

TRILHOS: EFICIÊNCIA E NOVOS RUMOS

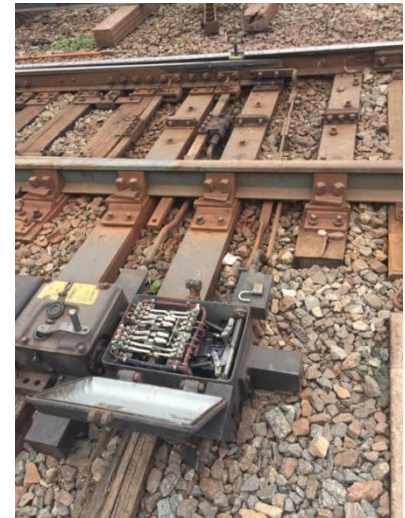


DIAGNÓSTICO AUTÔNOMO DE FALHAS EM MÁQUINAS DE CHAVE ATRAVÉS DE MACHINE LEARNING

Gustavo Presto de Oliveira
MRS Logística S.A.
Juiz de Fora - MG

Contextualização

- Maquinas de chave
 - Equipamentos responsáveis pela movimentação dos aparelhos de mudança de via
 - 456 máquinas de chave elétricas sensorizadas
 - 5 modelos
- Monitoramento manual
 - 3243 alarmes mensais monitorados manualmente
 - 34 solicitações de serviço de manutenção mensais
- Algoritmo de monitoramento autônomo
 - Python (Free)
 - Machine learning para identificação de padrões de tendências de falhas
 - Padrões de corrente elétrica



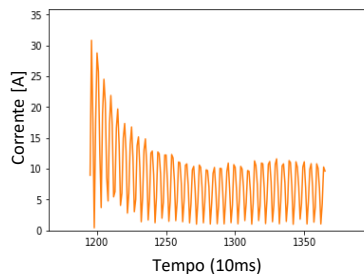
Máquina de chave

Contextualização

Monitoramento Manual



Máquina de chave



Dados da movimentação da MCH



Banco de dados



Alarmes recebidos pelo operador

3243 alarmes/mês



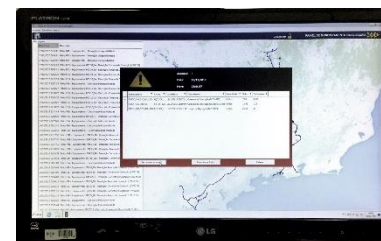
Dados analisados pelo operador

```
11983 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.120,-0.10
11984 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.130,-0.03
11985 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.140,-0.03
11986 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.150,-0.04
11987 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.160,-0.05
11988 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.170,-0.05
11989 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.180,-0.01
11990 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.190,-0.04
11991 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.200,-0.07
11992 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.210,-0.07
11993 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.220,-0.07
11994 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.230,-0.06
11995 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.240,-0.06
11996 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.250,-0.08
11997 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.260,-0.06
11998 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.270,-0.10
11999 SNLZ_MCHS_FMO_272_1A_CORRENTE,23/06/2017 14:22:32.280,-0.07
62312488_MARIO_CASTILHO_LOC_272
```

Arquivo csv. com as leituras da corrente do motor durante operação da máquina de chave.

Parâmetros utilizados para geração dos alarmes:

- Corrente de operação
- Tempo sem operação
- Tempo de operação



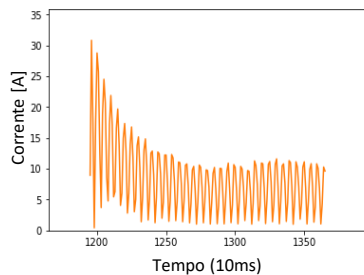
Alarmes de máquinas de chave

Contextualização

Monitoramento Manual



Máquina de chave



Dados da movimentação da MCH



Banco de dados

3243 alarmes/mês



Alarmes recebidos pelo operador

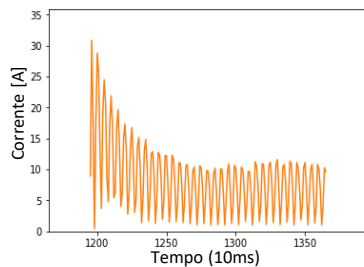


Dados analisados pelo operador

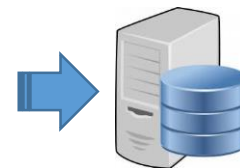
Monitoramento Autônomo



Máquina de chave

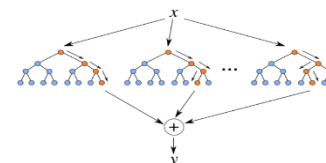


Dados da movimentação da MCH



Banco de dados

Random forest



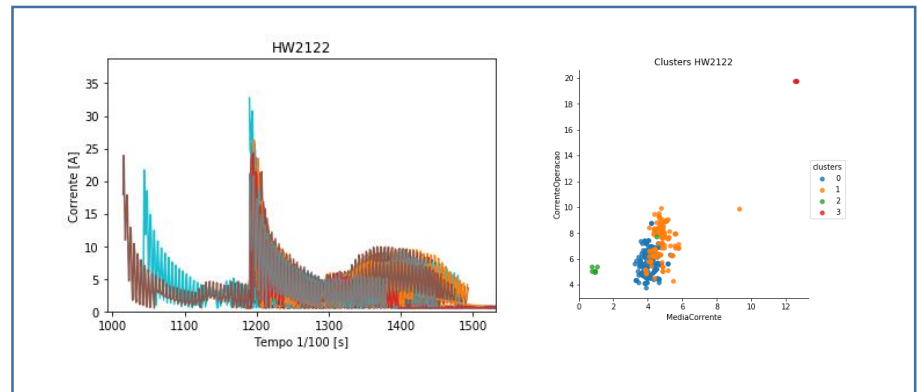
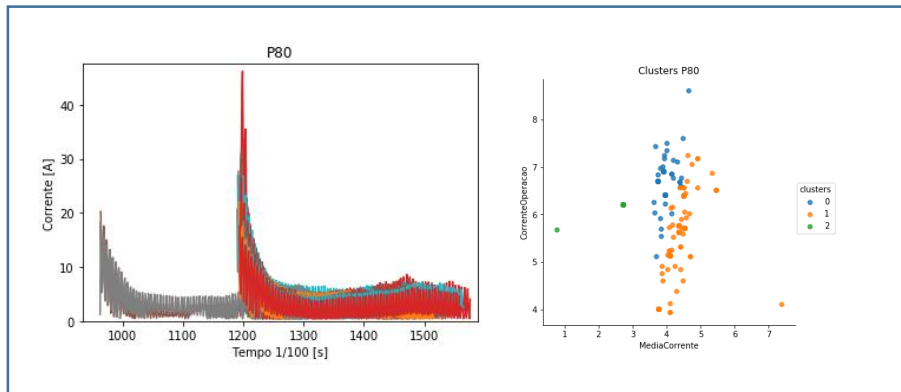
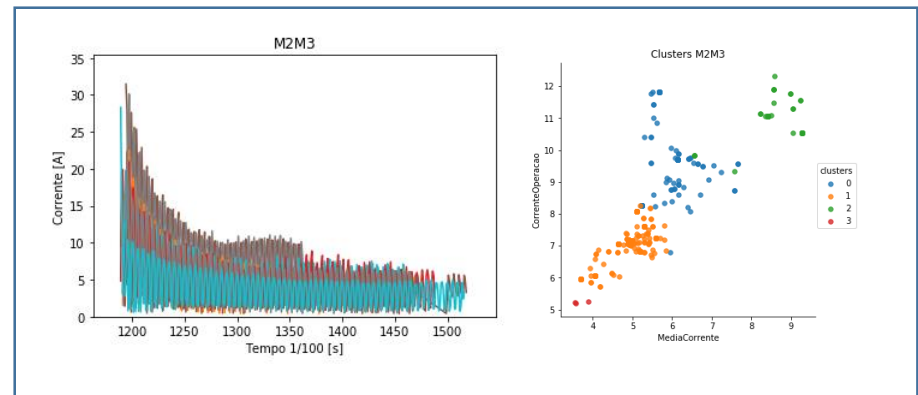
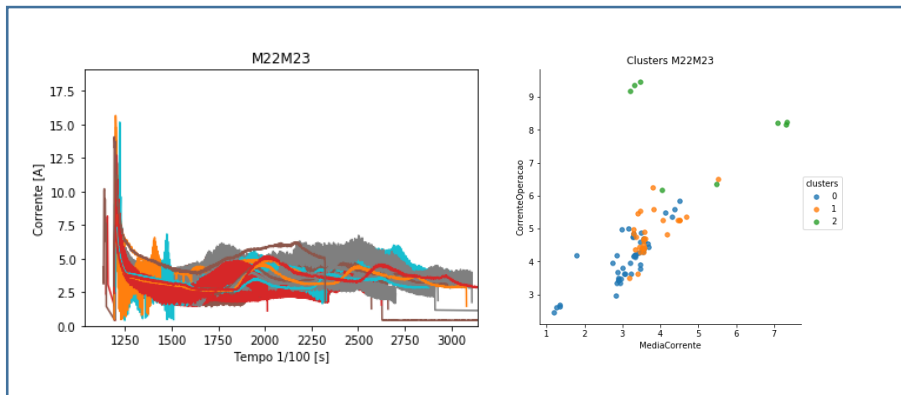
Análise autônoma dos dados

34 alarmes/mês



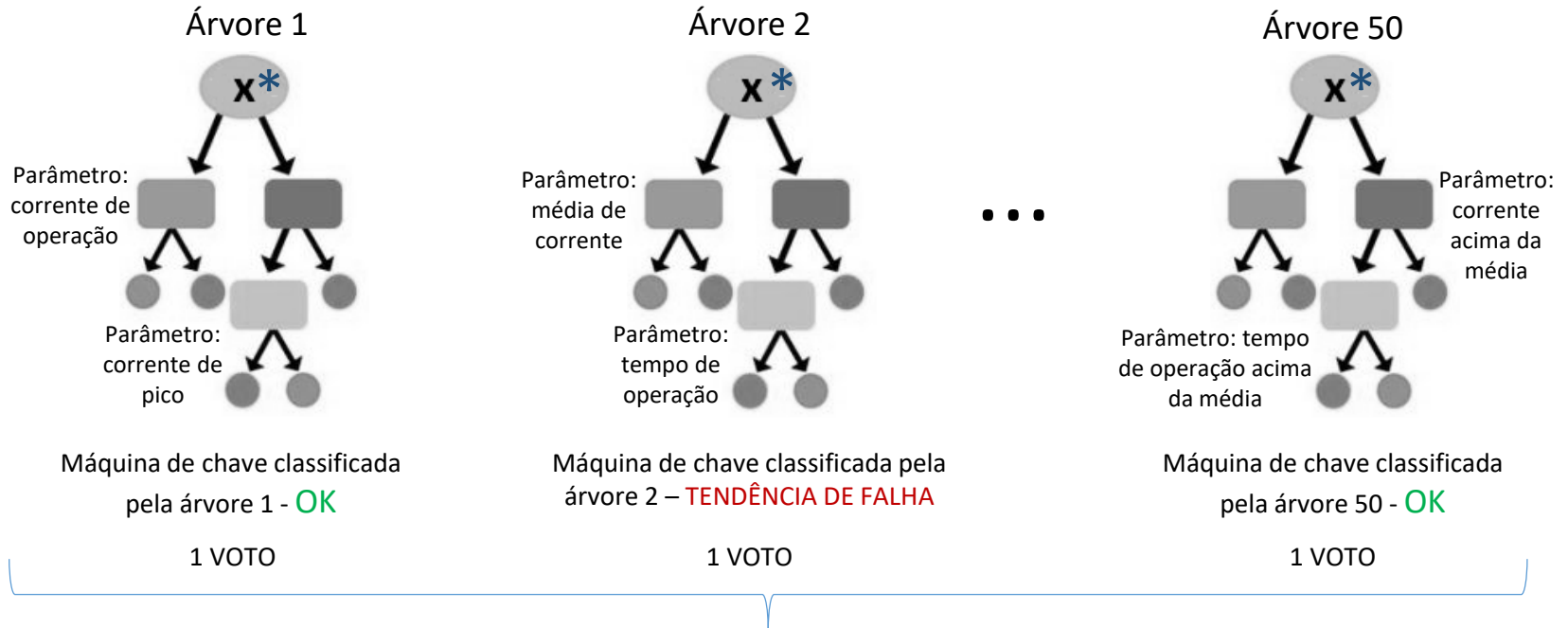
Alarmes recebidos pelo operador

Tratativa dos dados e classificação das operações para monitoramento autônomo



Gráficos sobrepostos da operação de diversas máquinas de chave e a representação dos dados em formato de clusters.

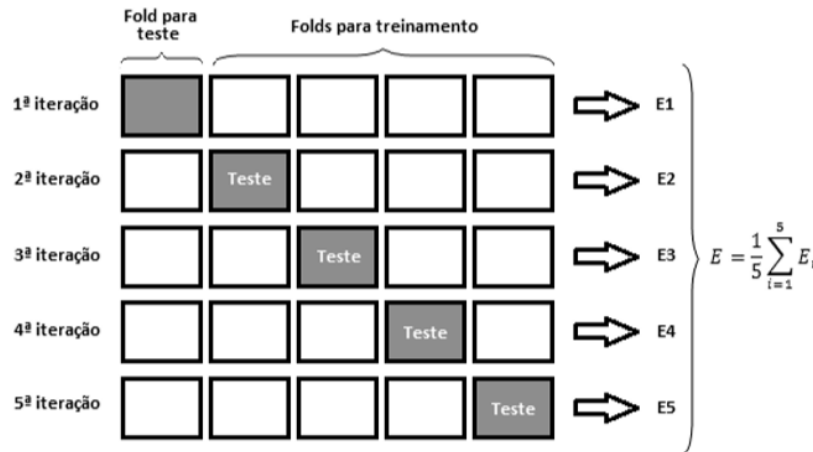
Machine learning – Random Forest



Apuração dos votos para definição da condição do equipamento e retroalimentação das bases

* X representa os parâmetros de corrente de uma operação de máquina de chave

Validação do algoritmo e refino dos parâmetros



Validação cruzada dos dados.

Acertos

100%

Eficiência

HW2122: 100%
M22M23: 74%
P80: 92%
M2M3: 98%

HW2122

CorrenteOperacao: 51.6%

CorrenteOpAcimaMedia: 14.5%

MediaCorrente: 12.6%

TempoOperacao: 10.0%

CorrenteAcimaMedia: 6.0%

TempoOpAcimaMedia: 2.8%

CorrentePico: 2.5%

P80

CorrentePico: 32.2%

MediaCorrente: 29.7%

CorrenteAcimaMedia: 15.9%

TempoOperacao: 11.3%

CorrenteOperacao: 8.9%

CorrenteOpAcimaMedia: 1.5%

TempoOpAcimaMedia: 0.3%

M22M23

CorrentePico: 31.5%

MediaCorrente: 22.0%

CorrenteOperacao: 21.3%

TempoOperacao: 16.1%

TempoOpAcimaMedia: 4.3%

CorrenteAcimaMedia: 2.7%

CorrenteOpAcimaMedia: 2.2%

M2M3

CorrentePico: 28.0%

TempoOperacao: 20.9%

CorrenteOperacao: 20.0%

MediaCorrente: 17.0%

TempoOpAcimaMedia: 11.7%

CorrenteAcimaMedia: 1.7%

CorrenteOpAcimaMedia: 0.7%

Conclusões

- Aumento da previsibilidade de falhas
- Mitigação de falha humana
- Aumento da confiabilidade dos ativos
- Automação equivalente a 120 Hh/mês

Próximos passos

- Classificar os modos de falha das máquinas de chave
- Generalizar o algoritomo para outros ativos sensorizados

Referências bibliográficas

- [1] Aguiar E. Classification of Events in Switch Machines using Bayes, Fuzzy Logic System and Neural Network. UFJF. MRS. 2014.
- [2] Baia C. Decision Tree e Random Forest. Disponível em <<http://carlosbaia.com/2016/12/24/decision-tree-e-random-forest/>> 12/16.
- [3] Breiman L. Random Forest. University of California. 2001.
- [4] Crémona C., Cury A. Pattern recognition of structural behaviors based on learning algorithms and symbolic data concepts. 2012.
- [5] Python Community
- [6] Wabco. Service Manual Electric Switch Machines

TRILHOS: EFICIÊNCIA E NOVOS RUMOS



DIAGNÓSTICO AUTÔNOMO DE FALHAS EM MÁQUINAS DE CHAVE ATRAVÉS DE MACHINE LEARNING

Gustavo Presto de Oliveira

Gustavo.presto@mrs.com.br

+55 (32) 9 8859-1382

<https://www.linkedin.com/in/gustavo-presto-de-oliveira-3b562434/>

