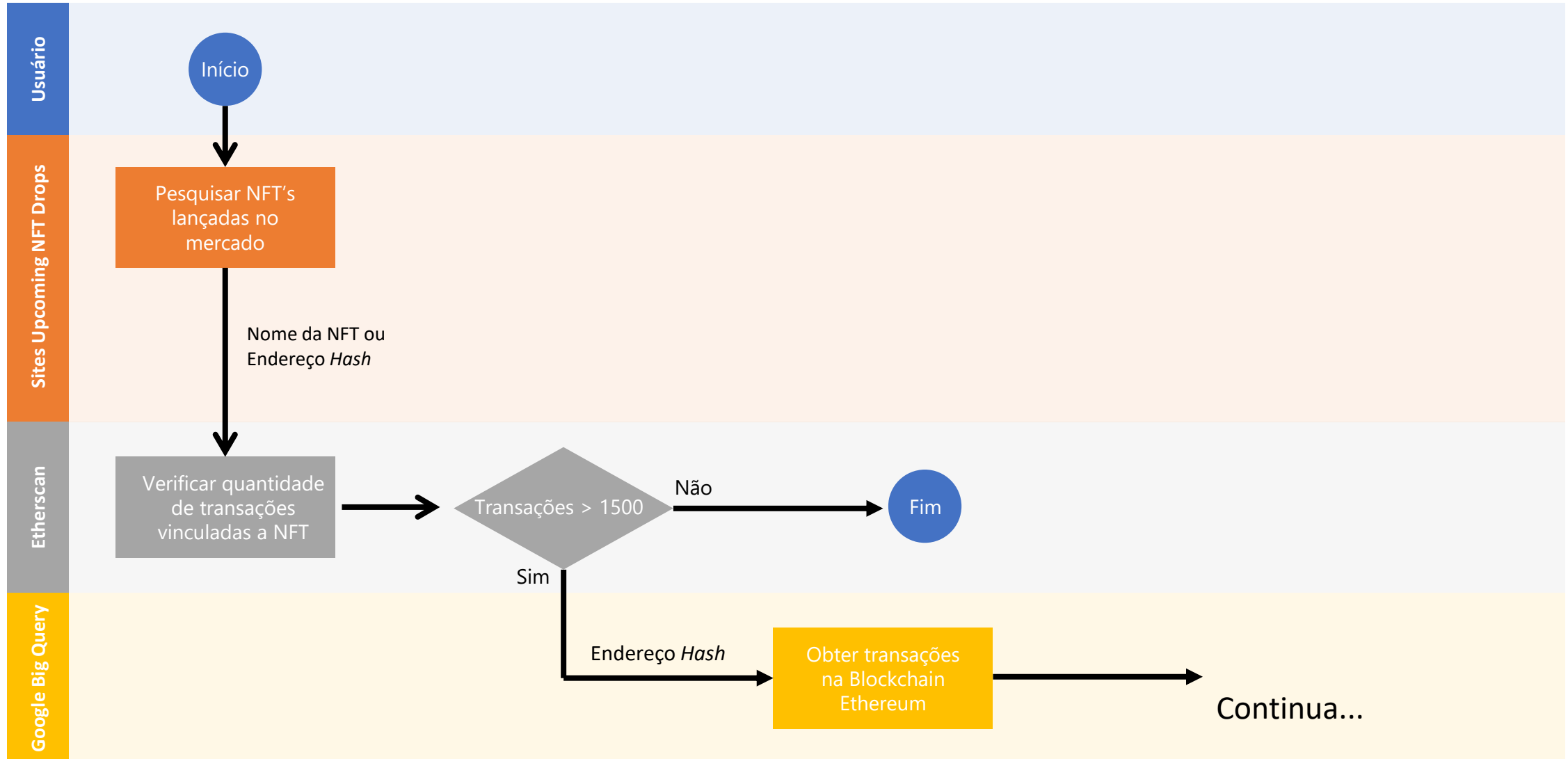
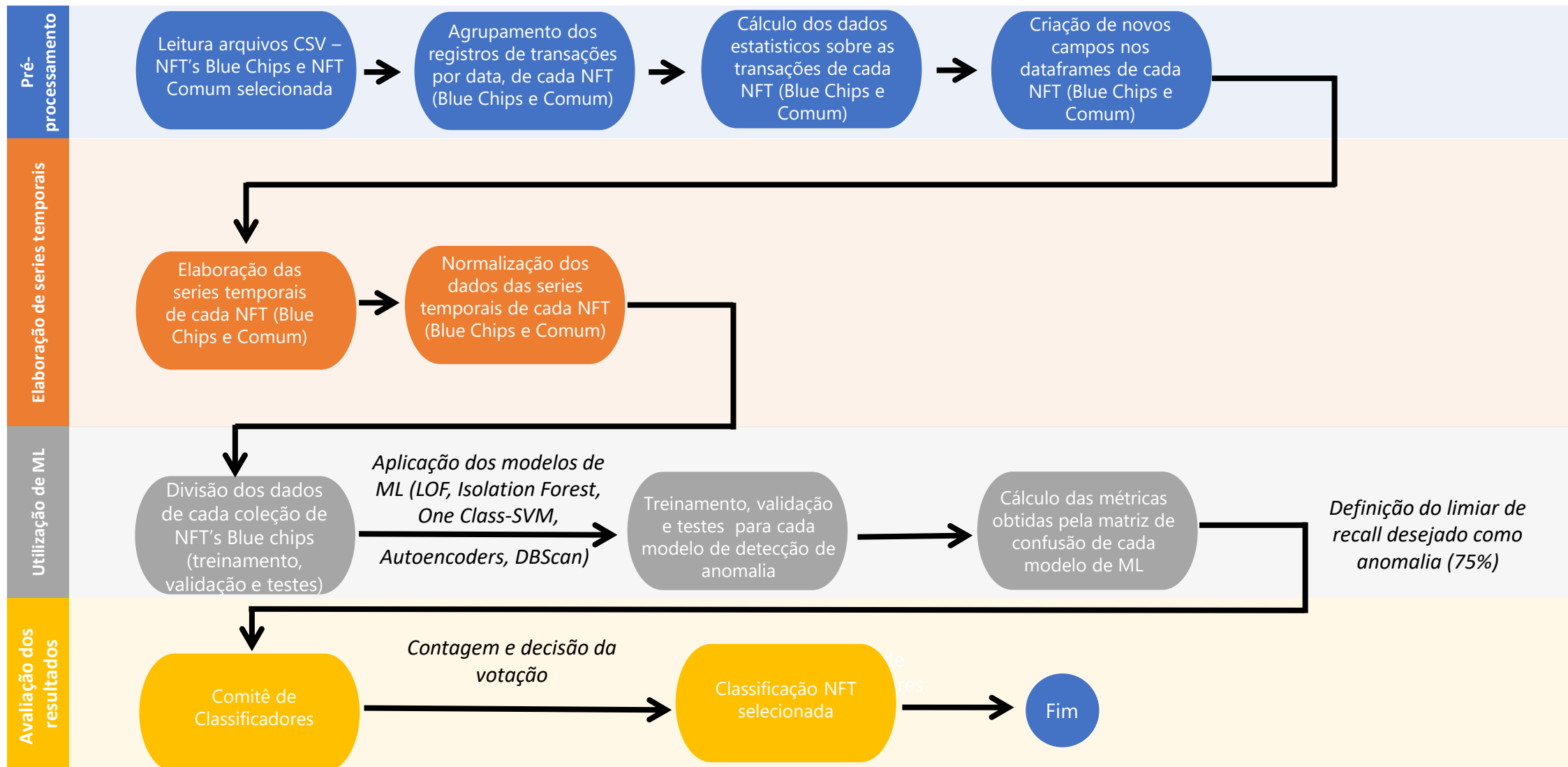


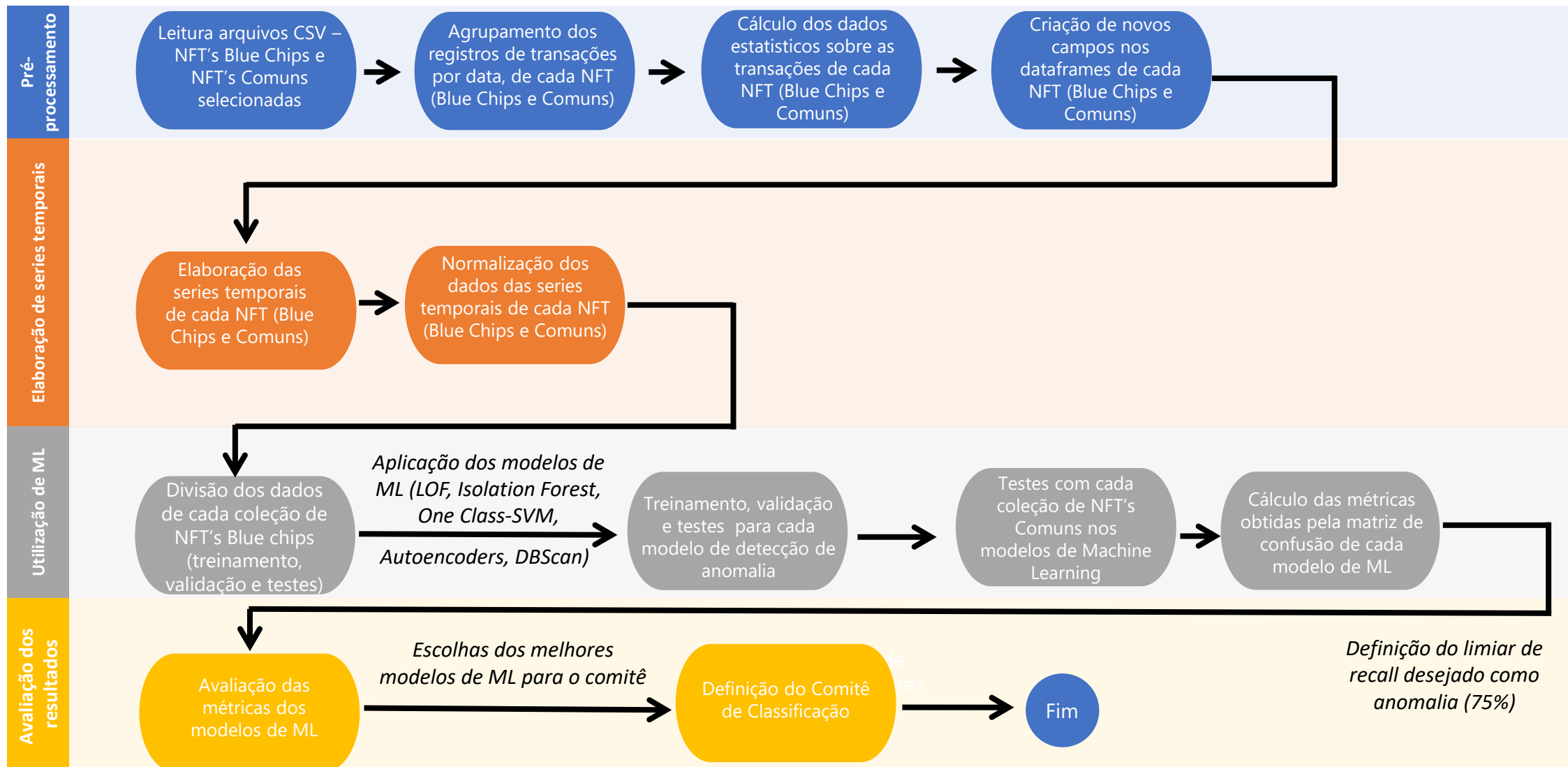
Fluxo do processo automatizado de consulta a uma NFT (1/2)



Fluxo do processo automatizado de consulta a uma NFT (2/2)



Avaliação do conjunto de transações coletadas de NFT's em Março/2023



CLASSIFICAÇÃO DO MODELO

REAL			
			acertos erros
	VP 70	FN 10	VP - Verdadeiros Positivos
	FP 30	VN 50	VN - Verdadeiros Negativos
			FP - Falsos Positivos
			FN - Falsos Negativos

Real Positivo (TP) Falso Negativo (FN)

Falso Positivo (FP) Real Negativo (TN)

A matriz de confusão é uma ferramenta fundamental na avaliação do desempenho de modelos de detecção de anomalias, bem como em muitos outros tipos de modelos de classificação. Ela ajuda a visualizar e entender o quão bem um modelo está classificando as diferentes classes, no caso de detecção de anomalias, as classes “Anômalo” e “Normal”.

Verdadeiros Positivos (TP ou VP): São os casos em que o modelo classificou corretamente uma instância como sendo anômala quando ela realmente é anômala.

Verdadeiros Negativos (TN ou VN): São os casos em que o modelo classificou corretamente uma instância como sendo normal quando ela realmente é normal.

Falsos Positivos (FP): São os casos em que o modelo classificou erroneamente uma instância como sendo anômala, quando na verdade ela é normal. Também são conhecidos como "falsos alarmes".

Falsos Negativos (FN): São os casos em que o modelo classificou erroneamente uma instância como sendo normal, quando na verdade ela é anômala. Isso pode ser perigoso, pois significa que o modelo deixou de detectar uma anomalia real.

Métricas utilizadas nos modelos

Com base nos valores de TP, TN, FP e FN, é possível calcular várias métricas de avaliação para os modelos de detecção de anomalias que ajudam a entender o desempenho de cada um, tais como:

- ✓ **Acurácia:** A acurácia mede a capacidade geral do modelo de fazer previsões corretas.
- ✓ **Precisão:** A precisão mede a proporção de **verdadeiros positivos (amostras classificadas corretamente como anomalias)** em relação ao total de exemplos classificados como anomalias $\Rightarrow TP / (TP + FP)$. Quando a **precisão é de 1.0**, significa que **todas as amostras classificadas como anomalias pelo modelo foram corretas**. Em síntese, mede a capacidade do modelo de evitar classificar incorretamente exemplos negativos como positivos.
- ✓ **Recall (Sensibilidade ou Taxa de Verdadeiros Positivos):** O recall mede a **proporção de verdadeiros positivos em relação ao total de amostras que realmente são anomalias** $\Rightarrow TP / (TP + FN)$ ou seja, mede a capacidade do modelo de identificar corretamente todas as instâncias positivas.
- ✓ **F1-score:** O F1-score é a **média harmônica entre a precisão e o recall**. Ele fornece uma medida única que equilibra a precisão e o *recall*. Muito útil quando deseja-se **considerar tanto a qualidade das detecções de anomalias (precisão) quanto a capacidade do modelo de encontrar a maioria das anomalias no conjunto de dados (recall)** $\Rightarrow 2 * (Precisão * Recall) / Precisão + Recall$

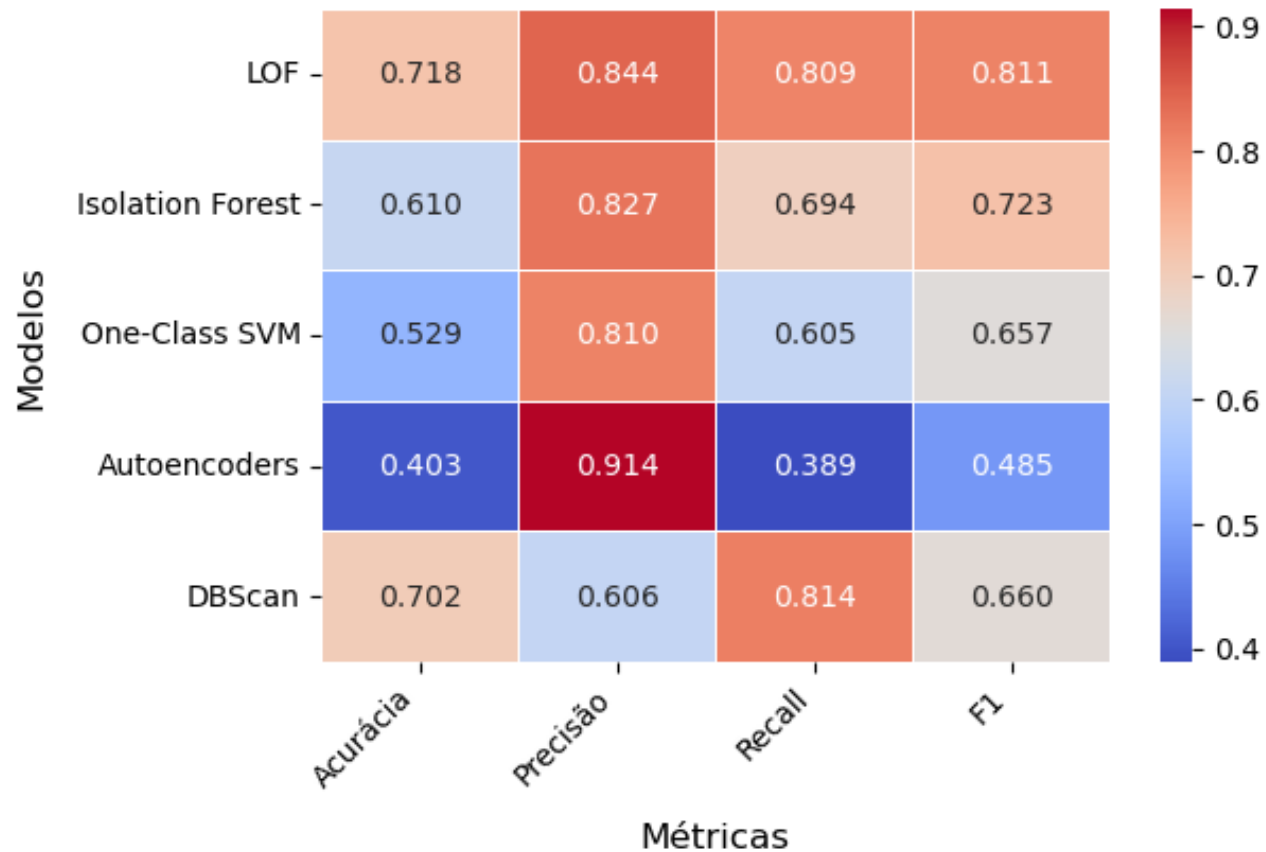
As métricas irão mostrar se o modelo possui ou não precisão nos conjuntos. Quando os indicadores forem altos significa que quando ele identifica uma amostra como anomalia, está quase sempre correto. No entanto, quando o **recall é baixo**, indica que o modelo está **deixando passar muitas anomalias verdadeiras e não as detectando com eficiência**.

Conjunto de NFT's Comuns coletadas em Março/2023

	Não possui registros classificados como anomalias	Possui registros classificados como anomalias, mas com recall inferior a 75%	Possui registros classificados como anomalias e com recall superior a 75%	Recall médio
Local Outlier Factor - LOF	23	-	-	80,9%
Isolation Forest	23	-	-	69,40%
One Class SVM	23	-	-	60,50%
Autoencoders	5	16	2	38,90%
DBScan	9	6	8	81,40%

Conjunto de NFT's Comuns coletadas em Março/2023

Mapa de Calor (Heatmap) das Médias das Métricas dos Modelos de Anomalia



Limiar da métrica de Recall para Classificar como Anomalia: 75%

- Igual ou superior a 75%: Anomalia
- Inferior a 75%: Regular/Normal

Local Outlier Factor - LOF

Matriz de Confusão para o conjunto de transações de NFT:

$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 4 & 26 \end{bmatrix}$

Métricas

- Acurácia: 0.8387096774193549
- Precisão: 0.9629629629629629
- Recall: 0.8666666666666667
- F1-score: 0.912280701754386

O conjunto de dados não é classificado como anômalo, pois não há nenhum registro classificado pelo modelo.

Recall: 86.67%.

Isolation Forest

Matriz de Confusão para o conjunto de transações de NFT:

$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 13 & 17 \end{bmatrix}$

Métricas

- Acurácia: 0.5806451612903226
- Precisão: 1.0
- Recall: 0.5666666666666667
- F1-score: 0.7234042553191489

Apesar de possuir registro(s) classificado(s) como anomalia(s) o conjunto de dados não será classificado como anômalo, pois possui um recall abaixo do limiar definido de 75.0%.

Recall: 56.67%.

NFT Consultada - 0xa90b7861b734784e5eaf87bcd079b1edfed24555

DBScan

Matriz de Confusão para o conjunto de transações de NFT

```
[[22 1]  
 [ 1 7]]
```

Métricas

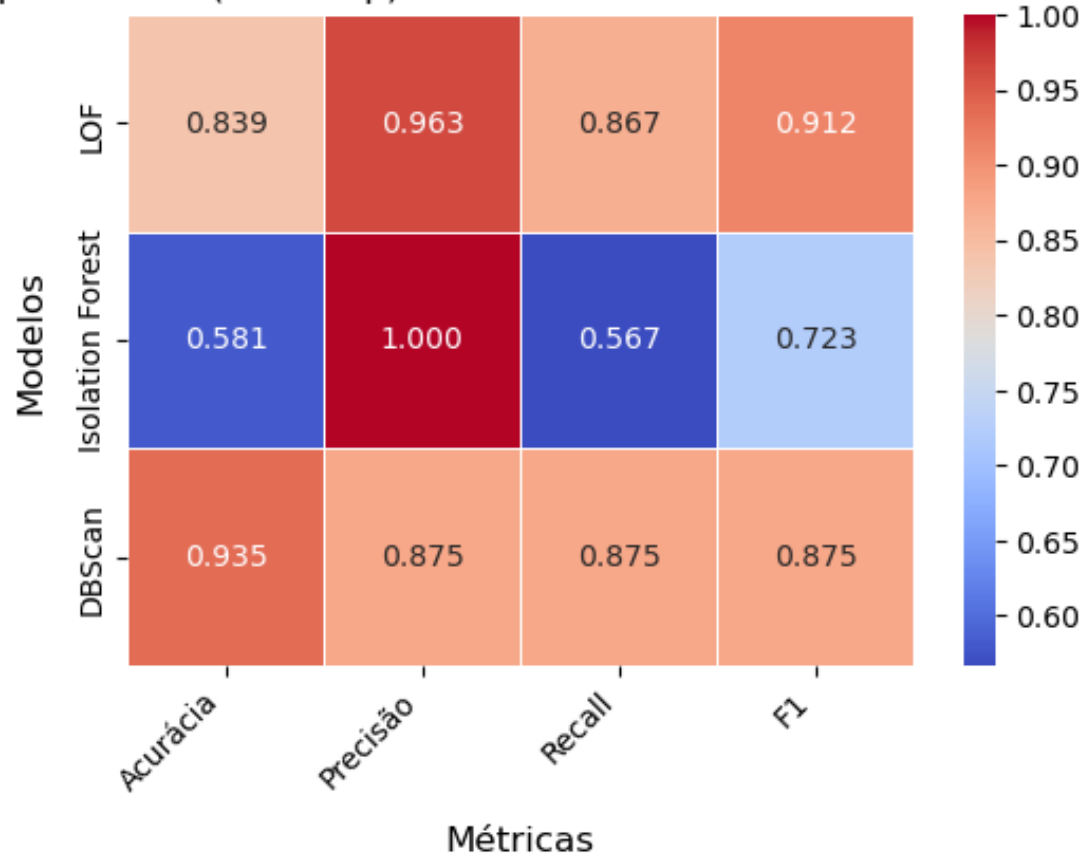
- Acurácia: 0.9354838709677419
- Precisão: 0.875
- Recall: 0.875
- F1-score: 0.875

O conjunto de dados possui registro(s) classificado(s) como anomalia(s) e possui recall superior ao limiar definido de 75.0%.

Recall: 87.5%.

NFT Consultada - 0xa90b7861b734784e5eaf87bcd079b1edfed24555

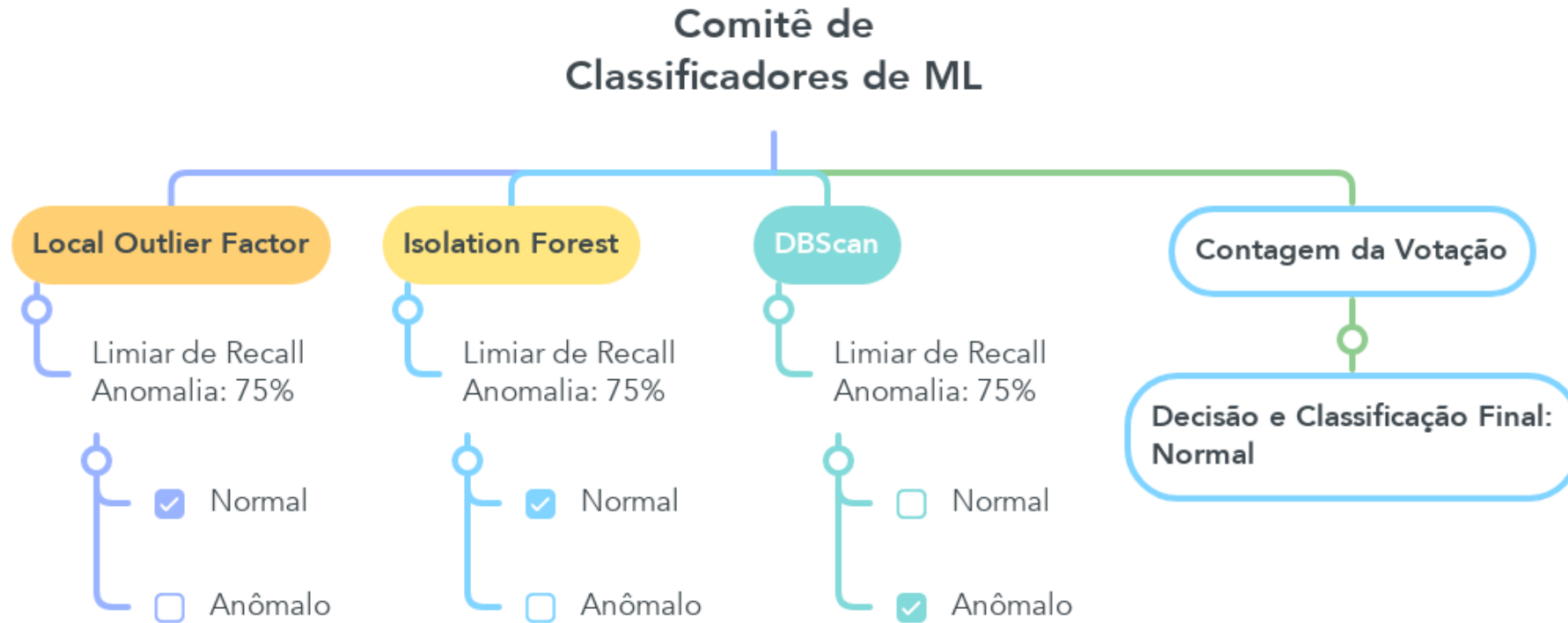
Mapa de Calor (Heatmap) das Métricas dos Modelos de Anomalia



Limiar da métrica de Recall para Classificar como Anomalia: 75%

- Igual ou superior a 75%: Anomalia
- Inferior a 75%: Regular/Normal

NFT Consultada - 0xa90b7861b734784e5eaf87bcd079b1edfed24555



- ❖ *Recall* igual ou superior a 75%: Anômalo
- ❖ *Recall* inferior a 75%: Normal

Informações Complementares

Notebook Python – Github

- <https://github.com/rogzupo/NFT>

NFT consultada em Out/2023

- Hash: 0xa90b7861b734784e5eaf87bcd079b1edfed24555

Arquivo CSV utilizado na consulta à plataforma Google Big Query

- NFT_saida.csv

Query utilizada no Google Big Query

```
• SELECT
  A.BLOCK_TIMESTAMP,
  A.FROM_ADDRESS,
  A.TO_ADDRESS,
  A.VALUE,
  A.TRANSACTION_HASH,
  B.NONCE,
  B.FROM_ADDRESS AS FROM_ADDRESS_BLOCKCHAIN,
  B.TO_ADDRESS AS TO_ADDRESS_BLOCKCHAIN,
  B.GAS,
  B.RECEIPT_GAS_USED
FROM
  `bigquery-public-data.crypto_ethereum.token_transfers` AS A
INNER JOIN
  `bigquery-public-data.crypto_ethereum.transactions` AS B
ON
  A.transaction_hash = B.HASH
WHERE
  A.TOKEN_ADDRESS = '{nft_hash}'
  AND A.BLOCK_TIMESTAMP >= (
    SELECT
      MIN(block_timestamp)
    FROM
      `bigquery-public-data.crypto_ethereum.contracts`
    WHERE
      address = '{nft_hash}')
ORDER BY
  A.BLOCK_TIMESTAMP
```