Projeto Final

Sistema Automatizado para Análise de E-mails

Francisco Rafael Carocinho Ribeiro – Nº 2024123

Tiago Filipe Sousa Carvalho – Nº 2024180

Vanina Kollen – Nº 2024056

2º Ano de CTeSP de Cibersegurança

Sistemas de Controlo

André Ribeiro

Porto, 2026

Índice

1. Introdução

Este projeto consiste no desenvolvimento de um sistema de scripts que automatiza o processo de análise de emails através de uma sandbox, na qual os ficheiros anexos são analisados e classificados como infetados ou não infetados, ou seja, conforme contenham conteúdo malicioso ou potencialmente danoso.

1.1. Enquadramento

Este trabalho encontra-se inscrito dentro do contexto do 2º ano do curso de CTeSP de Cibersegurança, dentro da disciplina de Sistemas de Controlo. Tendo isto em conta, a realização deste projeto serve como exercício prático para elaborar um sistema de segurança para a análise de e-mails, resultando fundamental para a nossa área.

1.2. Objetivos

O objetivo deste trabalho envolve levar a cabo um exercício para a elaboração de scripts para melhor perceber o seu funcionamento, além de focar-se na área de cibersegurança. Este estudo serve para adquirir maiores conhecimentos acerca da automatização de processos e sistemas de segurança.

1.3. Estrutura do Relatório

Neste relatório será apresentada uma introdução (já abordada), na qual se explica em que consiste o projeto e quais os seus objetivos; a descrição do desenvolvimento, incluindo as ferramentas utilizadas, o processo, bem como o código e os diagramas que explicam o funcionamento e o fluxo do sistema; e, por fim, a conclusão, onde são apresentados os resultados obtidos.

2. Desenvolvimento

Neste segmento abordaremos como foi desenvolvido este sistema, a sua estrutura, como funciona, o que realiza, para que serve, as ferramentas utilizadas, além de perceber a lógica que segue o sistema.

2.1. Ferramentas

Neste projeto, foram utilizadas diversas ferramentas e recursos para o desenvolvimento do sistema, tais como a CAPE Sandbox, o comando *cron job* para automatizar a execução dos scripts, bem como ficheiros infetados e uma caixa de e-mail para a realização dos testes.

A execução do projeto foi realizada num ambiente isolado, nomeadamente numa máquina virtual Ubuntu e uma máquina Windows. Foi desenvolvido um script responsável pela comunicação entre a caixa de e-mails e a CAPE Sandbox. Esta sandbox permite a análise dos e-mails e dos possíveis malwares neles contidos. A CAPE Sandbox é uma versão melhorada da Cuckoo Sandbox, sendo de código aberto e baseada em Python.

O *cron job*, conforme mencionado anteriormente, é utilizado para configurar a periodicidade de execução do script de organização das análises, facilitando a automatização do processo e permitindo ajustar a frequência com que a organização é executada. A caixa de e-mail funciona como o ambiente onde são recebidos os ficheiros infetados para posterior análise.

2.2. Desenvolvimento do Projeto

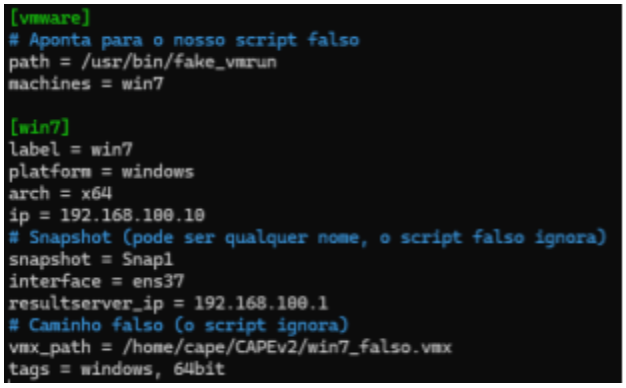
Para a criação do sistema, foi necessário realizar uma série de configurações. Primeiramente, foi estabelecida a infraestrutura de virtualização, consistindo num servidor Ubuntu (CAPE Host) com um ambiente virtual Python (*venv*) para o isolamento de dependências. Posteriormente, configurou-se o VMware como hypervisor para gerir a máquina vítima. Para garantir que o malware não tivesse acesso à internet real, foi criada uma rede isolada (*Host-Only*), permitindo apenas uma comunicação controlada entre o Ubuntu (Controlador) e o Windows (Vítima).

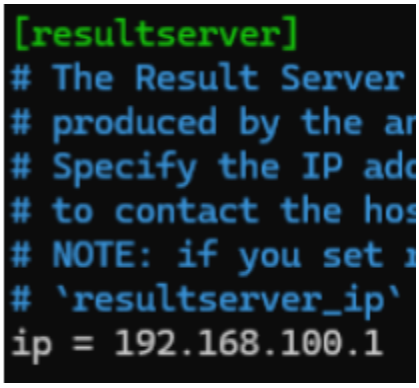
De seguida, procedeu-se à instalação do CAPE v2 e à configuração de um utilizador dedicado (*cape*), bem como à instalação de bibliotecas de sistema críticas, como *tcpdump* e *libcap2-bin*, e

à gestão de pacotes Python através do *pip* e do *poetry*. Posteriormente, configuraram-se as bases de dados PostgreSQL, utilizada para o armazenamento de metadados das tarefas, e MongoDB, responsável pelo armazenamento dos relatórios em formato JSON e HTML.

No que diz respeito à configuração da máquina vítima (*Guest VM*), foi instalado o Windows 7 Ultimate x64, escolhido pela facilidade de desativar mecanismos de proteção modernos, como o Windows Defender e o *Tamper Protection*. Foi igualmente instalado o Python 3.8 (x86) para permitir a execução do agente do CAPE. Ao nível da rede, definiu-se um endereço IP estático (192.168.100.10), garantindo uma comunicação estável com o CAPE Controller. Foram ainda desativados a Firewall do Windows, o Windows Update, o UAC (*User Account Control*) e o Windows Defender.

Após estas configurações, relativamente aos scripts, para o seu correto funcionamento, foi preciso realizar as necessárias alterações no ficheiro de configuração do VMware, além de modificar o IP dentro do ficheiro de configuração do Cuckoo, estas mudanças são mostradas nas seguintes capturas:





Para os scripts, criou-se um responsável de enviar o conteúdo (ficheiros anexos) para a sandbox CAPE e de processar os e-mails não lidos e que possua conteúdo em formato .zip, precisando configurar o IMAP server, o email usado, a App password que gerada, o intervalo para verificar emails novos (20 segundos), pasta que guarda os e-mails coletados e a possível password do ZIP (caso o anexo esteja comprimido); um segundo script que dá aviso à CAPE sandbox das snapshots que deve restaurar, caso deseje verificar se a máquina virtual encontra-se ativa, é preciso notificar sempre com 0 para que tente iniciá-la, no entanto, será

necessário ligar a máquina virtual manualmente enquanto o script atrasa o cape e desativa por 45s, uma vez que o tempo acaba, a sandbox deteta que a máquina encontra-se ligada e inicia a análise; e um script final, o qual está encarregado de classificar os ficheiros. Posteriormente, executa-se o comando crontab para que esse script seja executado a cada minuto, além de gerar um ficheiro .log para confirmar o seu correto funcionamento. O código destes scripts encontra-se a continuação:

- Script 1

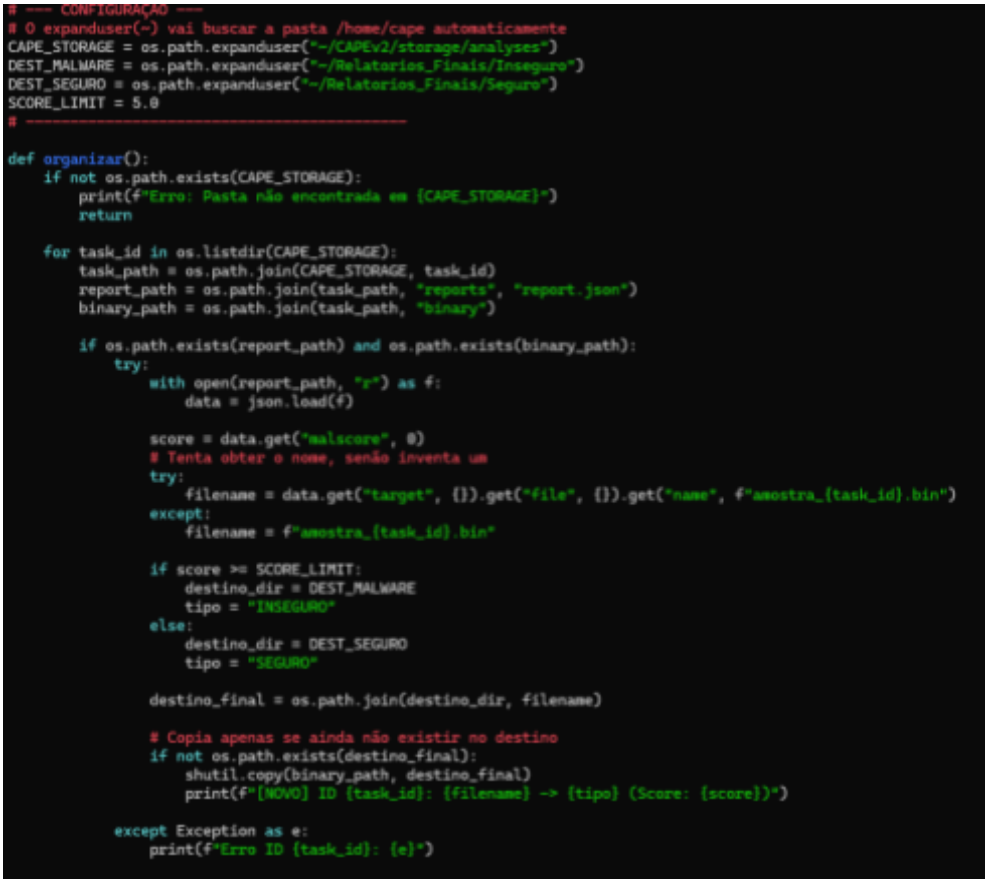
```
# --- CONFIGURAÇÃO ---
IMAP_SERVER = 'imap.gmail.com'
EMAIL_USER = 'tiago.fsc.06@gmail.com' # o email
EMAIL_PASS = 'bbry bstq tfjf dgek'    # A App Password
CHECK_INTERVAL = 20
TEMP_DIR = "/tmp/cape_emails"
ZIP_PASSWORD = b"infected" # Password padrão para malware
# --------------------

def connect_imap():
    try:
        mail = imaplib.IMAP4_SSL(IMAP_SERVER)
        mail.login(EMAIL_USER, EMAIL_PASS)
        return mail
    except Exception as e:
        print(f"[-] Erro crítico ao ligar ao email: {e}")
        return None

def clean_filename(filename):
    return "".join([c for c in filename if c.isalpha() or c.isdigit() or c in '._-']).rstrip()

def submit_to_cape(filepath):
    print(f"[+] A preparar envio de: {filepath}")

    # Garantir caminhos absolutos
    abs_filepath = os.path.abspath(filepath)
    cwd = os.getcwd() # Pasta onde o script está a correr (deve ser ~/CAPEv2)
    submit_script = os.path.join(cwd, "utils", "submit.py")

    print(f"   -> Executando: {sys.executable} {submit_script} {abs_filepath}")

    try:
        # Executa e captura o que o comando responde
        result = subprocess.run(
            [sys.executable, submit_script, abs_filepath],
            capture_output=True,
            text=True,
            cwd=cwd
        )

        if result.returncode == 0:
            print(f"[+] SUCESSO CAPE diz:\n{result.stdout}")
            # Tenta encontrar o ID na resposta
            if "ID" in result.stdout or "id" in result.stdout:
                return True
            else:
                print("[-] AVISO: O comando correu mas não retornou ID. Estranho.")
def process_emails():
    if not os.path.exists(TEMP_DIR):
        os.makedirs(TEMP_DIR)

    mail = connect_imap()
    if not mail: return

    try:
        mail.select("inbox")
        status, messages = mail.search(None, 'UNSEEN')
        email_ids = messages[0].split()

        if email_ids:
            print(f"[+] Encontrados {len(email_ids)} novos emails!")
            for e_id in email_ids:
                _, msg_data = mail.fetch(e_id, '(RFC822)')
                for response_part in msg_data:
                    if isinstance(response_part, tuple):
                        msg = email.message_from_bytes(response_part[1])
                        subject = decode_header(msg["Subject"])[0][0]
                        if isinstance(subject, bytes): subject = subject.decode()
                        print(f"-> Email: {subject}")

                        for part in msg.walk():
                            if part.get_content_maintype() == 'multipart' or part.get('Content-Disposition') is None:
                                continue

                            filename = part.get_filename()
                            if filename:
                                filename = clean_filename(filename)
                                content = part.get_payload(decode=True)
                                handle_attachment(filename, content)
```

```python
# Se for ZIP, tentar extrair
if filename.lower().endswith('.zip'):
    print(f"   -> Detetado ficheiro ZIP: {filename}. A tentar extrair com password...")
    try:
        with zipfile.ZipFile(io.BytesIO(content)) as z:
            # Tentar com password 'infected'
            try:
                z.setpassword(ZIP_PASSWORD)
                # Extrair o primeiro ficheiro do zip
                for file_in_zip in z.namelist():
                    print(f"   -> Extraindo do ZIP: {file_in_zip}")
                    z.extract(file_in_zip, TEMP_DIR)
                    extracted_path = os.path.join(TEMP_DIR, file_in_zip)
                    submit_to_cape(extracted_path)
                    try:
                        os.remove(extracted_path)
                    except:
                        pass
                    return # Processa apenas o primeiro e sai
            except RuntimeError:
                print("   [-] Password incorreta ou ZIP sem password. A tentar sem password...")
                z.extractall(TEMP_DIR)
                # (Lógica simplificada para ZIPs sem pass)
    except Exception as e:
        print(f"   [-] Falha ao abrir ZIP: {e}. A enviar original.")
        # Se falhar a extração, grava o zip normal
        with open(filepath, 'wb') as f:
            f.write(content)
        submit_to_cape(filepath)
else:
    # Ficheiro normal (não ZIP)
    with open(filepath, 'wb') as f:
        f.write(content)
    submit_to_cape(filepath)

# Limpeza final
if os.path.exists(filepath):
    try:
        os.remove(filepath)
    except:
        pass
```

- Script 2

```bash
# --- Script Assistente CAPE ---

# 1. Se o CAPE perguntar snapshots
if [[ "$*" == *"listSnapshots"* ]]; then
    echo "Total snapshots: 1"
    echo "Snap1"
    exit 0
fi

# 2. Se perguntar o que esta a correr (Dizemos sempre 0 para ele tentar iniciar)
if [[ "$*" == *"list"* ]]; then
    echo "Total running VMs: 0"
    exit 0
fi

# 3. START ou REVERT
# Aqui desviamos o texto para o ecra (/dev/tty) para o CAPE nao ler
if [[ "$*" == *"start"* || "$*" == *"revertToSnapshot"* ]]; then

    echo "------------------------------------------------------------" > /dev/tty
    echo "⚠️ AÇÃO MANUAL NECESSÁRIA ⚠️" > /dev/tty
    echo "O CAPE quer analisar uma amostra." > /dev/tty
    echo "Por favor, vai ao VMware no Host:" > /dev/tty
    echo "1. Reverte o Windows 7 para o snapshot 'Snap1'." > /dev/tty
    echo "2. Inicia a VM." > /dev/tty
    echo "3. Certifica-te que o agent.py está a correr." > /dev/tty
    echo "4. O IP tem de ser 192.168.100.10." > /dev/tty
    echo "------------------------------------------------------------" > /dev/tty

    echo "A contar 45 segundos..." > /dev/tty
    sleep 45

    echo "Tempo esgotado. A dizer ao CAPE que foi um sucesso." > /dev/tty

    # Sair em silencio absoluto para o CAPE ficar feliz
    exit 0
fi

# 4. Stop
if [[ "$*" == *"stop"* ]]; then
    # Opcional: Avisar-te que acabou
    echo "O CAPE pediu para parar a VM. Podes desligar." > /dev/tty
    exit 0
fi
```

- Script 3



```python
# --- CONFIGURAÇÃO ---
# O expanduser(~) vai buscar a pasta /home/cape automaticamente
CAPE_STORAGE = os.path.expanduser("~/CAPEv2/storage/analyses")
DEST_MALWARE = os.path.expanduser("~/Relatorios_Finais/Inseguro")
DEST_SEGURO = os.path.expanduser("~/Relatorios_Finais/Seguro")
SCORE_LIMIT = 5.0
# --------------------------------------

def organizar():
    if not os.path.exists(CAPE_STORAGE):
        print(f"Erro: Pasta não encontrada em {CAPE_STORAGE}")
        return

    for task_id in os.listdir(CAPE_STORAGE):
        task_path = os.path.join(CAPE_STORAGE, task_id)
        report_path = os.path.join(task_path, "reports", "report.json")
        binary_path = os.path.join(task_path, "binary")

        if os.path.exists(report_path) and os.path.exists(binary_path):
            try:
                with open(report_path, "r") as f:
                    data = json.load(f)

                score = data.get("malscore", 0)
                # Tenta obter o nome, senão inventa um
                try:
                    filename = data.get("target", {}).get("file", {}).get("name", f"amostra_{task_id}.bin")
                except:
                    filename = f"amostra_{task_id}.bin"

                if score >= SCORE_LIMIT:
                    destino_dir = DEST_MALWARE
                    tipo = "INSEGURO"
                else:
                    destino_dir = DEST_SEGURO
                    tipo = "SEGURO"

                destino_final = os.path.join(destino_dir, filename)

                # Copia apenas se ainda não existir no destino
                if not os.path.exists(destino_final):
                    shutil.copy(binary_path, destino_final)
                    print(f"[NOVO] ID {task_id}: {filename} -> {tipo} (Score: {score})")

            except Exception as e:
                print(f"Erro ID {task_id}: {e}")
```

- Comando crontab

```
* * * * * /usr/bin/python3 /home/cape/organizador.py >> /home/cape/organizador.log 2>&1
```

A seguir, instalou-se e executou-se o script *agent.py*, com privilégios de administrador, no sistema Windows. Este script permanece à escuta na porta 8000. Foi então criado um ponto de restauro (*snapshot*), denominado “Snap1”, com o *agent.py* em execução. O CAPE utiliza este *snapshot* para reverter a máquina ao seu estado limpo após cada análise.

Para a automação da submissão de e-mails, foi desenvolvido o script *utils/email_to_cape.py*, recorrendo à biblioteca *imaplib*. Este script monitoriza uma caixa de correio Gmail dedicada, filtra e-mails não lidos, extrai automaticamente os anexos e submete-os à API do CAPE através

do *submit.py*. Em termos de segurança, foi utilizada uma *App Password* do Google para autenticação, evitando a exposição da palavra-passe principal da conta.

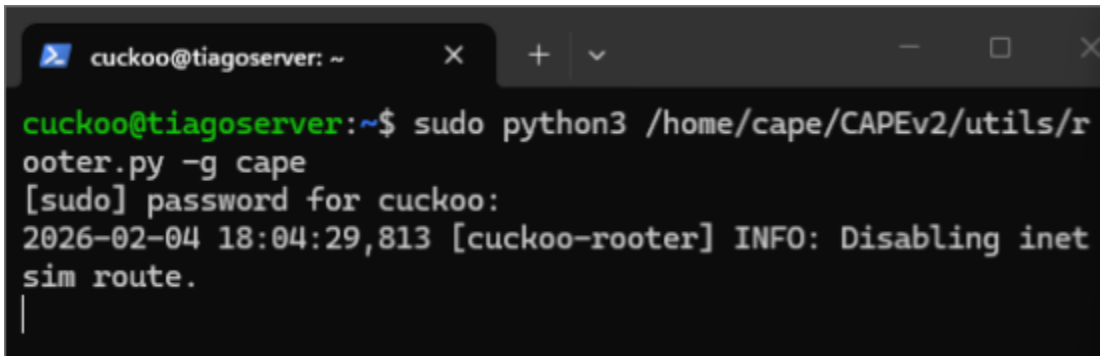
Por fim, relativamente ao sistema de relatórios (*Reporting*), procedeu-se à correção de erros, ao ajuste da versão da biblioteca *pymongo* (atualizada para a versão 4) para garantir compatibilidade com versões modernas do CAPE, e à correção do ficheiro *conf/reporting.conf*, de modo a apontar para a base de dados correta (*db = cape*) e ativar a geração de relatórios em HTML e JSON. Adicionalmente, foi configurado um servidor Django para disponibilizar uma interface web que permite a visualização gráfica dos relatórios através do navegador.

2.3. Funcionamento

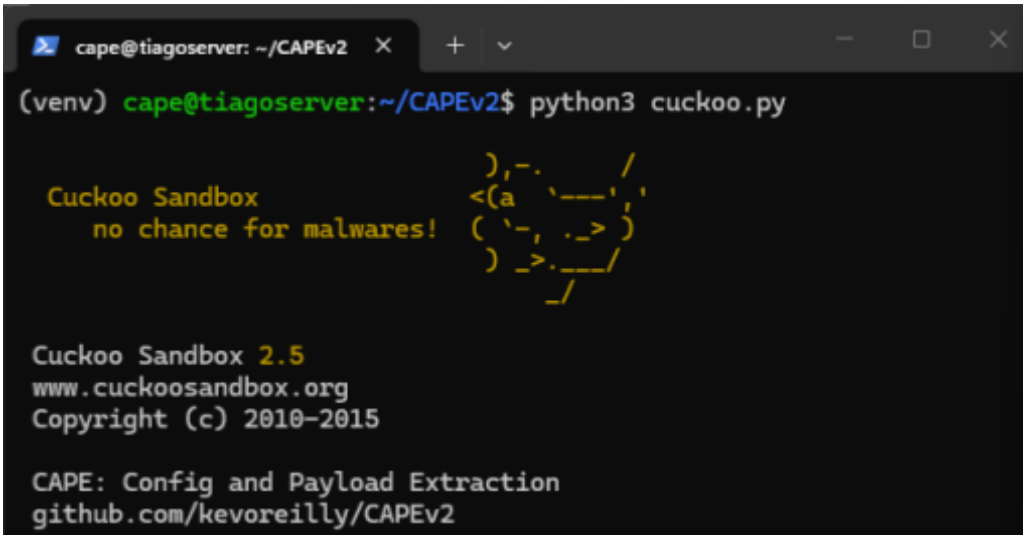
Nesta secção será explicada a execução do sistema passo a passo, com o acompanhamento de capturas, oferecendo assim, um apoio visual para perceber e demonstrar o funcionamento do programa desenvolvido.

1.- Primeiramente, é preciso abrir 6 terminais dentro da máquina Ubuntu. A seguir, em todos os terminais tirando o primeiro e último, mediante o utilizador “cape” usando o comando “sudo su - cape”, ir à pasta do CAPE v2 através do comando “cd CAPEv2” e executar o comando “source venv/bin/activate”.

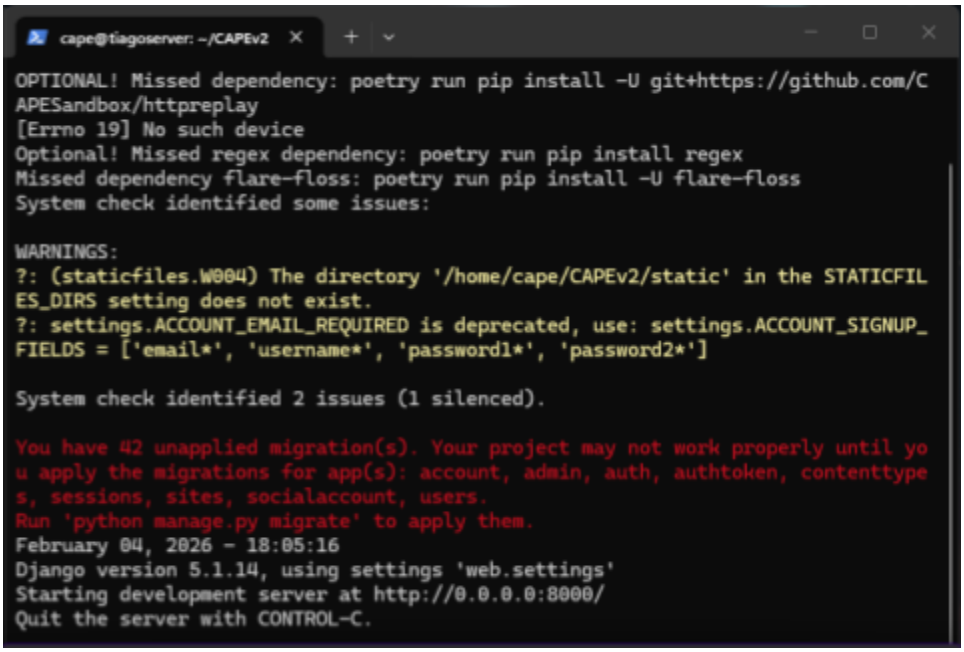
2.- No terminal 0, o qual é responsável por permissões de rede e captura de pacotes, executar “sudo python3 /home/cape/CAPEv2/utils/rooter.py -g cape”.



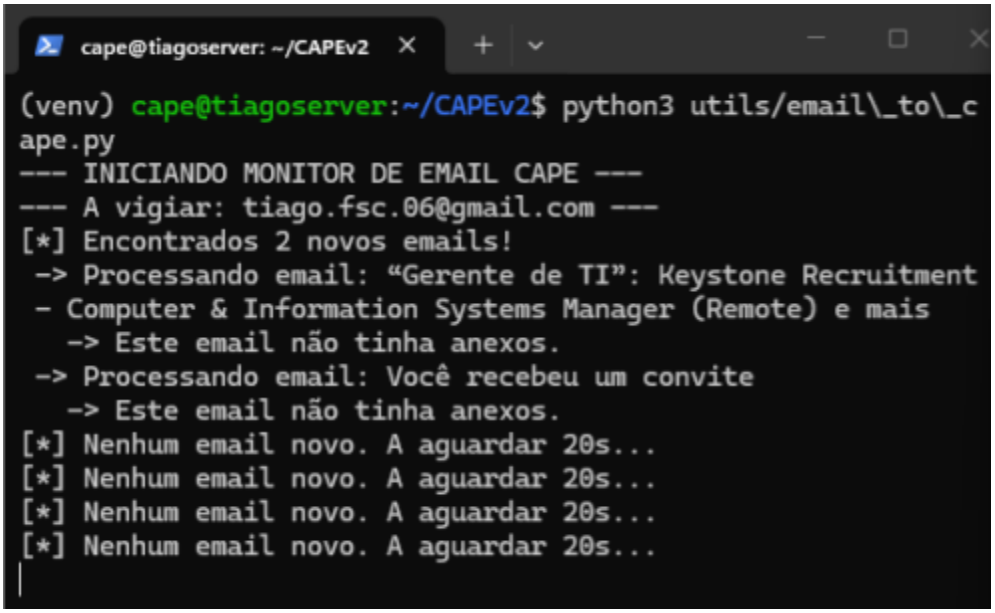
3.- No terminal 1, o qual Inicia o motor principal de análise, executar “python3 cuckoo.py”.



4.- No terminal 2, o qual arranca o site do CAPEv2, executar “python3 web/manage.py runserver 0.0.0.0:8000”.



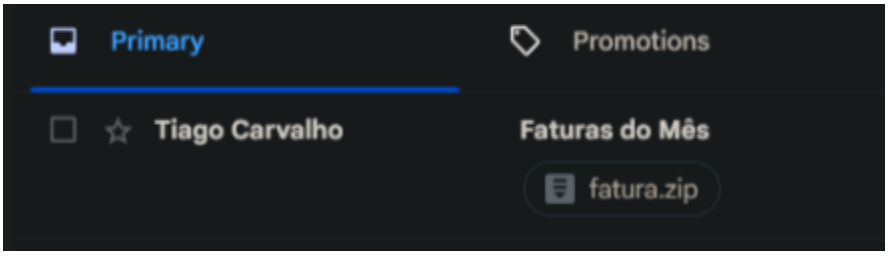
5.- No terminal 3, responsável por monitorizar e recolher emails com anexos maliciosos, executar “python3 utils/email_to_cape.py”.



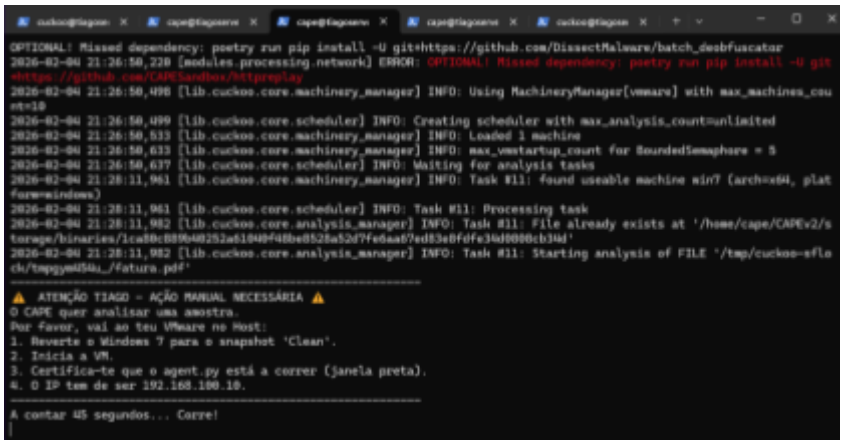
6.- No terminal 4, o qual gera os relatórios, executar “python3 utils/process.py <Nº da análise> --report” caso o cape nao faça o gere o relatório sozinho.

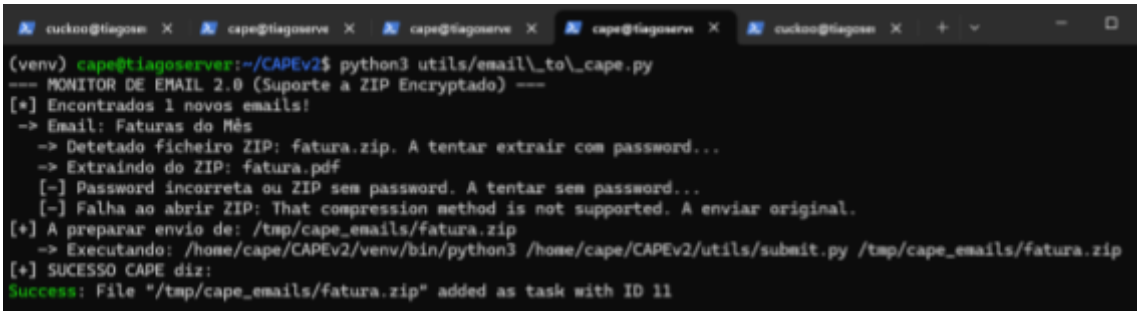
7.- O terminal 5 permanecerá vazio, já que servirá para verificar logs, testar conectividade, corrigir erros manualmente, verificar IPs ou processos, etc.

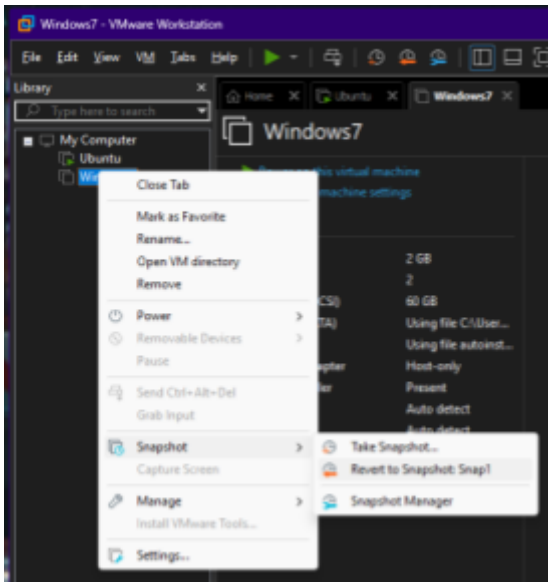
8.- Após, descarregar um *sample* (ex: MalwareBazaar), e mudar o formato para .txt, .png or .jpg, etc, para disfarçar. Posteriormente, enviar o e-mail para o endereço de teste.

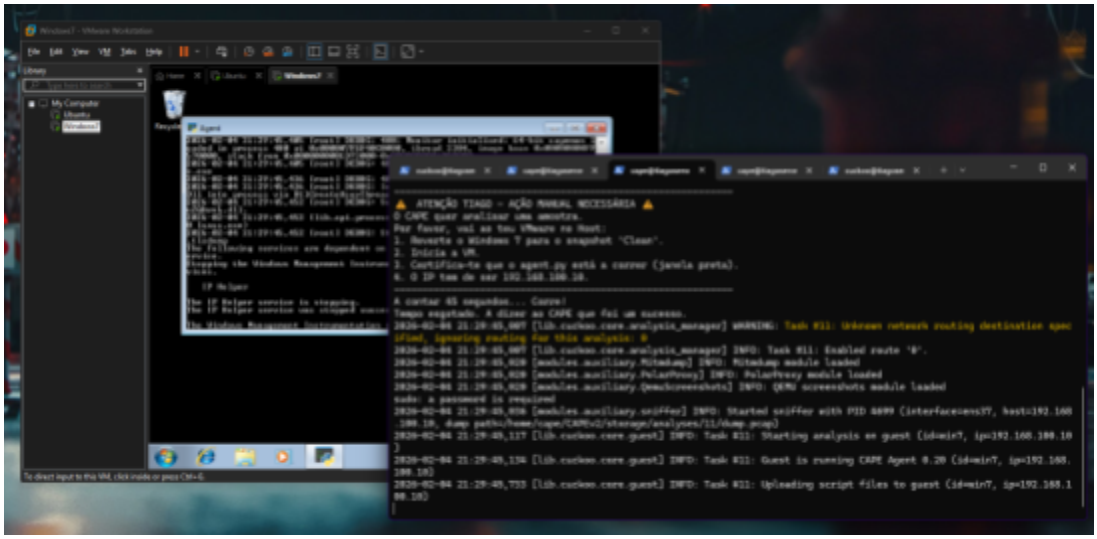


9.- A seguir, realizar o monitoramento: no terminal 1 mostrará a mensagem "Task #X: Starting analysis" e pedirá para reverter e ligar a máquina virtual e será preciso realizá-lo na VMware; no terminal 3 mostrará as mensagens "Anexo extraído" e "Submissão enviada" e no terminal 4, poderão ser gerados os relatórios.



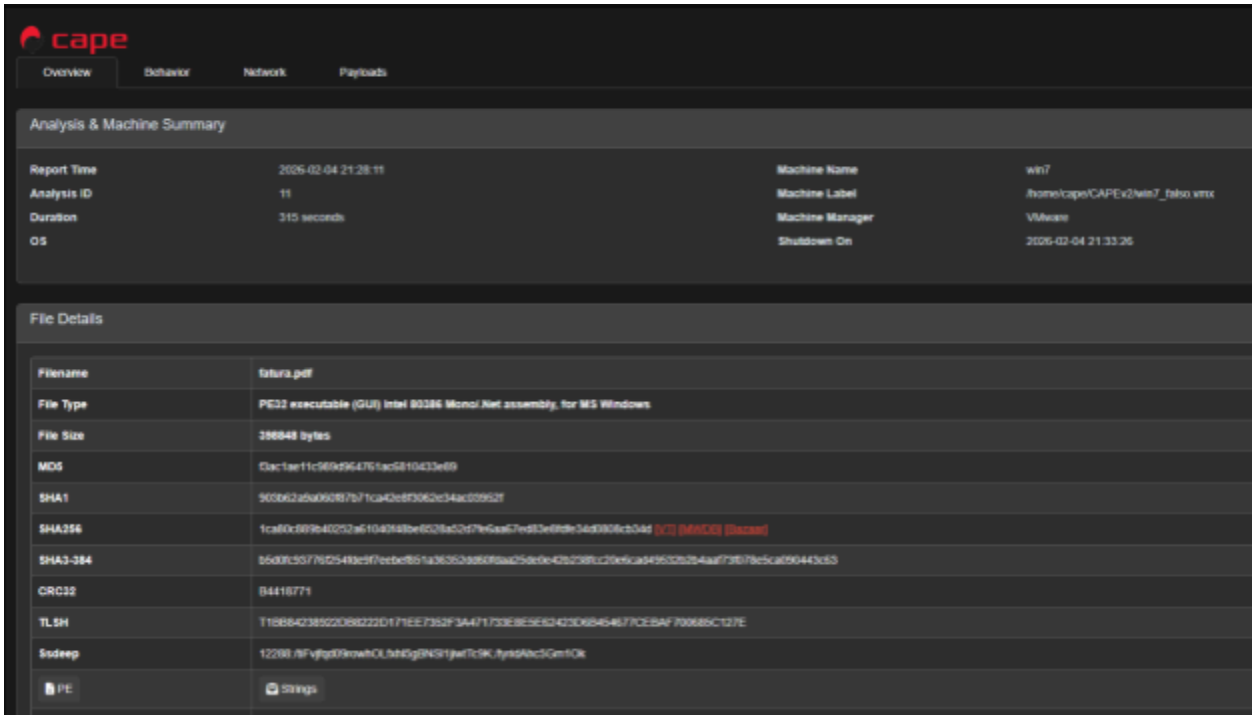






```
2026-02-04 21:33:26,747 [lib.cuckoo.core.guest] INFO: Task #11: Analysis completed successfully (id=win7, ip=192.168.1
00.10)
2026-02-04 21:33:26,778 [modules.machinery.vmware] WARNING: Trying to stop an already stopped machine: /home/cape/CAPE
v2/win7_falso.vmx
2026-02-04 21:33:26,788 [lib.cuckoo.core.analysis_manager] INFO: Task #11: Completed analysis successfully.
2026-02-04 21:33:26,794 [lib.cuckoo.core.analysis_manager] INFO: Task #11: analysis procedure completed
```

10.- Finalmente, ir ao site “http://127.0.0.1:8000/” clicar em ”Recent Analyses” e aceder ao relatório.



Podemos verificar que a CAPE classificou as várias ações do malware de verde a vermelho sendo pouco a muito suspeito.

2.4. Diagramas

Diagrama de Fluxograma

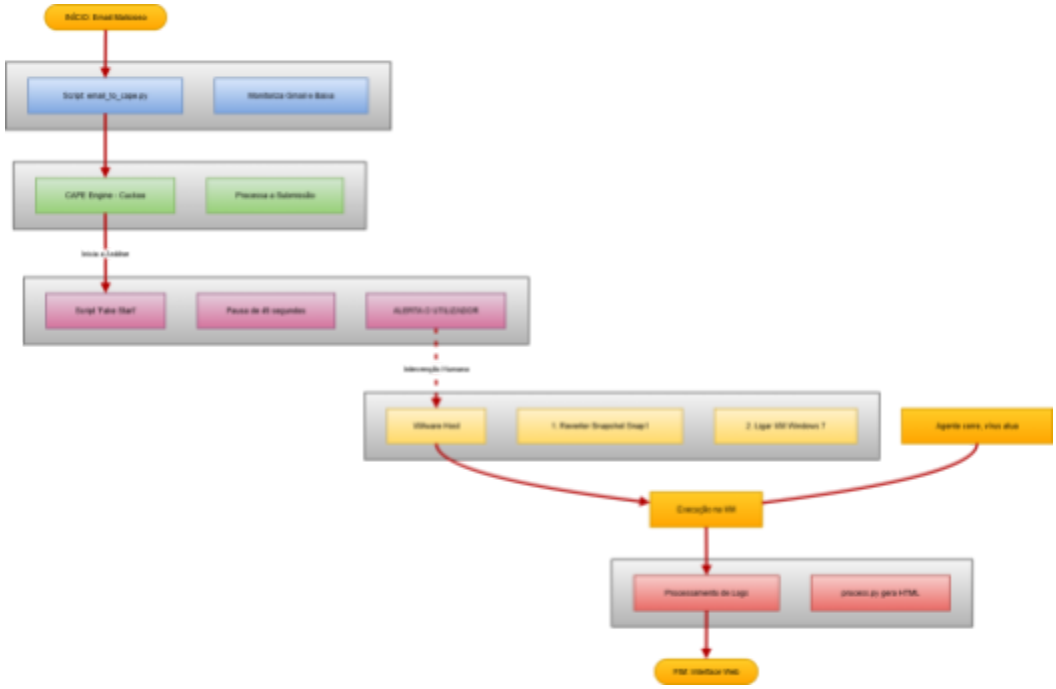
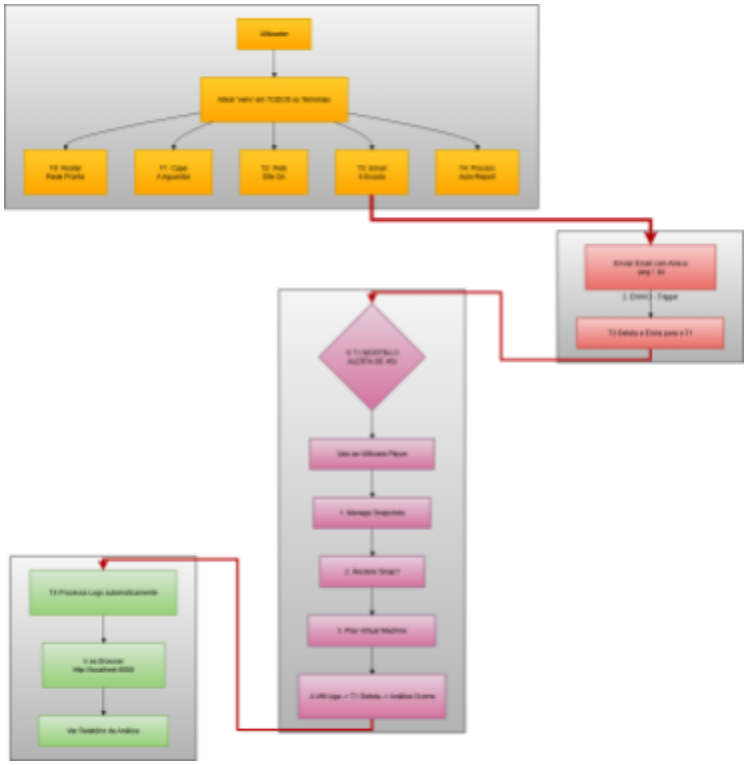


Diagrama de Caso de Uso



2.5. Resultados

Como resultado, foi elaborado um sistema de análise de e-mails que permite detetar malware ou vírus e classificar os ficheiros recebidos na caixa de e-mail em ficheiros infetados e ficheiros "limpos", obtendo assim um projeto de segurança focado na criação, configuração e gestão de scripts dentro de ambientes isolados.

Além disto, foram realizados testes, com o objetivo de comprovar o correto funcionamento do programa e scripts, mediante o envio de ficheiros infetados e não infetados. A seguir mostra-se uma imagem do conteúdo do ficheiro de logs onde pode-se observar a classificação realizada pelo sistema. Podemos ver que o cape classificou ficheiros inofensivos com pontuação baixa e o malware com pontuação quase máxima.

```
cape@tiagoserver:~$ cat ~/organizador.log
[NOVO] ID 7: binary -> SEGURO (Score: 1.7999999999999998)
[NOVO] ID 11: fatura.pdf -> INSEGURO (Score: 9.0)
[NOVO] ID 8: IMG_4231.JPG -> SEGURO (Score: 3.1999999999999997)
cape@tiagoserver:~$ ls -R ~/Relatorios_Finais/
/home/cape/Relatorios_Finais/:
Inseguro  Seguro

/home/cape/Relatorios_Finais/Inseguro:
fatura.pdf

/home/cape/Relatorios_Finais/Seguro:
binary  IMG_4231.JPG
```

3. Conclusão

Em suma, este projeto permitiu, conforme mencionado na introdução, adquirir melhores conhecimentos e prática na criação de scripts e sistemas automatizados, bem como compreender a lógica por detrás desses sistemas, as configurações necessárias para a execução deste tipo de projetos e a utilização de novas ferramentas, como a sandbox.

3.1. Limitações do Projeto

Devido à impossibilidade de deteção do *Nested VT*, não foi possível criar a máquina vítima diretamente dentro do Ubuntu. Como alternativa, a máquina Windows foi criada separadamente no VMware. No entanto, desta forma, o CAPE não conseguia aceder diretamente ao ficheiro *.vmx* da máquina vítima. Para contornar esta limitação, foi desenvolvido um script que simula o arranque automático da máquina virtual. Este script introduz um ciclo de espera de 45 segundos, durante o qual é apresentada uma notificação no terminal a indicar que a máquina vítima deve ser ligada manualmente, permitindo posteriormente que o CAPE prossiga a execução como se tivesse sido responsável pelo arranque da VM.