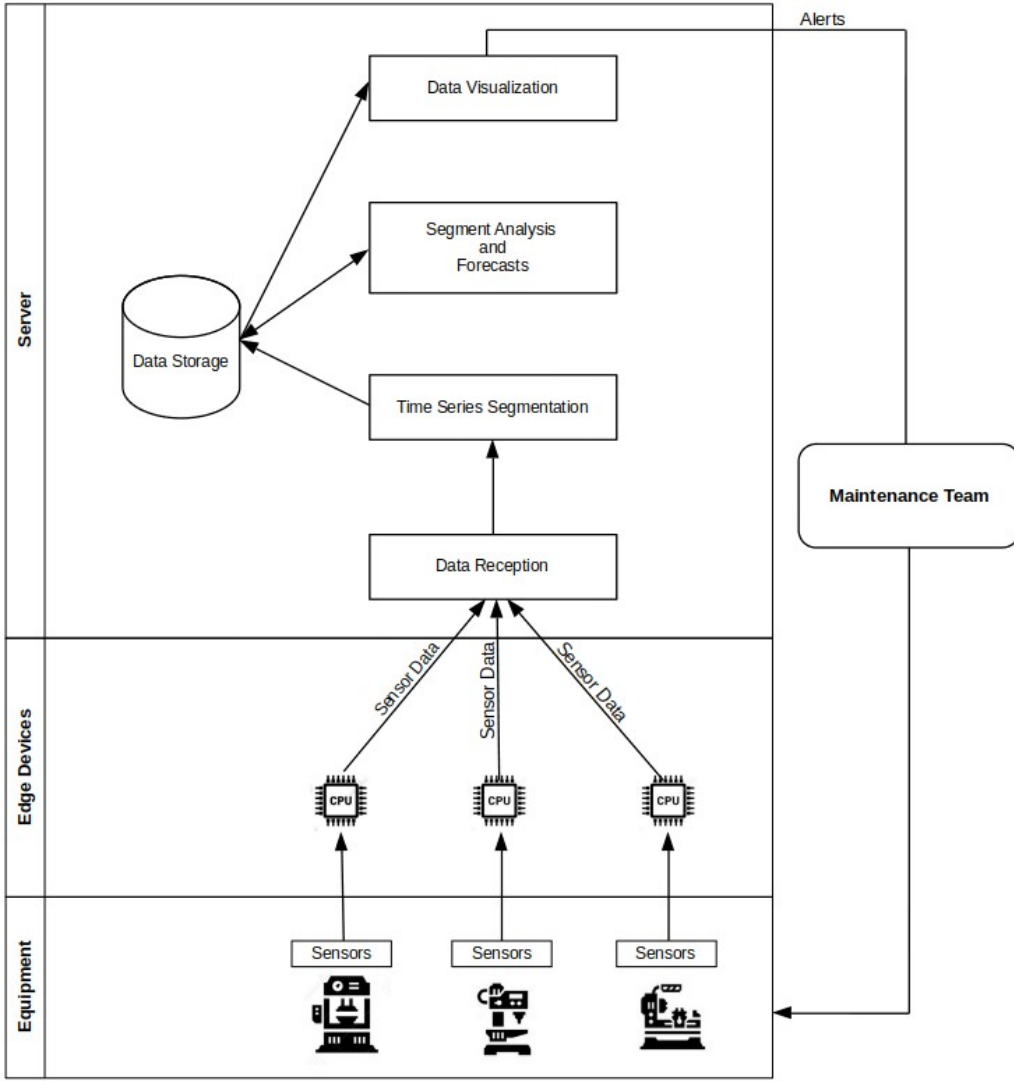
## MANUTENÇÃO PREDITIVA

Desenvolvimento de um sistema de manutenção preditiva para a prensa Haulick & Roos

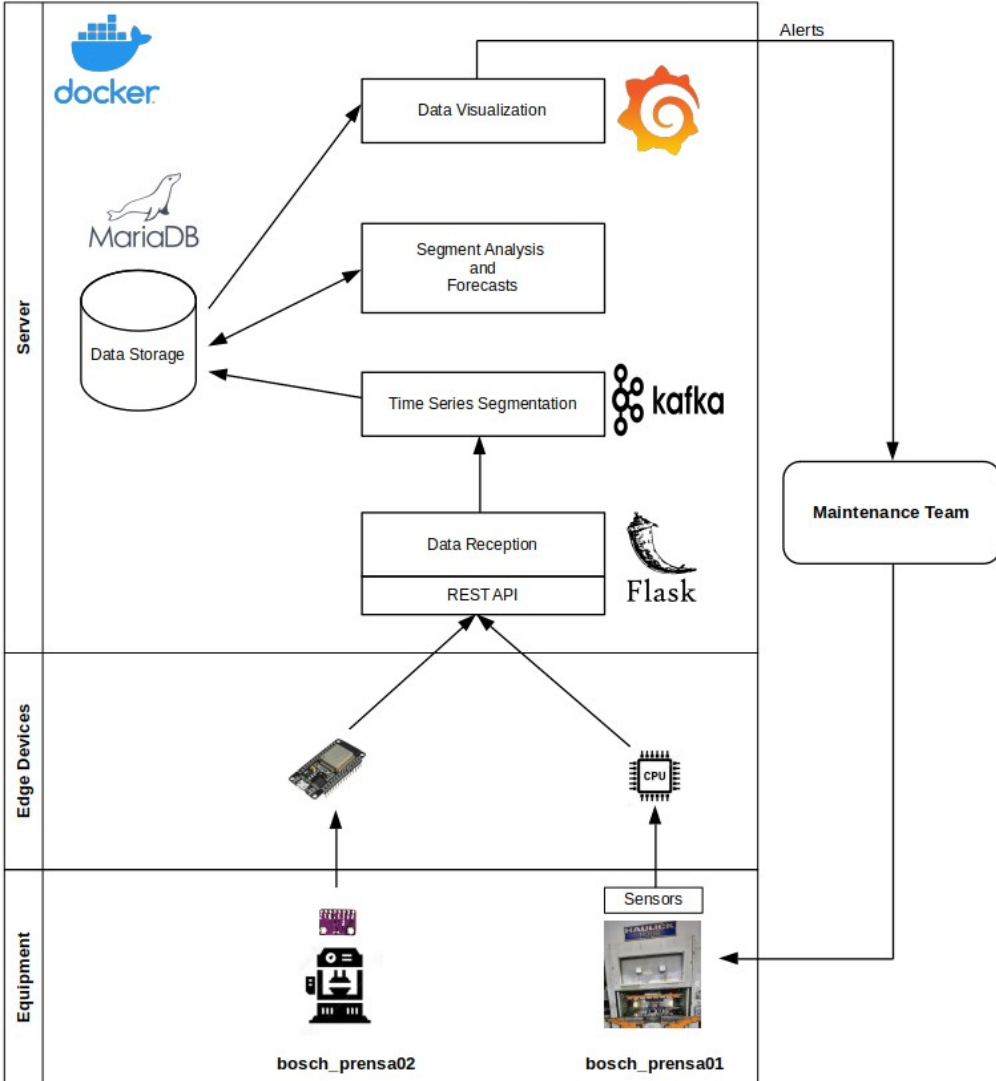


## PLATAFORMA DE VISUALIZAÇÃO

Desenvolvimento de uma plataforma de visualização



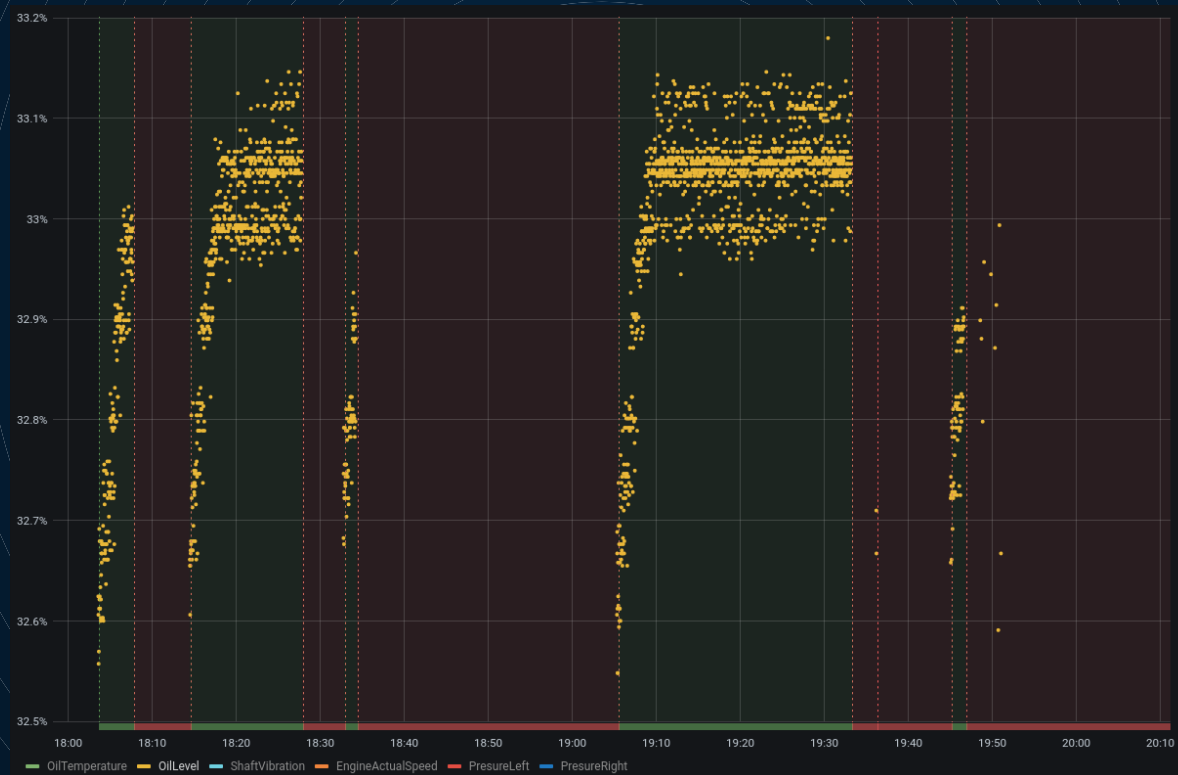
# SOLUÇÃO PROPOSTA



# SOLUÇÃO IMPLEMENTADA

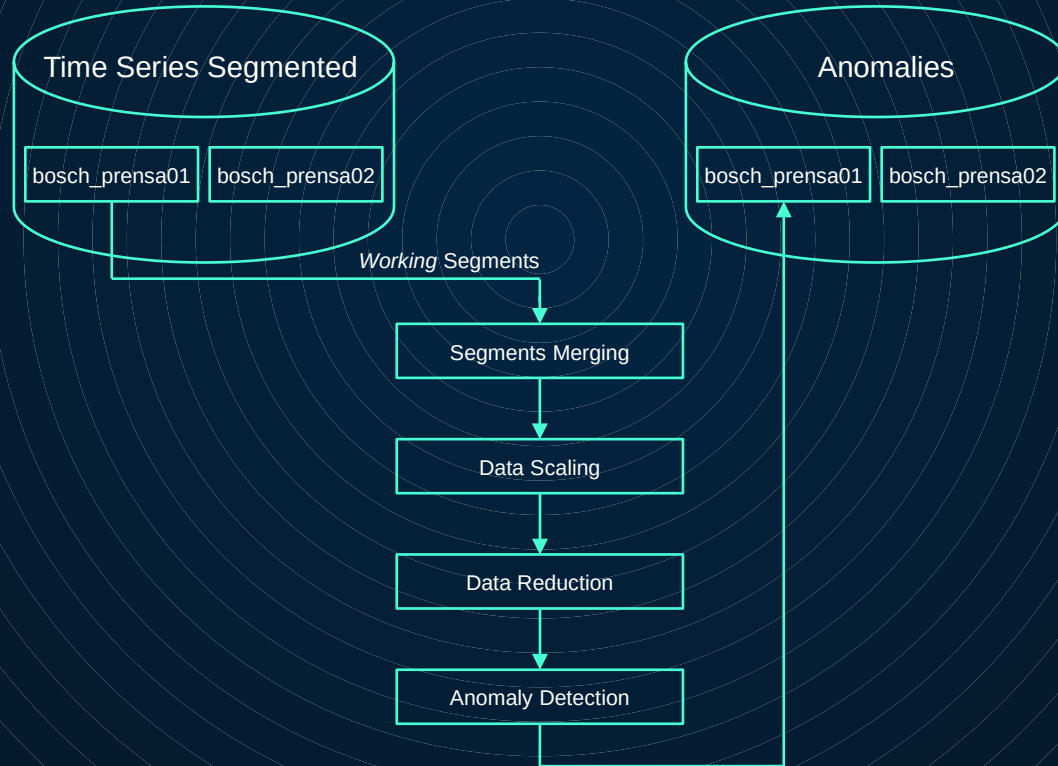


# SEGMENTAÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS

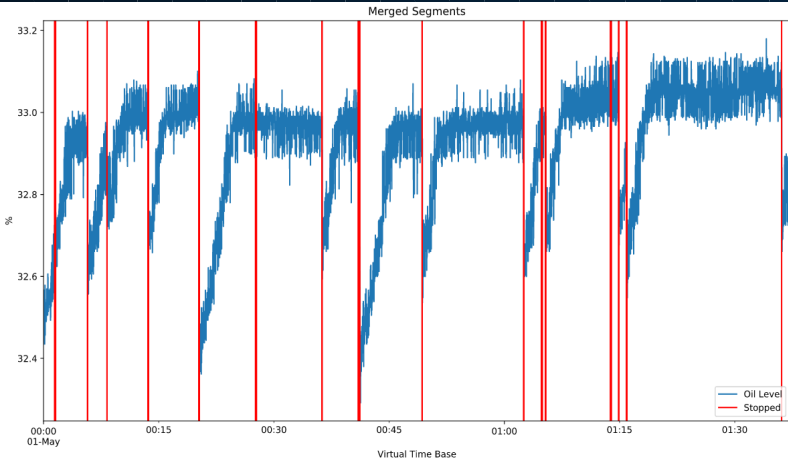
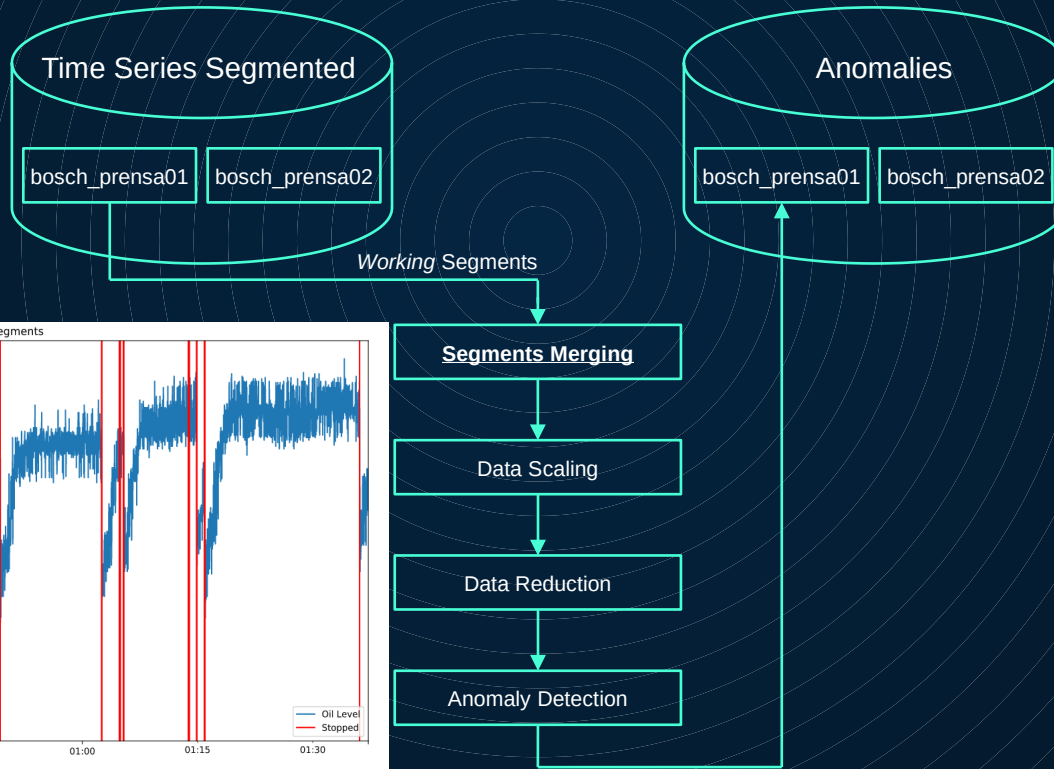


# ANÁLISE DOS SEGMENTOS

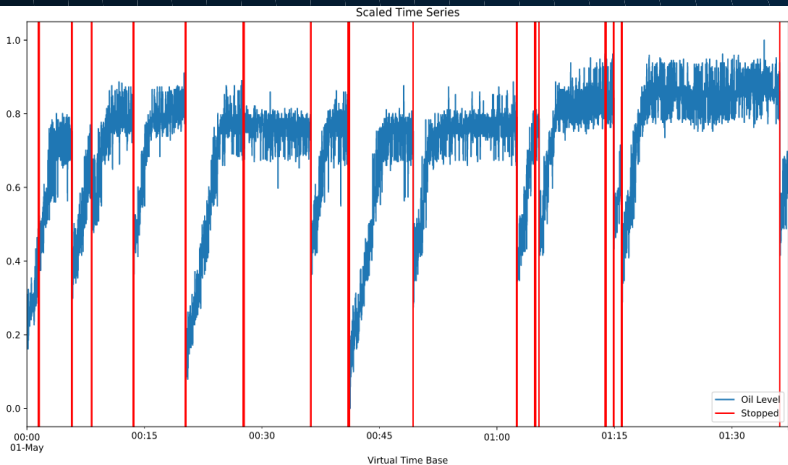
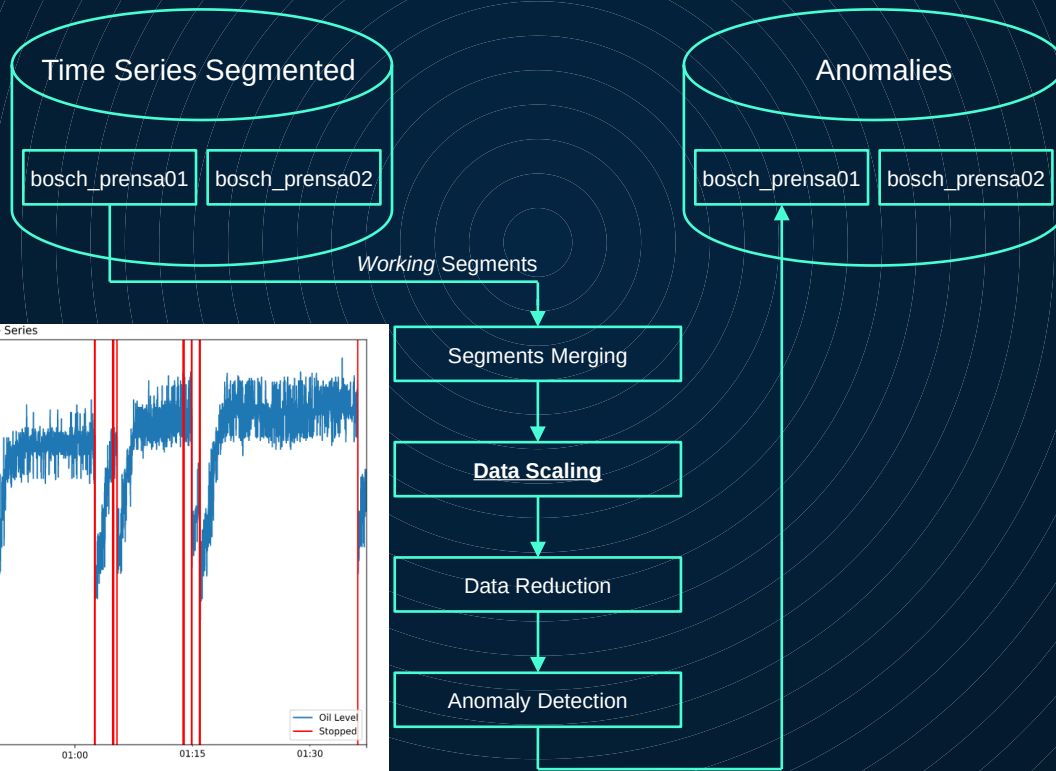
---



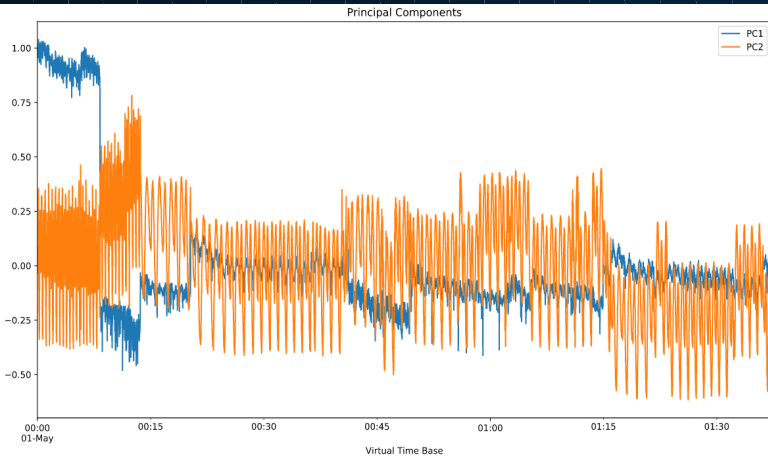
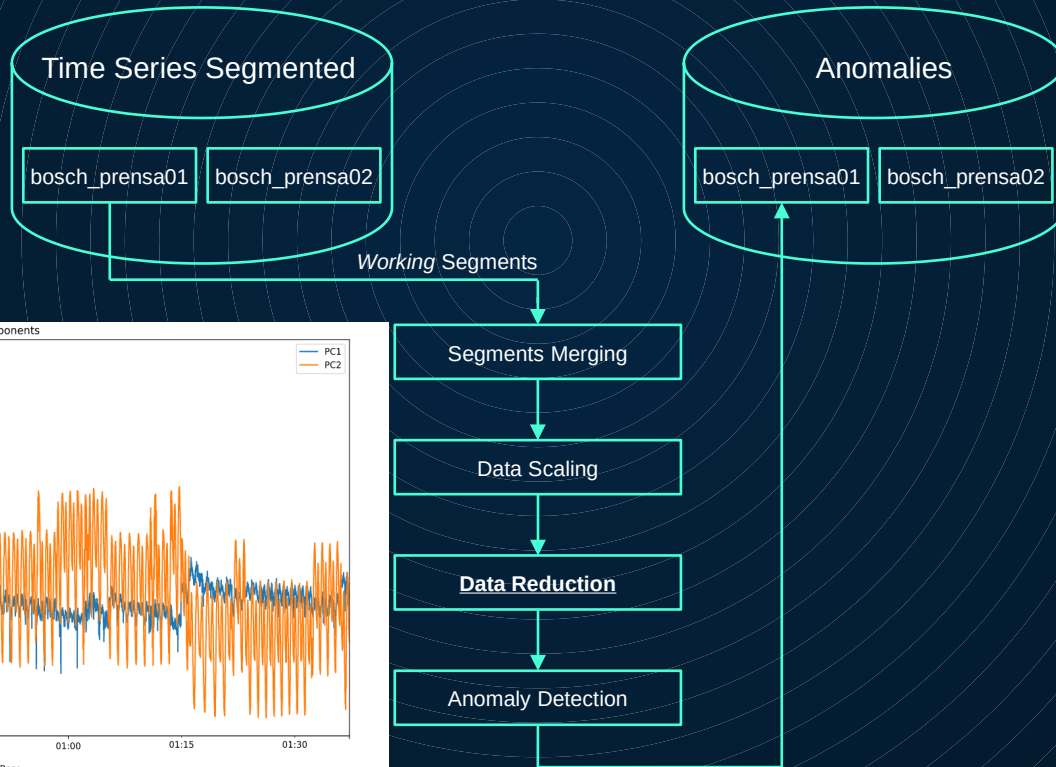
# ANÁLISE DOS SEGMENTOS



# ANÁLISE DOS SEGMENTOS



# ANÁLISE DOS SEGMENTOS

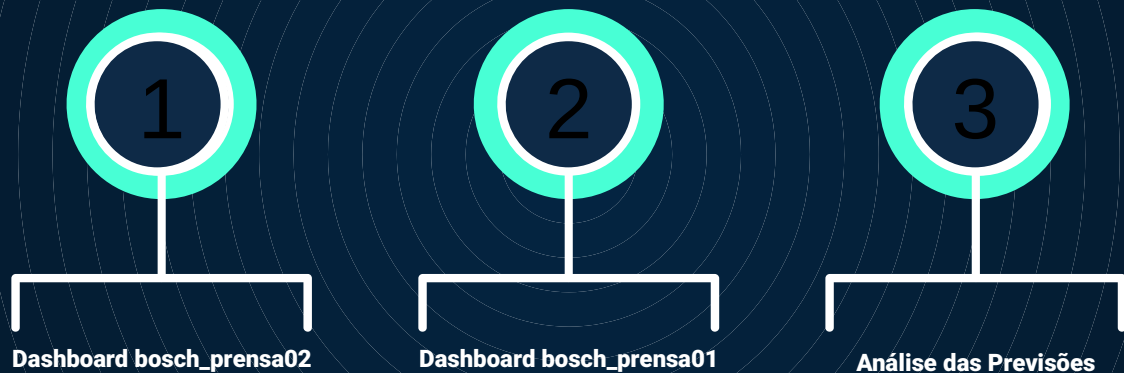


# ANÁLISE DOS SEGMENTOS



# RESULTADOS OBTIDOS

---





Location bosch\_prensa02 ▾

Time Series Segmentation



Current Prediction



Forecast History

No data

Number of Equipments

2

Working

1

Stopped

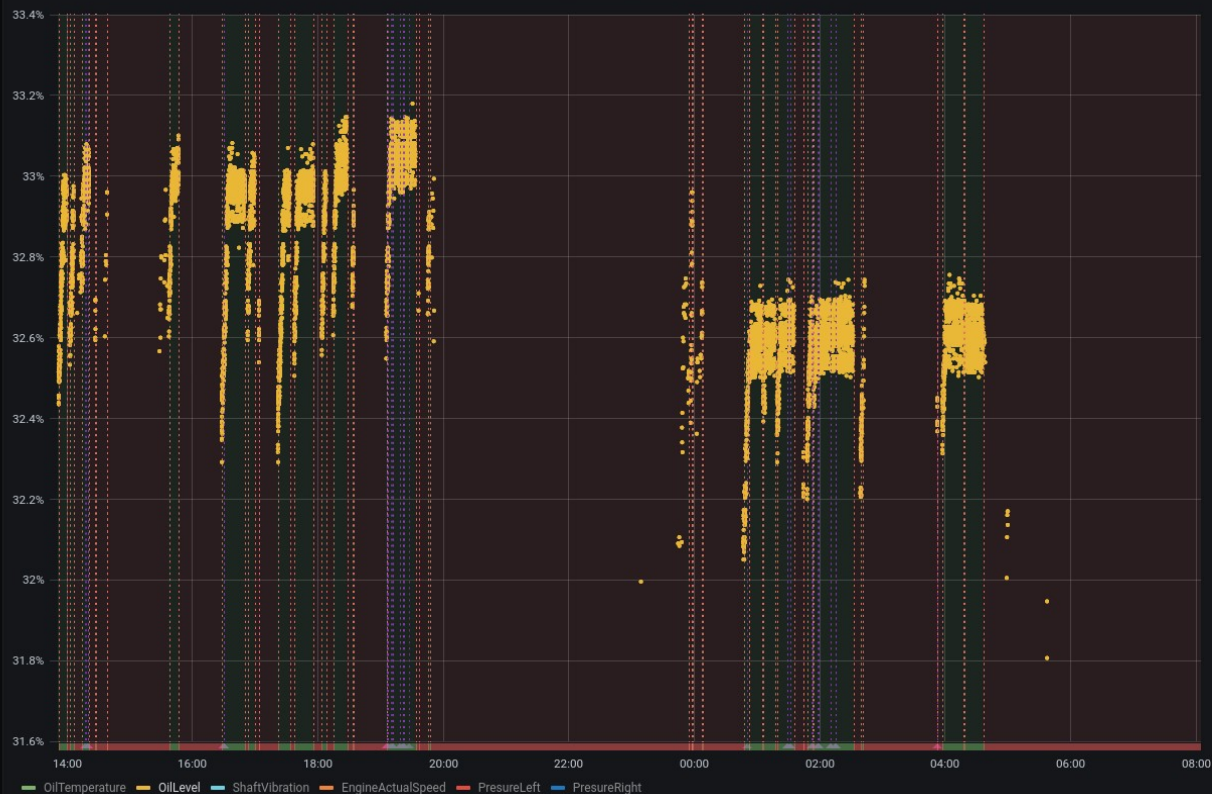
1





Location bosch\_prensa01 ▾

Time Series Segmentation



Current Prediction

# Safe

Forecast History

Time	Prediction
2021-05-25 17:47:17	Safe
2021-05-25 17:57:32	Safe
2021-05-25 18:07:46	Safe
2021-05-25 18:18:01	Safe
2021-05-25 18:28:16	Safe
2021-05-25 18:38:32	Safe
2021-05-25 18:48:48	Safe
2021-05-25 18:59:05	Safe
2021-05-25 19:09:20	WARNING
2021-05-25 19:19:36	WARNING
2021-05-25 19:29:51	WARNING
2021-05-25 19:40:07	Safe
2021-05-25 19:50:22	Safe
2021-05-25 20:00:38	Safe

Number of Equipments

2

Working

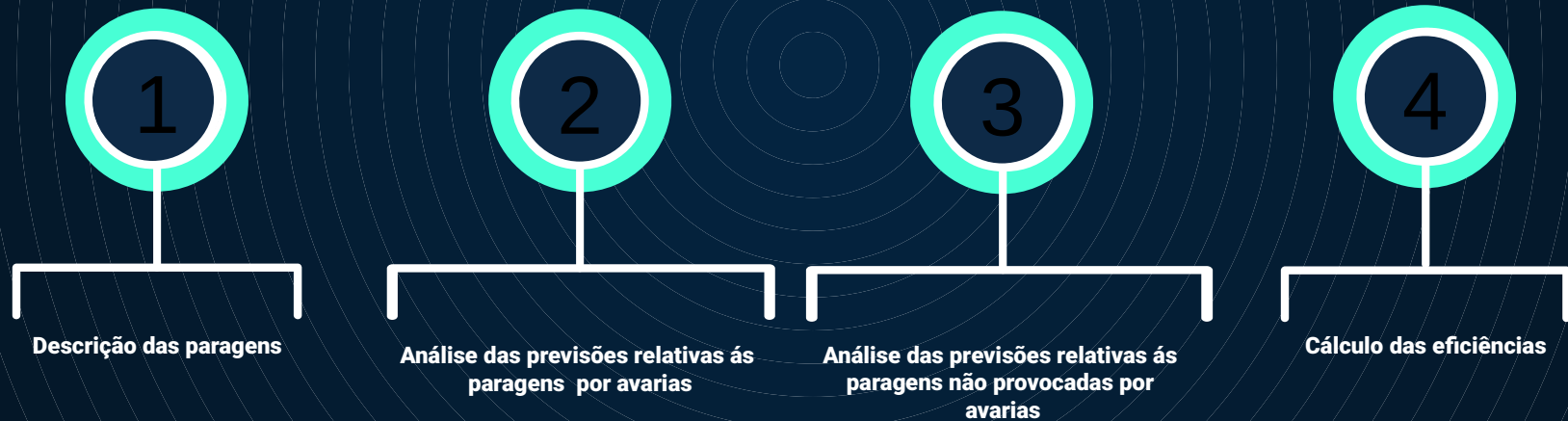
1

Stopped

1

# ANÁLISE DAS PREVISÕES

---



Index	Description	Begin	End	Duration	Failure
0	Container Exchange	25/05/2021 13:59:32	25/05/2021 14:02:54	00:03:22	No
<u>1</u>	<b>Ingrown Sheet</b>	<b>25/05/2021 14:25:56</b>	<b>25/05/2021 15:36:05</b>	<b>01:10:09</b>	<b>Yes</b>
2	Interval	25/05/2021 15:46:43	25/05/2021 16:28:24	00:41:41	No
3	Container Exchange	25/05/2021 16:59:15	25/05/2021 17:21:26	00:22:41	No
4	Container Exchange	25/05/2021 17:32:52	25/05/2021 17:37:57	00:05:05	No
5	Container Exchange	25/05/2021 17:55:49	25/05/2021 18:04:08	00:08:19	No
6	Interval	25/05/2021 18:07:38	25/05/2021 18:15:04	00:07:26	No
7	Container Exchange	25/05/2021 18:27:46	25/05/2021 19:05:53	00:38:07	No
<u>8</u>	<b>Mechanical Breakdown</b>	<b>25/05/2021 19:33:11</b>	<b>26/05/2021 00:48:08</b>	<b>05:14:57</b>	<b>Yes</b>
9	Interval	26/05/2021 01:35:17	26/05/2021 01:47:56	00:12:39	No
10	Container Exchange	25/05/2021 02:30:17	26/05/2021 02:39:18	00:09:01	No
11	Die Exchange	25/05/2021 02:42:34	26/05/2021 03:57:40	01:15:06	No

# DESCRIÇÃO DAS PARAGENS

# PARAGENS PROVOCADAS POR AVARIA

---

Index	Failure detected?	Failure detection time	Nº of Anomalies detected
<u>1</u>	Yes	00:04:23	5
<u>8</u>	Yes	00:23:51	17

# PARAGENS NÃO PROVOCADAS POR AVARIA

---

Index	Failure detected?	Failure detection time	Nº of Anomalies detected
0	No	-	-
2	No	-	-
3	Yes	00:23:37	4
4	No	-	-
5	No	-	-
6	No	-	-
7	No	-	-
9	No	-	-
10	Yes	00:29:35	10
11	No	-	-

# EFICIÊNCIAS

---

Predicted \ Actual	Positive (1)	Negative (0)
Positive (1)	2	2
Negative (0)	0	29

# EFICIÊNCIAS

---

Predicted \ Actual	Positive (1)	Negative (0)
Positive (1)	2	2
Negative (0)	0	29

Accuracy	Precision	Recall	$F_{\beta}$ - score
0.9394	0.5	1.0	0.9091

# TEMPO DE PRODUÇÃO “GANHO”

---

**04:55:06**



# CONCLUSÃO

---

- Com base nos resultados obtidos é possível afirmar que a abordagem proposta constituí uma solução viável no que diz respeito a sistemas de manutenção preditiva;
- O trabalho desenvolvido proporcionou a escrita de um artigo intitulado de “Predictive maintenance on sensorized stamping presses by time series segmentation, anomaly detection, and classification algorithms”;
- No futuro, seria útil o desenvolvimento de um algoritmo de otimização de forma a selecionar a melhor combinação dos hiperparâmetros, bem como, evoluir a segmentação efetuada para duas fases.