Análise de vulnerabilidades por ferramentas de AppSec 🤷‍♀️

Descricao do problema: analisar ferramentas de seguranca que detectam vulnerabilidades (SAST, DAST e SCA) em diversos projetos ao longo. Assim, sera analisado a quantidade de vulnerabilidades que cada uma trouxe, os tipos de vulnerabilidades e quantidade de vulnerabilidade encontrada nos projetos ao longo do tempo

Hipoteses: Qual ferramenta detecta mais vulnerabilidade? Qual vulnerabilidade mais ocorre nas aplicacoes? Qual app aumentou a quantidade de vulnerabilidade pelo tempo? Qual ferramenta demora mais para corrigir as vulnerabilidades?

```
# Configuração para não exibir os warnings
import warnings
warnings.filterwarnings("ignore")

# importacao de pacotes
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from matplotlib import cm
import missingno as ms # para tratamento de missings
import plotly.express as px #biblioteca para graficos com visual mais atraente
```

Carga de Dataset

```
# informa o arquivo XLSX de importacao para o dataset
file_xlsx = 'appsec_sample.xlsx'

# lê o arquivo na pasta raiz do projeto
dataset = pd.read_excel(file_xlsx)

# exibindo as primeiras linhas
dataset.head()
```

	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	dt_created	issues_list	tool	cd_mor
0	0.0	62	97	2022-12-01	['CVE-2020-11988', 'Cxb3498186-093f', 'CVE-202...	SCA	
1	0.0	6	2	2022-11-14	['CVE-2022-3517', 'CVE-2022-23647',	SCA	

Os dados sao do tipo de modelo supervisionado. Podemos ver que conhecemos a entrada dos dados que são rotulados. Sabemos as características dele.

`critical_vuln` => quantidade de vulnerabilidades criticas

`high_vuln` => quantidade de vulnerabilidades altas

`medium_vuln` => quantidade de vulnerabilidades medias

`dt_created` => vulnerabilidades detectadas nas ferramentas

`issues_list` => lista de vulnerabilidades detectadas nas ferramentas

`tool` => ferramenta utilizada para detectar vulnerabilidade

`cd_month_start` => mes que detectou vulnerabilidade

`id_vulnerability` => aplicacoes com vulnerabilidade identificadas por id

`scan_date` => scan realizado para coletar informacao das vulnerabilidades

Tratamento de Missings

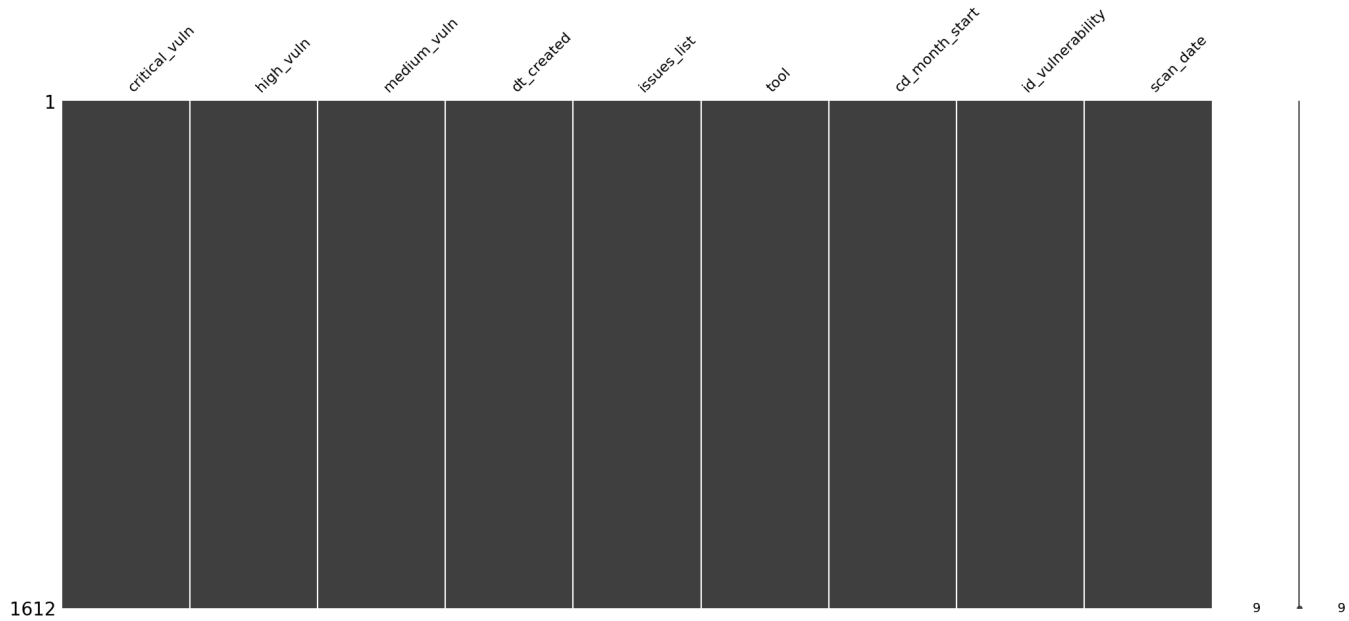
```
# verificando nulls no dataset
dataset.isnull().sum()
```

```
critical_vuln       675
high_vuln             0
medium_vuln           0
dt_created            0
issues_list           0
tool                  0
cd_month_start        0
id_vulnerability      0
scan_date             0
dtype: int64
```

É possível ver que na coluna `critical_vuln` possui vários NaN

```
# salvando um novo dataset para tratamento de missings

# recuperando os nomes das colunas
col = list(dataset.columns)

# o novo dataset irá conter todas as colunas do dataset original
datasetSemMissings = dataset[col[:]]

# substituindo os NaN por 0
datasetSemMissings.replace(np.nan,0, inplace=True)

# exibindo visualizacao matricial da nulidade do dataset
ms.matrix(datasetSemMissings)
```

```
<Axes: >
```



No grafico acima, é possível ver que não há nenhum NaN (not a number) aparecendo, pois aonde existia esse valor, foi alterado por zero

```
# verificando novamente nulls no dataset
datasetSemMissings.isnull().sum()
```

```
critical_vuln       0
high_vuln           0
medium_vuln         0
dt_created          0
issues_list         0
tool                0
cd_month_start      0
id_vulnerability    0
```

```
scan_date          0
dtype: int64
```

Análise exploratória

```
# mostra as informacoes do dataset
datasetSemMissings.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1612 entries, 0 to 1611
Data columns (total 9 columns):
 #   Column           Non-Null Count  Dtype
---  ------           --------------  -----
 0   critical_vuln    1612 non-null   float64
 1   high_vuln        1612 non-null   int64
 2   medium_vuln      1612 non-null   int64
 3   dt_created       1612 non-null   datetime64[ns]
 4   issues_list      1612 non-null   object
 5   tool             1612 non-null   object
 6   cd_month_start   1612 non-null   datetime64[ns]
 7   id_vulnerability 1612 non-null   int64
 8   scan_date        1612 non-null   datetime64[ns]
dtypes: datetime64[ns](3), float64(1), int64(3), object(2)
memory usage: 113.5+ KB
```

```
# mostra as 5 últimas linhas do dataset
datasetSemMissings.tail(5)
```

	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	dt_created	issues_list	tool	cd_month_start
1607	0.0	0	1	2023-10-14	['CookieNotMarkedAsSecure,SameSiteCookieNotImp...	DAST	2023-10-01
1608	0.0	0	0	2023-10-14	['MissingXFrameOptionsHeader,MissingXssProtect...	DAST	2023-10-01
1609	0.0	0	4	2023-10-18	['RedirectBodyTooLarge,IisVersionDisclosure,As...	DAST	2023-10-01
1610	0.0	0	0	2023-10-15	['MissingXFrameOptionsHeader,MissingXssProtect...	DAST	2023-10-01
1611	10.0	10	9	2023-10-15	['AutoCompleteEnabled,AutoCompleteEnabledPassw...	DAST	2023-10-01

```
# faz um resumo estatístico do dataset (média, desvio padrão, mínimo, máximo e os quartis) e formata com 2 casas decimais
datasetSemMissings.describe().applymap(lambda x: f"{x:0.2f}").drop('id_vulnerability', axis=1)
```

	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln
count	1612.00	1612.00	1612.00
mean	0.10	22.32	42.76
std	0.99	132.86	233.84
min	0.00	0.00	0.00
25%	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	1.00	5.00
75%	0.00	16.00	29.00
max	10.00	4488.00	8145.00

É possível ver que temos mais de 1000 dados coletados e que foi detectado mais vulnerabilidades do tipo média nas aplicacoes

Quantidade de vulnerabilidade por ferramenta de segurança

```
# cria dataframe temporario para analisar qual ferramenta detecta mais vulnerabilidades

df=datasetSemMissings.groupby('tool').sum().apply(lambda x: x.sort_values(ascending=True)).drop('id_vulnerability', axis=1)

# cria soma das colunas
col_list= ['high_vuln', 'critical_vuln', 'medium_vuln']
df['total'] = df[col_list].sum(axis=1)
df.sort_values('total',ascending=False)
```

tool	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	total
SAST	0.0	20928	45798	66726.0

Na tabela acima, é possível ver que o SAST tem mais vulnerabilidade que as demais ferramentas. Isso ocorre porque a ferramenta SAST estar no início da pipeline do ciclo de desenvolvimento do software seguro (SSDLC)

Cálculo para calcular quantidade de vulnerabilidades x mês é corrigida

```
# Criar coluna de data e ordenar por data e vuln

datasetSemMissings['Date'] = pd.to_datetime(datasetSemMissings['scan_date'])
datasetSemMissings['Month'] = datasetSemMissings['Date'].dt.month

datasetSemMissings = datasetSemMissings.sort_values(['id_vulnerability','Date'], ascending=False)


# criar lista com soma de vulnerabilidades
col_list= ['high_vuln', 'critical_vuln', 'medium_vuln']

# soma de vulnerabilidades
datasetSemMissings['total_vulns'] = datasetSemMissings[col_list].sum(axis=1)

# fazer a diferenca pelo id da vulnerabilidade e preencher com ultimo valor. se nao houver como fazer a diferença, utiliza c

datasetSemMissings['vulns_difference'] = (datasetSemMissings['total_vulns'].groupby(datasetSemMissings['id_vulnerability']).


datasetSemMissings.head()
```

	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	dt_created	issues_list	tool	cd_
955	0.0	2	5	2023-07-22	['CVE-2022-25857', 'CVE-2022-38751', 'CVE-2022...	SCA	
954	0.0	26	16	2023-07-07	['CVE-2021-23382', 'CVE-2021-23368', 'CVE-2022...	SCA	
953	0.0	15	13	2023-08-04	['CVE-2023-20863', 'CVE-2016-1000027', 'CVE-20...	SCA	
1174	0.0	1	0	2022-11-22	['CVE-2023-30533']	SCA	
952	0.0	4	0	2023-08-08	['Cxf6e7f2c1-dc59', 'Cxdca8e59f-8bfe', 'Cx8bc4...	SCA	

Tipos de vulnerabilidade encontradas

```
df_temp=datasetSemMissings
df_temp.issues_list=df_temp.issues_list.str.split()
df_vulns=df_temp.explode('issues_list')
df_vulns.issues_list=df_vulns.issues_list.str.replace("[","")
df_vulns.issues_list=df_vulns.issues_list.str.replace("]","")
df_vulns.head()
```

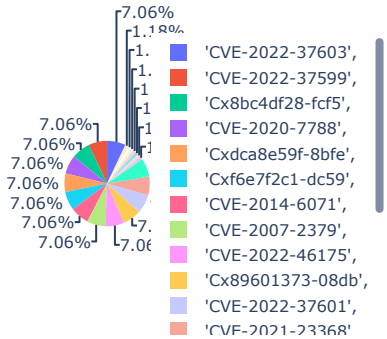
	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	dt_created	issues_list	tool	cd_m
955	0.0	2	5	2023-07-22	'CVE-2022-25857',	SCA	
955	0.0	2	5	2023-07-22	'CVE-2022-38751',	SCA	

```
df_vulns.sort_values('total_vulns',ascending=False).head()
```

	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	dt_created	issues_list	tool	cd_mc
15	0.0	109	8145	2023-05-15	an	SAST	
15	0.0	109	8145	2023-05-15	'Heuristic	SAST	
15	0.0	109	8145	2023-05-15	Configuration	SAST	
15	0.0	109	8145	2023-05-15	in	SAST	
15	0.0	109	8145	2023-05-15	'Password	SAST	

Top 20 vulnerabilidades encontradas

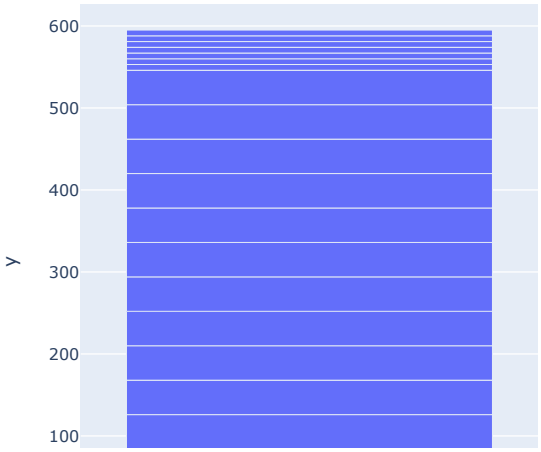
```
y = df_vulns.head(20).sort_values('total_vulns',ascending=False).total_vulns
fig = px.pie(df_vulns.head(20).sort_values('total_vulns',ascending=False), values=y, names='issues_list')
fig.show()
```



É possivel analisar que há 13 vulnerabilidades empatadas

Top 20 vulnerabilides x ferramenta

```
y = df_vulns.head(20).sort_values('total_vulns',ascending=False).total_vulns
fig = px.bar(df_vulns.head(20).sort_values('total_vulns',ascending=False), x=df_vulns.head(20).sort_values('total_vulns',asc
fig.show()
```



É possível ver que as top 20 vulnerabilidades que mais ocorrem sao da ferramenta de SCA

Top 10 maiores vulnerabilidades SAST

```
df_vulns[df_vulns['tool']=='SAST'].groupby(['issues_list']).aggregate(np.sum).drop('critical_vuln', axis=1).drop('high_vuln',
```

issues_list	id_vulnerability	total_vulns
'Client	125741	474077.0
Injection',	27336	229147.0
XSS',	41727	200945.0
DOM	39879	185918.0
Of	81225	147884.0

Top 10 maiores vulnerabilidades DAST

```
df_vulns[df_vulns['tool']=='DAST'].groupby(['issues_list']).aggregate(np.sum).apply(lambda x: x.sort_values(ascending=True))
```

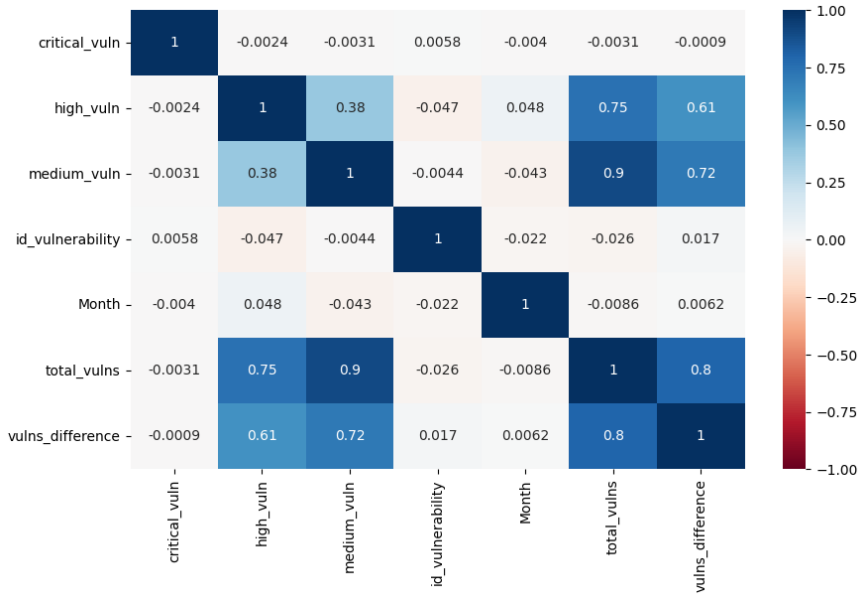
es,HighlyPossibleSqlInjection,InternalIPLeakage,PossibleXss,RedirectBodyTooLarge,Xss,Possible

Top 10 maiores vulnerabilidades SCA

```
df_vulns[df_vulns['tool']=='SCA'].groupby(['issues_list']).aggregate(np.sum).apply(lambda x: x.sort_values(ascending=True)).
```

issues_list	id_vulnerability	total_vulns
'CVE-2023-20863',	23815	32649.0
'CVE-2022-22971',	20486	31804.0
'CVE-2022-22970',	20486	31804.0
'CVE-2023-20861',	22135	31316.0
'CVE-2022-22968',	20164	31264.0
'CVE-2016-1000027',	22957	30905.0
'CVE-2022-22950',	19176	30863.0
'CVE-2022-42003',	19070	30787.0
'CVE-2021-22096',	18507	30514.0

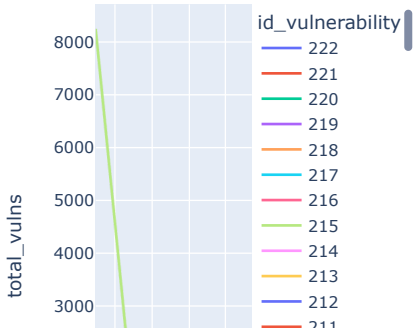
```
# matriz de correlacão com Seaborn
plt.figure(figsize = (10,6))
sns.heatmap(df_vulns.corr(), annot=True, cmap='RdBu', vmin=-1, vmax=1);
```



É possível ver que há uma alta correlaçao entre total_vulns e medium_vuln justamente porque a quantidade maior de vulnerabilidade vem das vulnerabilidades médias como vimos anteriormente

Vulnerabilidades pelo tempo

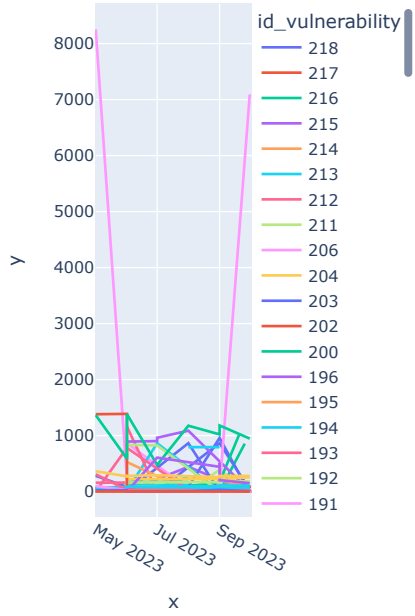
```
x = df_vulns.scan_date
y = df_vulns.total_vulns
fig = px.line(df_vulns, x, y,color='id_vulnerability')
fig.show()
```



É possível ver que há uma grande correcao de vulnerabilidade na app de id 12 em junho. Enquanto que na app 176 houve um grande aumento de vulnerabilidade em outubro de forma geral, sem saber a ferramenta usada

Vulnerabilidades x tempo x ferramenta SAST

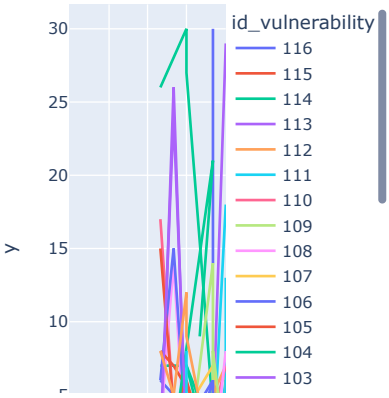
```
x = datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='SAST'].cd_month_start
y = datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='SAST'].total_vulns
fig = px.line(datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='SAST'], x, y,color='id_vulnerability')
fig.show()
```



É possível ver que há uma grande correcao de vulnerabilidade na app de id 162 em junho. Enquanto que na app 46 houve um grande aumento de vulnerabilidade em outubro na ferramenta SAST

Vulnerabilidades x tempo x ferramenta DAST

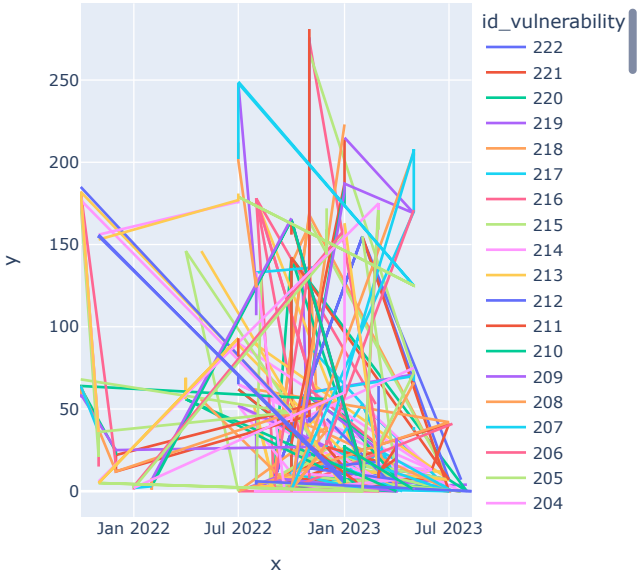
```
x = datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='DAST'].cd_month_start
y = datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='DAST'].total_vulns
fig = px.line(datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='DAST'], x, y,color='id_vulnerability')
fig.show()
```



É possível ver que há uma grande correcao de vulnerabilidade na app de id 92 em novembro de 2022, na ferramenta de DAST.

Vulnerabilidades x tempo x ferramenta SCA

```
x = datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='SCA'].cd_month_start
y = datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='SCA'].total_vulns
fig = px.line(datasetSemMissings[datasetSemMissings['tool']=='SCA'], x, y,color='id_vulnerability')
fig.show()
```



Enquanto na ferramenta de SCA vemos que é dificil ocorrer um padrao de diminuicao de vulnerabilidade. Isso pode ocorrer por ser mais dificil de corrigir por serem bibliotecas vulneraveis e que nao ocorre uma aletracao no codigo, como nas demais ferramentas que detectam vulnerabilidade no codigo ou interface da aplicacao

Análise Gerencial

Apps com mais vulnerabilidades no mês atual

```
datasetSemMissings[datasetSemMissings['Month']==datasetSemMissings['Month'].max()].groupby('total_vulns').aggregate(np.sum).
```

total_vulns	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	id_vulnerability
856.0	0.0	348	508	176
946.0	0.0	696	250	11
1040.0	0.0	7	1033	123

Apps com menos vulnerabilidades no mês atual

total_vulns	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	id_vulnerability
7094.0	0.0	4488	2606	46

```
datasetSemMissings[datasetSemMissings['Month']==datasetSemMissings['Month'].max()].groupby('total_vulns').aggregate(np.sum).
```

total_vulns	critical_vuln	high_vuln	medium_vuln	id_vulnerability
0.0	0.0	0	0	7777
1.0	0.0	11	19	2658
2.0	0.0	10	26	1915
3.0	0.0	7	8	478
4.0	0.0	4	28	744

Apps com maior quantidade de correçoes

```
datasetSemMissings.groupby('vulns_difference').aggregate(np.sum).apply(lambda x: x.sort_values(ascending=False)).head().drop
```

vulns_difference	id_vulnerability
-7054.0	46
-871.0	125
-868.0	123
-863.0	178
-861.0	168

Apps com maior e menor quantidade de correçoes

```
datasetSemMissings.groupby('vulns_difference').aggregate(np.sum).apply(lambda x: x.sort_values(ascending=False)).tail().drop(
```

vulns_difference	id_vulnerability
1040.0	123
1162.0	162
1354.0	12
7094.0	46
8033.0	15

Assim, é possivel saber quais equipes/aplicacoes estao seguindo a cultura de desenvolvimento seguro e como estao essas metricas por mês para que o time de seguranca possa ajudar de maneira mais eficaz essas aplicacoes