

# Resultados Compilados dos Experimentos

Kevin de Santana Araujo

`k.santanaraujo@gmail.com`

`https://www.mercadobitcoin.com.br`

Mercado Bitcoin (MB)

Resultados Compilados  
Brasília, Março 2024

# Sumário

## Metodologia dos Experimentos

### Experimentos

Experimento 1

Experimento 2

Experimento 3

Experimento 4

Experimento 5

### Resultados

### Próximos Passos

# Metodologia dos Experimentos

## Configuração em Comum a Todos os Experimentos

- Em todos os experimentos foram colhidas as métricas: accuracy, f1, f1\_micro, f1\_macro, precision, recall;
- Em todos os experimentos foram colhidas a matriz de confusão e o tamanho das amostras utilizadas;
- Cada métrica compilada em um arquivo .csv;
- Também foram coletados histogramas da distribuição das energias das transações malignas e benignas;
- Um experimento pode conter uma ou mais técnicas.

## Experimento 1 1/2

### Configuração

- Implementação pura em Python;
- Adaptado de EnergyBasedFlowClassifier/EFC;
- Experimento com 5%, 10% e 100% do dataset rotulado;
- Diferentes *timesteps*.

## Experimento 1 2/2

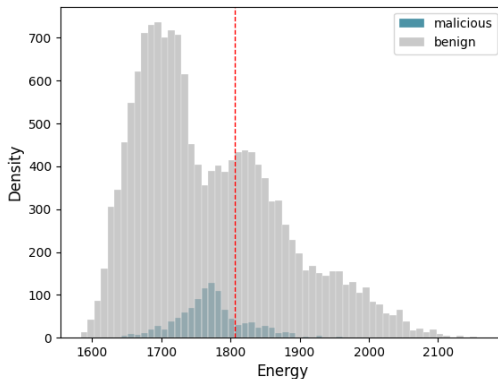


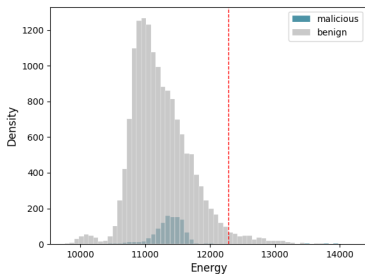
Figura: Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas

## Experimento 2 1/3

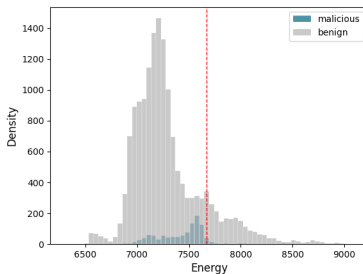
### Configuração

- Apenas dados rotulados;
- Dados rotulados e features agregadas;
- Dados rotulados retirando as features agregadas;

## Experimento 2 2/3



(a) Dados rotulados com features agregadas.



(b) Dados rotulados sem features agregadas.

**Figura:** Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas.

## Experimento 2 3/3

	Technique	accuracy	f1	f1_micro	f1_macro	precision	recall
0	All labeled samples	0.907978	0.891453	0.907978	0.487943	0.876073	0.907978
1	All labeled samples Without Aggregate Columns	0.812837	0.840390	0.812837	0.465513	0.870596	0.812837

Figura: Métricas compiladas



## Experimento 3 1/2

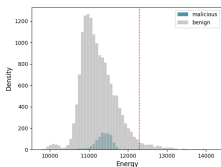
### Configuração: Técnicas para datasets desbalanceados

- Primeiramente, criamos um baseline o EFC de forma não supervisionada desbalanceado para comparação com as demais técnicas;

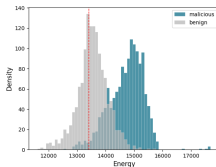
### Técnicas

- Distribuição igual das classes (licita e ilícita);
- SMOTE;
- Random oversampling;
- Random undersampling.

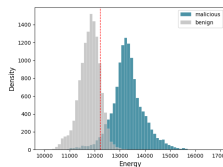
## Experimento 3 2/3



(a) Dataset desbalanceado.



(b) Dataset balanceado.



(c) SMOTE.

Figura: Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas.

## Experimento 3 3/3

	Technique	accuracy	f1	f1_micro	f1_macro	precision	recall
0	Unbalanced Dataset	0.907978	0.891453	0.907978	0.487943	0.876073	0.907978
1	Balanced Dataset (Equally Distributed Classes)	0.675468	0.644026	0.675468	0.644065	0.771573	0.675468
2	Smote	0.908575	0.908352	0.908575	0.908352	0.912600	0.908575
3	Random Oversampling	0.927594	0.906509	0.927594	0.533104	0.894525	0.927594
4	Random Undersampling	0.867546	0.890289	0.867546	0.651955	0.925580	0.867546

Figura: Métricas compiladas

## Experimento 4 1/6

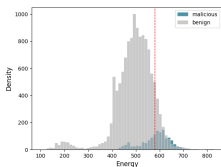
## Configuração: Feature selection

- Utilizamos o método *f\_classif* da biblioteca *scikit-learn* com *SelectKBest*;

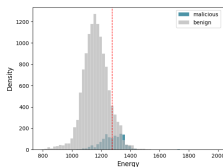
## Técnicas

- Valores crescentes de *k*, parâmetro que determina o número de features a serem utilizadas. Utilizado todas as features, incluindo as features agregadas;
- Valores crescentes de *k*, parâmetro que determina o número de features a serem utilizadas. Utilizado todas as features, excluindo as features agregadas.

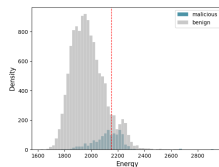
## Experimento 4 2/6



(a) Incluindo features agregadas e  $k=10$ .



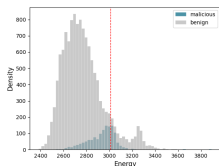
(b) Incluindo features agregadas e  $k=20$ .



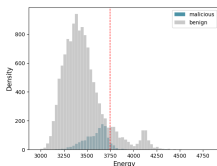
(c) Incluindo features agregadas e  $k=30$ .

**Figura:** Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas.

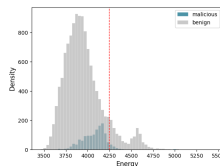
## Experimento 4 3/6



(a) Incluindo features agregadas e  $k=40$ .



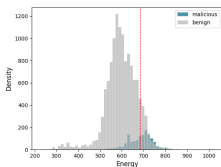
(b) Incluindo features agregadas e  $k=50$ .



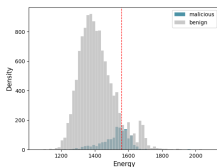
(c) Incluindo features agregadas e  $k=60$ .

**Figura:** Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas.

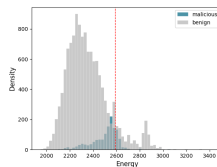
## Experimento 4 4/6



(a) Excluindo features agregadas e  $k=10$ .



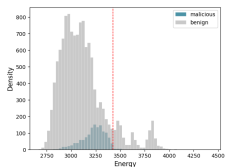
(b) Excluindo features agregadas e  $k=20$ .



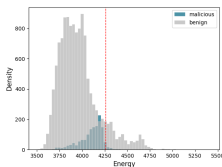
(c) Excluindo features agregadas e  $k=30$ .

**Figura:** Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas.

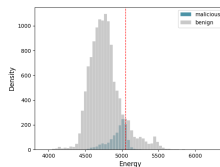
## Experimento 4 5/6



(a) Incluindo features agregadas e  $k=40$ .



(b) Incluindo features agregadas e  $k=50$ .



(c) Incluindo features agregadas e  $k=60$ .

**Figura:** Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas.



## Experimento 4 6/6

	accuracy	f1	f1_micro	f1_macro	precision	recall
0	0.864925	0.876671	0.864925	0.685565	0.893468	0.864925
1	0.846886	0.855821	0.846886	0.617228	0.866372	0.846886
2	0.829707	0.834196	0.829707	0.542463	0.838889	0.829707
3	0.810880	0.809623	0.810880	0.456244	0.808371	0.810880
4	0.811525	0.811432	0.811525	0.464670	0.811340	0.811525
5	0.821761	0.827481	0.821761	0.527015	0.833479	0.821761

Figura: Métricas compiladas

## Experimento 5 1/4

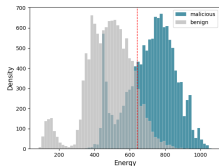
Configuração: Feature selection com técnicas para datasets não balanceados

- Utilizamos o método *f\_classif* da biblioteca *scikit-learn* com *SelectKBest*, a cada valor de *k* utilizamos a técnica SMOTE para primeiramente balancear o dataset.

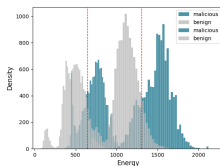
### Técnicas

- Valores crescentes de *k*, parâmetro que determina o número de features a serem utilizadas. Utilizando todas as features, incluindo as features agregadas com SMOTE.

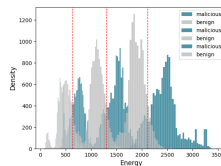
## Experimento 5 2/4



(a) SMOTE com feature selection e  $k=10$ .



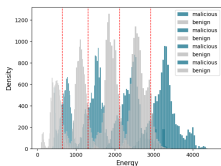
(b) SMOTE com feature selection e  $k=20$ .



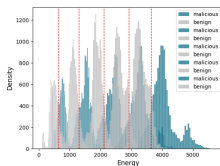
(c) SMOTE com feature selection e  $k=30$ .

**Figura:** Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas.

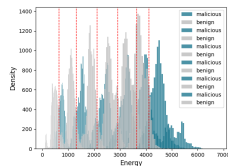
## Experimento 5 3/4



(a) SMOTE com feature selection e  $k=40$ .



(b) SMOTE com feature selection e  $k=50$ .



(c) SMOTE com feature selection e  $k=60$ .

**Figura:** Distribuição das Energias das Transações Benignas e Malignas.

## Experimento 5 4/4

	Technique	accuracy	f1	f1_micro	f1_macro	precision	recall
0	SMOTE With Feature Selection k=10	0.812351	0.811021	0.812351	0.811021	0.821398	0.812351
1	SMOTE With Feature Selection k=20	0.864787	0.864645	0.864787	0.864645	0.866318	0.864787
2	SMOTE With Feature Selection k=30	0.881168	0.881139	0.881168	0.881139	0.881533	0.881168
3	SMOTE With Feature Selection k=40	0.884737	0.884730	0.884737	0.884730	0.884832	0.884737
4	SMOTE With Feature Selection k=50	0.884539	0.884528	0.884539	0.884528	0.884684	0.884539
5	SMOTE With Feature Selection k=60	0.894733	0.894732	0.894733	0.894732	0.894737	0.894733

Figura: Métricas compiladas

## Discussões

- Os experimentos 3 - técnicas para dataset desbalanceados em especial a técnica SMOTE - e o experimento 5 - combinando feature selection com SMOTE - obtivemos resultados de  $\geq 0.8$ ;
- Foi possível padronizar os experimentos. Tornando a sua reprodução mais simples e fácil;
- Podemos concluir dos experimentos que o EFC se comporta melhor ao utilizarmos um dataset balanceado e com o número de feature reduzidas;
- As energias entre transações benignas e malignas nos mostram a dificuldade do algoritmo em separá-las devido a pequena quantidade de amostras malignas e o elevado número de features;
- Retirar as features agregadas também contribui para que as técnicas utilizadas nos experimentos se saíssem melhores.

## Próximos Passos

### Futuro

- Defesa;
- Escrita da dissertação;
- Colaborações;
- Submeter um recorte da pesquisa para algum congresso;
- O que falta para a pesquisa.

## Agradecimentos

O projeto conta com o apoio do Mercado Bitcoin.



Obrigado! Perguntas?