



**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra

Zabbix e Cacti

Gestão de Redes

Autores

Carlos Emanuel Fernandes Silva - 2022127048

Fábio Oliveira - 2022145902

Professor

José Fernando Fachada Rosado

Ramo de Redes e Administração de Sistemas

Licenciatura em Engenharia Informática

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Instituto Politécnico de Coimbra

Data: 30 de dezembro de 2024

Resumo

Palavras-chave: *SNMP, Zabbix, Cacti, Virtualização, VirtualBox, Ubuntu, Debian, GNS3, Base de Dados, Apache, PHP*

Conteúdo

Resumo	1
1 Introdução	7
2 Zabbix 7.2.1	8
2.1 Introdução ao Zabbix	8
2.2 Objetivo do Zabbix	8
2.3 Componentes do Zabbix	9
2.4 Funcionalidades Principais	9
2.5 Benefícios da Utilização do Zabbix	10
3 Configuração do Zabbix	11
3.1 Introdução	11
3.2 Ambiente de Virtualização	11
3.3 Instalação do Zabbix	12
3.3.1 Preparação do Ambiente	12
3.4 Primeira Configuração do Zabbix na Interface Web	16
3.4.1 Janela de Boas-Vindas	17
3.4.2 Verificação de Pré-Requisitos	18
3.4.3 Configuração da Conexão com a Base de Dados	19
3.4.4 Configurações do Servidor	20
3.4.5 Sumário da Pré-Instalação	21
3.4.6 Conclusão da Instalação	22
3.5 Considerações Finais	22

4	Aplicação do Zabbix num Router	23
4.1	Apresentação da Topologia	23
4.2	Preparação do Zabbix para Monitorização SNMP	23
4.3	Análise de Gráficos	24
4.3.1	Tráfego nas Interfaces e0/0 e e0/1	24
4.3.2	Tráfego Geral da Rede	26
4.3.3	Teste com Pacotes de Diferentes Tamanhos	26
4.3.4	Estado Operacional das Interfaces	27
4.3.5	Uptime do Router	27
4.3.6	Alertas do Zabbix	28
5	Cacti 1.2.28	29
5.1	Introdução ao Cacti	29
5.2	Objetivo do Cacti	29
5.3	Componentes do Cacti	29
5.4	Funcionalidades Principais	30
5.5	Benefícios da Utilização do Cacti	30
6	Instalação e Utilização do Cacti	31
6.1	Introdução	31
6.2	Ambiente de Virtualização	31
6.3	Instalação do Cacti	32
6.4	Primeiro Login no Cacti	34
7	Aplicação do Cacti na própria VM	43
7.1	Load Average	43
7.2	Logged Users	44
7.3	Memory Usage	45
7.4	Processes	46
7.5	Syslog	47
8	Conclusão	49

Lista de Figuras

3.1	Criação da Base de Dados	14
3.2	Comando para Importar para a Base de Dados	15
3.3	Desabilitar a Permissão de criar Estruturas	15
3.4	Ficheiro de Configuração do Zabbix	15
3.5	Alteração da Password	16
3.6	Inicialização dos Serviços Zabbix	16
3.7	Janela de Boas-Vindas do Zabbix	17
3.8	Verificação de Pré-Requisitos	18
3.9	Configuração da Conexão com a Base de Dados	19
3.10	Configurações do Servidor Zabbix	20
3.11	Sumário da Pré-Instalação	21
3.12	Conclusão da Instalação	22
4.1	Topologia da Rede	23
4.2	Bits Recebidos na Interface e0/0	24
4.3	Bits Enviados na Interface e0/0	25
4.4	Bits Recebidos na Interface e0/1	25
4.5	Bits Enviados na Interface e0/1	25
4.6	Tráfego Geral da Rede	26
4.7	Tráfego Geral da Rede com Pacote de Tamanho Personalizado	26
4.8	Estado Operacional da Interface e0/0	27
4.9	Gráfico de Uptime do Router	27
4.10	Uptime do Router obtido via comando show version	27
4.11	Alertas de Problemas no Zabbix	28
6.1	Comandos para a execução do Script	32

6.2	Execução do Shell Script para Instalação do Cacti	32
6.3	Descarregamento da Última Versão do Cacti	33
6.4	Final da Instalação do Cacti	34
6.5	Login Inicial no Cacti	34
6.6	Alteração da Senha do Utilizador	34
6.7	Consentimento dos Termos e COndições do Cacti	35
6.8	Verificação de Pré-Instalação	35
6.9	Configuração do Servidor e da Base de Dados	36
6.10	Configuração das Permissões de Diretoria	36
6.11	Verificação dos Caminhos de Instalação e Seleção da Versão do RRDtool	37
6.12	Consentimento dos Riscos do Script do Instalador	37
6.13	Verificação do Perfil Predefinido	38
6.14	Seleção dos Templates a Instalar	38
6.15	Confirmação da Instalação	39
6.16	Instalação do Cacti em Progresso	39
6.17	Instalação do Cacti Completa	40
6.18	Janela Inicial do Cacti	40
6.19	Configuração do Dispositivo Local	41
6.20	Definição dos Templates para o Dispositivo Local	41
6.21	Criação de uma Tree	42
6.22	Lista de Trees Criadas	42
7.1	Gráfico do Load Average	43
7.2	Gráfico de Utilizadores Logados	44
7.3	Utilizadores Logados através do comando ' <i>who</i> '	44
7.4	Gráfico de Utilização da Memória	45
7.5	Utilização da Memória através do comando ' <i>free -h</i> '	45
7.6	Gráfico de Número de Processos	46
7.7	Gráfico para Análise de Syslog	47
7.8	Mensagens do Syslog com Atividade	47
7.9	Gráfico de Syslog sem Atividade	48

Lista de Abreviações

e0/0	Interface Ethernet 0/0
e0/1	Interface Ethernet 0/0
VM	<i>Virtual Machine</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>

Capítulo 1

Introdução

Este relatório visa demonstrar a utilização do Zabbix e do Cacti, que são duas ferramentas, de monitorização de redes, de código aberto. O objetivo é analisar o seu funcionamento em ambientes virtualizados, destacando funcionalidades e limitações. A instalação e configuração foram realizadas em máquinas virtuais com Ubuntu e Debian, respetivamente, monitorizando um router virtual através do protocolo SNMP e a própria VM. O ambiente virtualizado permitiu testes seguros. Este trabalho possibilita comparar as características das ferramentas, para auxiliar na escolha da melhor opção para um contexto específico.

Capítulo 2

Zabbix 7.2.1

2.1 Introdução ao Zabbix

O Zabbix é uma ferramenta de monitorização de redes bastante utilizada em ambientes empresariais e trabalhos académicos. Trata-se de uma plataforma de código aberto que permite monitorizar o desempenho, a disponibilidade e os recursos de dispositivos de rede, servidores, aplicações e outros recursos da área de TI. Lançado inicialmente em 2001 por Alexei Vladishev, o Zabbix é hoje uma das soluções mais robustas e confiáveis na área de monitorização.

2.2 Objetivo do Zabbix

O principal objetivo do Zabbix é fornecer uma visão centralizada e em tempo real do estado dos dispositivos de TI. Ele permite identificar problemas instantaneamente, permitindo parar problemas antes que impactem os utilizadores. Isto permite manter altos níveis de disponibilidade e desempenho nos sistemas monitorizados. Além disso, o Zabbix suporta a criação de alertas automatizados, relatórios detalhados, visualizações personalizadas e triggers que são acionados em situações configuráveis pelo administrador que facilitam a tomada de decisões e a resolução de problemas.

2.3 Componentes do Zabbix

O Zabbix é composto por vários componentes principais:

- **Zabbix Server:** Responsável pela recolha e processamento dos dados de monitorização. Ele armazena as informações na base de dados configurado.
- **Zabbix Agent:** Instalado nos dispositivos que estão a ser monitorizados. O agente recolhe métricas específicas e envia-as para o Zabbix Server.
- **Base de Dados:** Armazena todas as informações coletadas, incluindo métricas, configurações, logs e históricos de eventos.
- **Interface Web:** Fornece uma interface gráfica prática para configuração, monitorização e visualização dos dados.
- **Proxies:** Usados para escalabilidade, os proxies permitem monitorar redes remotas ou distribuídas sem conexão direta com o servidor principal. Não foi explorado este aspeto no trabalho.

2.4 Funcionalidades Principais

O Zabbix oferece diversas funcionalidades que o tornam uma ferramenta versátil:

- Monitorização de servidores, dispositivos de rede, aplicações e serviços.
- Suporte a múltiplos protocolos, como SNMP, IPMI, JMX e agentes personalizados.
- Alertas e notificações configuráveis por *e-mail*, SMS, *webhook* e outras integrações.
- Criação de gráficos, dashboards e relatórios personalizados.
- Configuração de detecção automática de dispositivos na rede.
- Escalabilidade para ambientes pequenos e grandes, suportando milhares de dispositivos.

2.5 Benefícios da Utilização do Zabbix

A adoção do Zabbix traz diversos benefícios, como:

- Redução do tempo de inatividade através da detecção proativa de problemas.
- Melhor gestão de recursos de TI, com insights detalhados sobre desempenho e utilização.
- Flexibilidade para monitorar praticamente qualquer tipo de ativo de TI, graças à sua extensibilidade.
- Custo reduzido, por ser uma ferramenta de código aberto sem custos de licenciamento.
- Comunidade ativa e ampla documentação para suporte.

Capítulo 3

Configuração do Zabbix

3.1 Introdução

Este capítulo detalha o processo de configuração do Zabbix 7.2.1. A configuração foi realizada num ambiente de virtualização, com recurso à VirtualBox e a uma máquina virtual com sistema operativo Ubuntu.

Esta abordagem, que se adequa aos objetivos do trabalho ao utilizar ferramentas de hipervisão e virtualização, permite explorar o Zabbix num ambiente isolado e controlado, com a vantagem adicional de poder utilizar snapshots para reverter quaisquer problemas ou erros durante a instalação e configuração. Ao utilizar um sistema operativo diferente do da máquina anfitriã (host) também ofereceu um ambiente seguro de trabalho sem riscos para o nosso sistema operativo.

Inicialmente, foi feita uma tentativa de utilizar o sistema operativo Debian 12. Contudo, após múltiplas tentativas e a ocorrência de diversos erros, particularmente relacionados com a base de dados e com a instalação do zabbix-server, foi decidido proceder à alteração do sistema operativo, desta forma usando uma distribuição Ubuntu.

3.2 Ambiente de Virtualização

O ambiente de virtualização escolhido para este trabalho foi o VirtualBox, uma plataforma de virtualização amplamente utilizada e de fácil configuração. Para a execução do Zabbix Server e demais componentes, foi criada uma máquina virtual com as seguintes especificações:

-
- **Sistema Operativo:** Ubuntu 22.04 Noble (servidor)
 - **Memória RAM:** 6 GB
 - **Processador:** 3 cores de CPU
 - **Disco Rígido:** 25 GB (mais do que suficiente)
 - **Adaptadores de Rede:** Dois adaptadores, um NAT e outro Genérico

Estas especificações revelaram-se adequadas para a instalação e execução do Zabbix Server, bem como para a monitorização de um router. O adaptador NAT serve para ter acesso à internet e poder fazer *download* aos ficheiros necessários do Zabbix. O outro adaptador, o genérico, é para perminir a conexão à topologia.

3.3 Instalação do Zabbix

Para a instalação do Zabbix, foi seguido um processo detalhado que inclui a configuração do repositório, a instalação dos pacotes, a criação da base de dados, a configuração do servidor Zabbix e o arranque dos serviços. Cada passo será descrito detalhadamente abaixo:

3.3.1 Preparação do Ambiente

a. Tornar-se Utilizador Root

Para executar os comandos de instalação, é necessário ter privilégios de administrador (root). Para tal, é necessário iniciar sessão com o seguinte comando:

```
sudo -s
```

Este comando abre uma nova sessão de terminal como utilizador root, permitindo executar comandos com privilégios elevados sem necessitar de introduzir repetidamente a palavra-passe.

b. Adicionar o Repositório Zabbix

Para instalar o Zabbix, primeiramente foi adicionado o repositório oficial. A documentação do Zabbix oferece os seguintes comandos:

```
wget https://repo.zabbix.com/zabbix/7.2/release/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release
dpkg -i zabbix-release_latest_7.2+ubuntu24.04_all.deb
apt update
```

- O comando ‘*wget*’ faz o *download* do pacote de lançamento do Zabbix.
- ‘*dpkg -i*’ instala esse pacote, adicionando o repositório do Zabbix à lista de repositórios do sistema.
- ‘*apt update*’ atualiza a lista de pacotes disponíveis, garantindo que o sistema reconhece o novo repositório.

c. Instalar Zabbix Server, Frontend e Agent

A instalação do Zabbix server, do frontend web e do agente é feita com o comando:

```
apt install zabbix-server-mysql zabbix-frontend-php zabbix-apache-conf zabbix-sql
```

Este comando instala todos os pacotes necessários para o servidor, a interface web e o agente Zabbix. Adicionalmente instala também o pacote de configuração para o apache2 e os scripts SQL que serão usados mais tarde.

d. Instalar e Configurar o Servidor MySQL

O Zabbix precisa de um servidor de base de dados para armazenar informações sobre a configuração e monitorização, optou-se por usar o MySQL. A instalação e configuração são realizadas com os seguintes comandos:

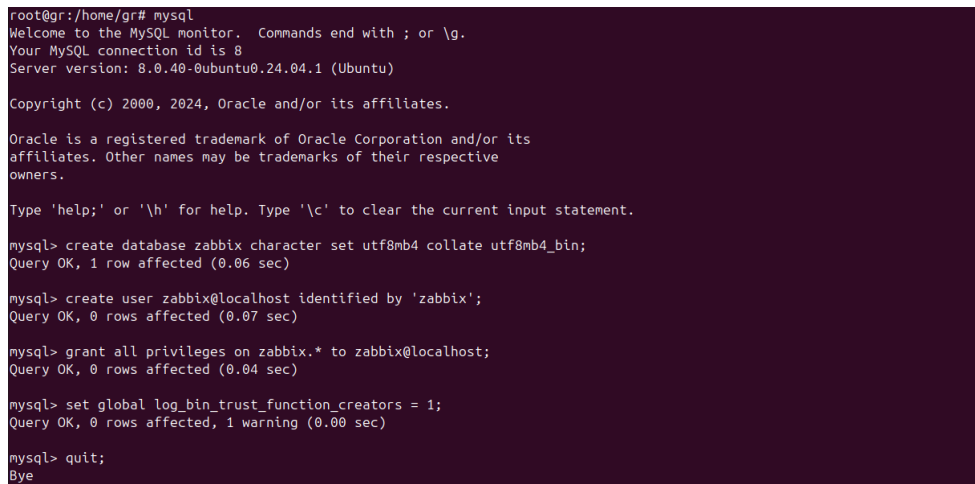
```
apt-get install mysql-server
systemctl start mysql
```

Inicialmente é instalado o MySQL com o apt, e depois o serviço é iniciado para poder ser usado.

e. Criar a Base de Dados Inicial

Após ter o mysql em execução, é necessário criar uma base de dados para o Zabbix, criar o utilizador com permissões para aceder a essa base de dados e habilitar uma opção para que a criação de rotinas e *triggers* funcione corretamente.

```
mysql -uroot -p
password
mysql> create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;
mysql> create user zabbix@localhost identified by 'password';
mysql> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost;
mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 1;
mysql> quit;
```



```
root@gr:/home/gr# mysql
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 8
Server version: 8.0.40-0ubuntu0.24.04.1 (Ubuntu)

Copyright (c) 2000, 2024, Oracle and/or its affiliates.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;
Query OK, 1 row affected (0.06 sec)

mysql> create user zabbix@localhost identified by 'zabbix';
Query OK, 0 rows affected (0.07 sec)

mysql> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost;
Query OK, 0 rows affected (0.04 sec)

mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 1;
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.00 sec)

mysql> quit;
Bye
```

Figura 3.1: Criação da Base de Dados

- A linha *'create database ...;'* cria a base de dados 'zabbix' com a codificação e collation adequadas.
- A linha *'create user ...;'* cria um utilizador 'zabbix' que irá usar para aceder à base de dados.
- A linha *'grant all ...;'* dá ao utilizador criado todos os privilégios sobre a base de dados 'zabbix'.
- A linha *'set global ...;'* habilita temporariamente a criação de rotinas para criar a estrutura do banco de dados.

De seguida, importamos o esquema e os dados para a base de dados recém-criada:

```
zcat /usr/share/zabbix/sql-scripts/mysql/server.sql.gz | mysql --default-character-
```

```
root@gr:/home/gr# zcat /usr/share/zabbix/sql-scripts/mysql/server.sql.gz | mysql --default-character-set=utf8mb4 -uzabbi
x -p zabbix
Enter password:
```

Figura 3.2: Comando para Importar para a Base de Dados

Este comando importa o ficheiro de esquema SQL para a base de dados ‘zabbix’, configurando a estrutura das tabelas e os dados iniciais. Será solicitada a palavra passe do utilizador criado anteriormente.

Por último, voltamos a desabilitar a opção que foi previamente habilitada:

```
root@gr:/home/gr# mysql
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 10
Server version: 8.0.40-0ubuntu0.24.04.1 (Ubuntu)

Copyright (c) 2000, 2024, Oracle and/or its affiliates.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 0;
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.00 sec)

mysql> quit;
Bye
```

Figura 3.3: Desabilitar a Permissão de criar Estruturas

```
mysql -uroot -p
password
mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 0;
mysql> quit;
```

f. Configurar a Base de Dados para o Servidor Zabbix

Para o servidor Zabbix se conectar à base de dados, é necessário definir a password no ficheiro de configuração: `/etc/zabbix/zabbix_server.conf`.

```
root@gr:/home/gr# nano /etc/zabbix/zabbix_server.conf
```

Figura 3.4: Ficheiro de Configuração do Zabbix

Deve-se alterar a linha `DBPassword` para a palavra-passe usada.

```
DBPassword=zabbix
```

g. Iniciar os Serviços Zabbix

Após a configuração, os serviços do Zabbix são iniciados e ativados:


```
DBUser=zabbix

### Option: DBPassword
#     Database password.
#     Comment this line if no password is used.
#
# Mandatory: no
# Default:
DBPassword=zabbix
```

Figura 3.5: Alteração da Password

```
systemctl restart zabbix-server zabbix-agent apache2
systemctl enable zabbix-server zabbix-agent apache2
```

O comando ‘*systemctl restart*’ reinicia o servidor Zabbix, o agente e o servidor web Apache, e o comando ‘*systemctl enable*’ faz com que esses serviços sejam iniciados automaticamente após o *reboot* do sistema.

```
root@gr:/home/gr# systemctl restart zabbix-server zabbix-agent apache2
root@gr:/home/gr# systemctl enable zabbix-server zabbix-agent apache2
```

Figura 3.6: Inicialização dos Serviços Zabbix

h. Abrir a Interface Web do Zabbix

Finalmente, a interface web do Zabbix pode ser acedida através do browser, através do endereço ‘*http://localhost/zabbix*’.

3.4 Primeira Configuração do Zabbix na Interface Web

Após a instalação e o arranque dos serviços, ao aceder à interface web do Zabbix pela primeira vez, um assistente de configuração guia o utilizador pelos passos iniciais necessários.

3.4.1 Janela de Boas-Vindas

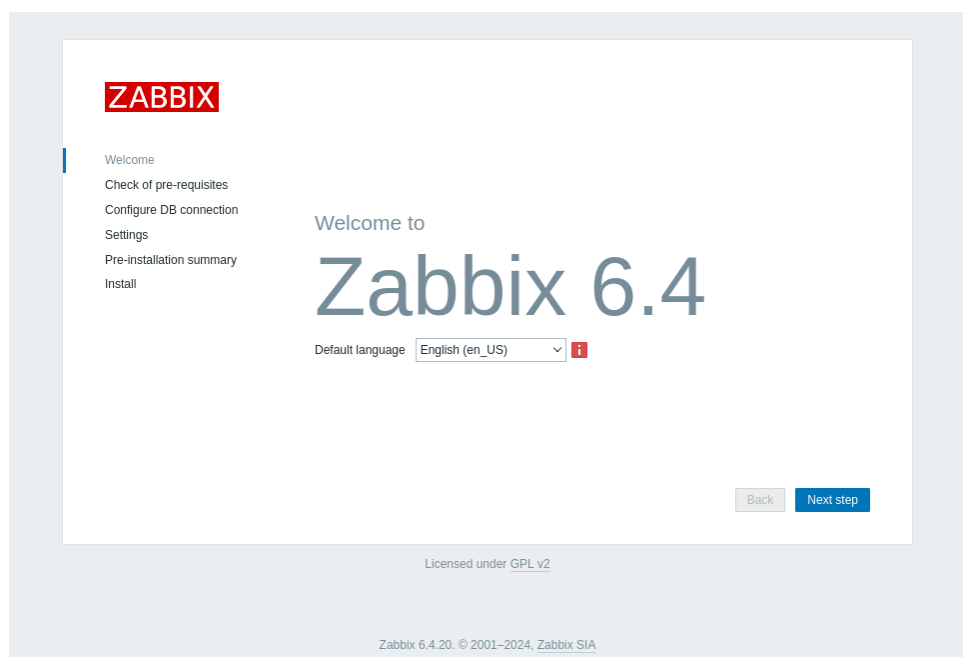


Figura 3.7: Janela de Boas-Vindas do Zabbix

A primeira página, intitulada "*Welcome*", mostra a versão do Zabbix e permite selecionar o idioma da interface. Foi escolhido "*English (US)*" por ser o idioma mais comum na documentação e fóruns de suporte do Zabbix.

3.4.2 Verificação de Pré-Requisitos

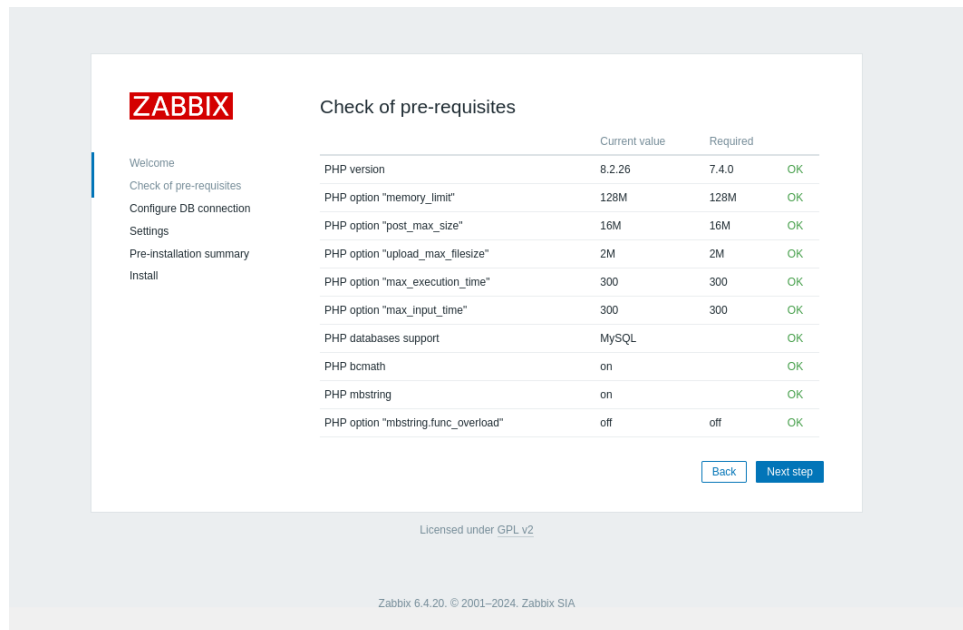
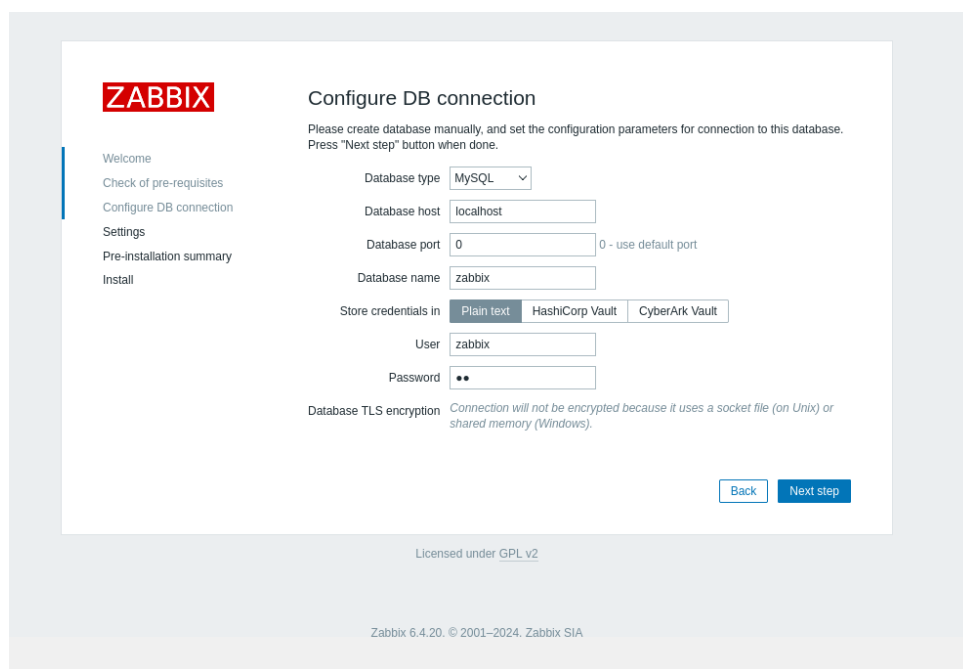


Figura 3.8: Verificação de Pré-Requisitos

O passo seguinte, "*Check of pre-requisites*", verifica se todos os requisitos necessários para o funcionamento correto do Zabbix estão cumpridos. É essencial que todos os requisitos estejam marcados a verde para garantir uma instalação bem-sucedida. Esta verificação abrange diversos aspetos como versões do PHP, extensão de base de dados, e outras configurações do servidor. Caso algum requisito não esteja cumprido, será necessário corrigir a configuração do sistema antes de prosseguir.

3.4.3 Configuração da Conexão com a Base de Dados

No separador "*Configure DB Connection*", selecionamos o tipo de base de dados a utilizar, que neste caso foi "*MySQL*". É necessário introduzir os dados de ligação à base de dados, como o nome da base de dados, o utilizador e a respetiva palavra-passe. Estes dados devem corresponder à configuração realizada na secção anterior.

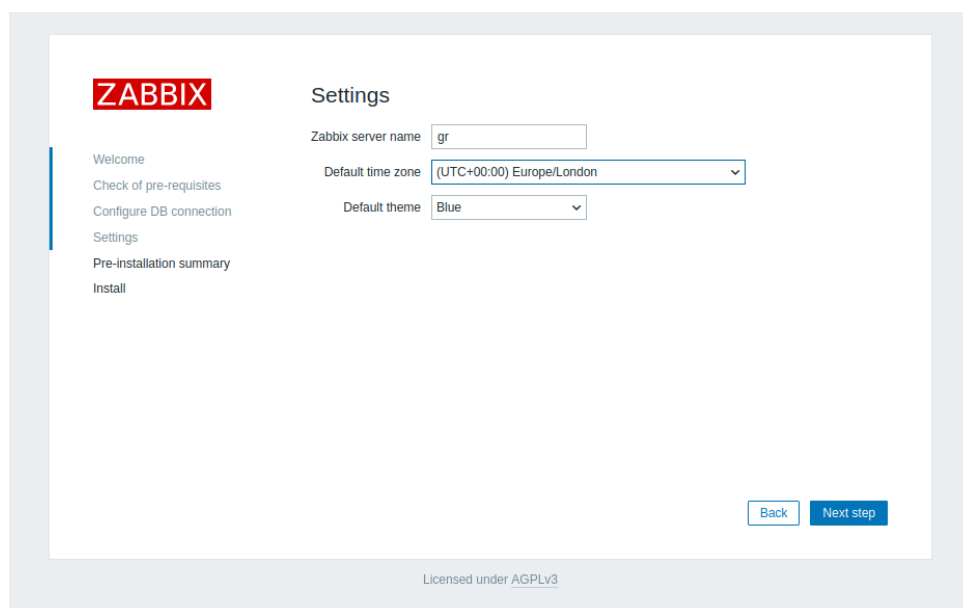


The screenshot displays the Zabbix web interface for configuring the database connection. On the left, a sidebar menu includes 'Welcome', 'Check of pre-requisites', 'Configure DB connection' (the active step), 'Settings', 'Pre-installation summary', and 'Install'. The main content area is titled 'Configure DB connection' and includes instructions: 'Please create database manually, and set the configuration parameters for connection to this database. Press "Next step" button when done.' The configuration fields are as follows: 'Database type' is a dropdown menu set to 'MySQL'; 'Database host' is a text input field containing 'localhost'; 'Database port' is a text input field containing '0', with a note '0 - use default port'; 'Database name' is a text input field containing 'zabbix'. Below these, 'Store credentials in' has three radio buttons: 'Plain text' (selected), 'HashiCorp Vault', and 'CyberArk Vault'. The 'User' field is a text input containing 'zabbix', and the 'Password' field is a masked text input with two dots. A note about 'Database TLS encryption' states: 'Connection will not be encrypted because it uses a socket file (on Unix) or shared memory (Windows)'. At the bottom right, there are 'Back' and 'Next step' buttons. The footer of the interface shows 'Licensed under GPL v2' and 'Zabbix 6.4.20. © 2001–2024. Zabbix SIA'.

Figura 3.9: Configuração da Conexão com a Base de Dados

3.4.4 Configurações do Servidor

O passo seguinte, "*Settings*", permite definir algumas configurações do servidor Zabbix, como o nome do servidor, o fuso horário e o tema da interface. Foi decidido deixar o tema predefinido e ajustar apenas o nome do servidor, assim também como o fuso horário para a zona de Londres que é a mesma hora que Portugal Continental.



The screenshot shows the Zabbix installation wizard's "Settings" step. On the left is a vertical navigation menu with the ZABBIX logo at the top and the following items: Welcome, Check of pre-requisites, Configure DB connection, Settings (highlighted with a blue bar), Pre-installation summary, and Install. The main content area is titled "Settings" and contains three configuration fields: "Zabbix server name" with a text input containing "gr", "Default time zone" with a dropdown menu showing "(UTC+00:00) Europe/London", and "Default theme" with a dropdown menu showing "Blue". At the bottom right of the main area are two buttons: "Back" and "Next step". At the very bottom of the window, centered, is the text "Licensed under [AGPLv3](#)".

Figura 3.10: Configurações do Servidor Zabbix

3.4.5 Sumário da Pré-Instalação

O passo "*Pre-installation summary*" apresenta um resumo de todas as configurações selecionadas nos passos anteriores. É uma última oportunidade para verificar se todos os parâmetros estão corretos antes de iniciar a instalação.

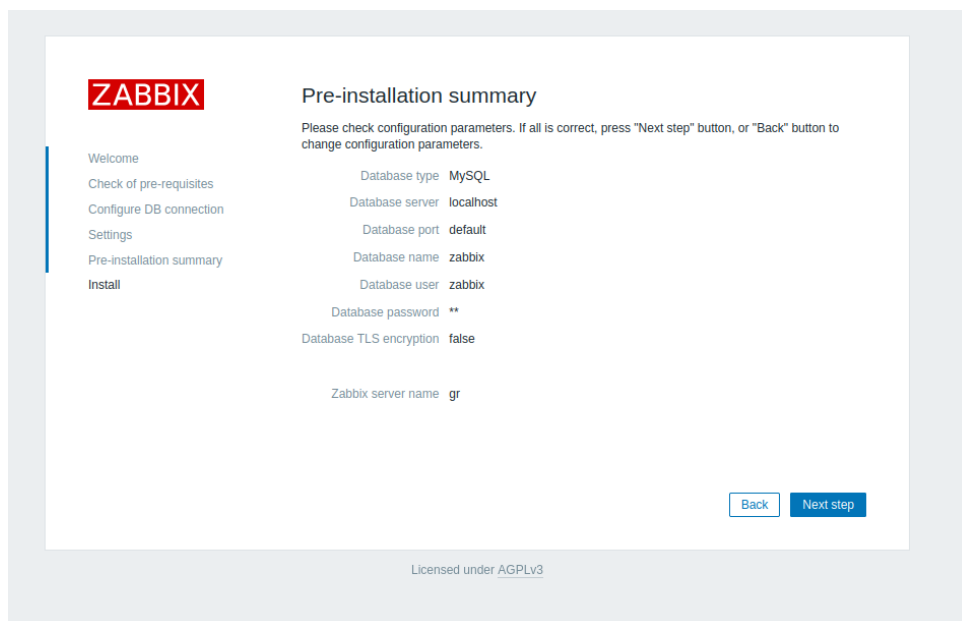


Figura 3.11: Sumário da Pré-Instalação

3.4.6 Conclusão da Instalação

Por fim, a instalação é confirmada e uma mensagem informa que o ficheiro `zabbix.conf.php` foi criado na pasta `conf`.

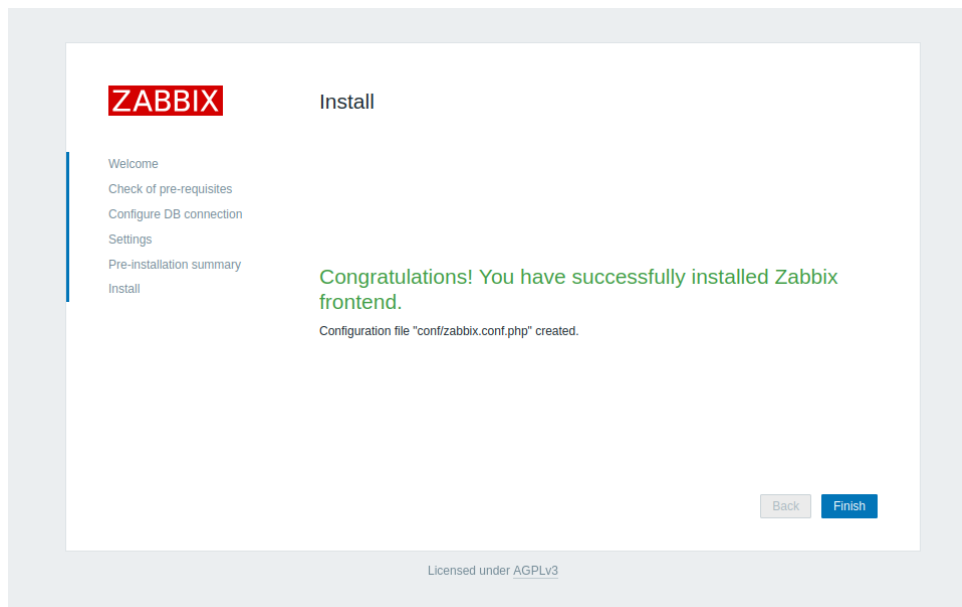


Figura 3.12: Conclusão da Instalação

Após este passo, o Zabbix está completamente configurado para começar a ser usado.

3.5 Considerações Finais

A instalação e configuração do Zabbix 7.2.1 no Ubuntu revelou-se um processo relativamente direto, quando comparado com as tentativas iniciais em Debian 12, mas mesmo assim custou-nos várias tentativas até funcionar. A flexibilidade do Ubuntu, aliada à documentação oficial do Zabbix, facilitou a resolução de problemas e a instalação bem-sucedida. O recurso à virtualização e aos snapshots permitiu realizar todo este processo de forma segura e repetitiva sem muitas demoras, uma prática recomendável ao trabalhar com ferramentas de monitorização.

Capítulo 4

Aplicação do Zabbix num Router

4.1 Apresentação da Topologia

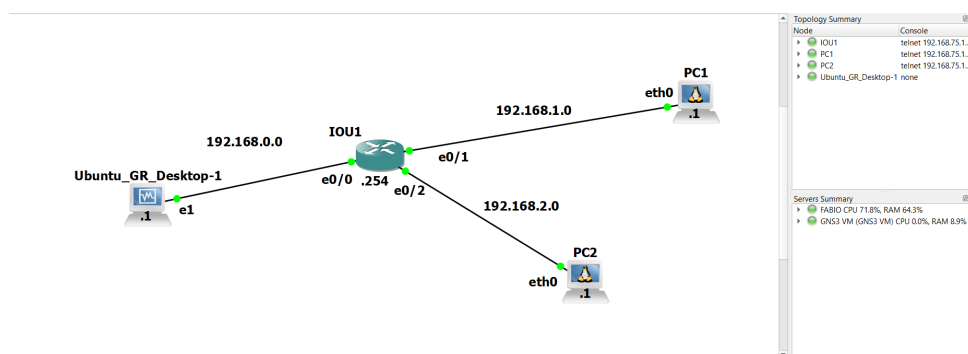


Figura 4.1: Topologia da Rede

Esta topologia é composta por um router central e 3 redes: 192.168.0.0, 192.168.1.0 e 192.168.2.0. Os utilizadores de cada rede têm o endereço .1, e os seus respetivos default gateways são .254. A nossa máquina virtual tem o endereço 192.168.0.1.

4.2 Preparação do Zabbix para Monitorização SNMP

Para que o Zabbix possa recolher dados de um router, é necessário preparar o ambiente. Primeiro, é necessário instalar o protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol) na máquina virtual Ubuntu, pois é através dele que o Zabbix irá comunicar com o router. O SNMP é um protocolo de gestão de rede que permite recolher e enviar informações sobre dispositivos de rede.

Para o instalar foi usado o comando *apt-get install snmp*.

Após instalar o snmp, é necessário configurar o router para permitir o acesso via SNMP. Para tal, utilizamos o comando `snmp server community <nome_da_comunidade> ro`, onde `<nome_da_comunidade>` é o nome da comunidade SNMP que o Zabbix irá usar para se autenticar (é à escolha do utilizador). O modificador `ro` (read only) indica que o Zabbix apenas poderá ler informações do router e não terá permissão para alterar as suas configurações.

Por fim, para que o Zabbix consiga recolher as informações do router, temos de criar um host SNMP no Zabbix. Ao adicionar um novo host, especificamos o endereço IP do router que será o seu default gateway (192.168.0.254) e a comunidade SNMP configurada no router. Após o host ficar a verde no Zabbix, significa que a comunicação com o router foi bem-sucedida e o Zabbix já está a analisar os seus dados.

4.3 Análise de Gráficos

4.3.1 Tráfego nas Interfaces e0/0 e e0/1

O Zabbix permitiu-nos analisar os bits recebidos e enviados na interface e0/0, que é a do default gateway da nossa VM. Usamos um comando para ping contínuo entre o PC1 e a VM para obter tráfego, que é representado pelo pico no gráfico.

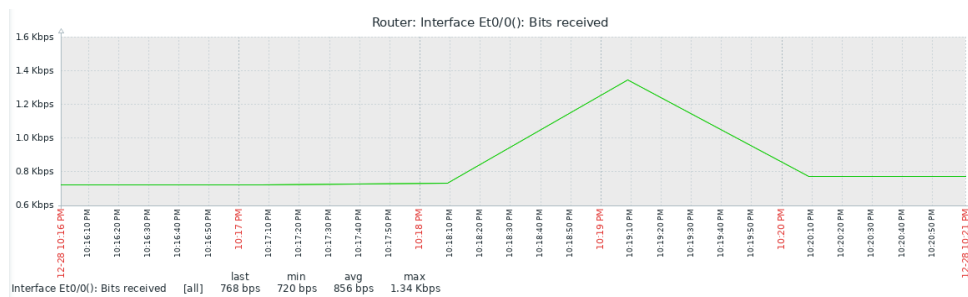


Figura 4.2: Bits Recebidos na Interface e0/0

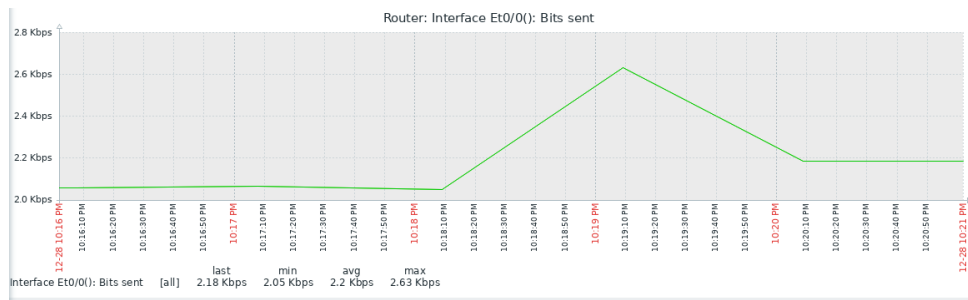


Figura 4.3: Bits Enviados na Interface e0/0

Também conseguimos capturar o mesmo tráfego na interface e0/1, que é a do PC1.

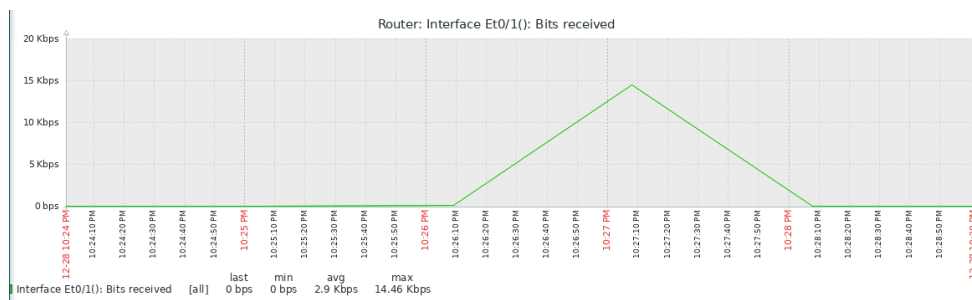


Figura 4.4: Bits Recebidos na Interface e0/1

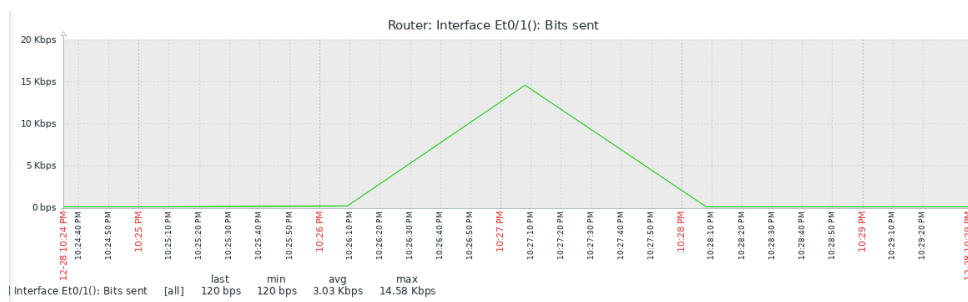


Figura 4.5: Bits Enviados na Interface e0/1

4.3.2 Tráfego Geral da Rede

O Zabbix também contém um gráfico para análise do tráfego da rede em geral. Este gráfico observa os bits recebidos e enviados, pacotes recebidos e enviados com erros e pacotes enviados ou recebidos que foram descartados. Neste gráfico apenas tivemos captura de tráfego que está presente em dois gráficos anteriores, mas desta vez o recebido e enviado em simultâneo. Observamos um maior número de bits enviados do que recebidos, algo também observado nos gráficos anteriores. Isto deve-se ao facto de o router estar a ser monitorizado pela VM via SNMP. As requisições (pequenas) partem da VM, mas as respostas do router contêm mais dados.

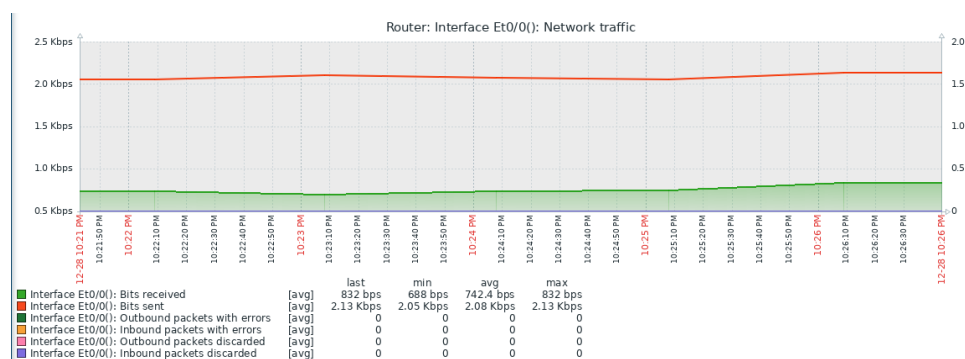


Figura 4.6: Tráfego Geral da Rede

4.3.3 Teste com Pacotes de Diferentes Tamanhos

Para testar a precisão do Zabbix, usamos o comando `ping <endereço_IP> -s <tamanho_do_pacote>` para enviar um pacote maior e observar as mudanças no gráfico no Zabbix.

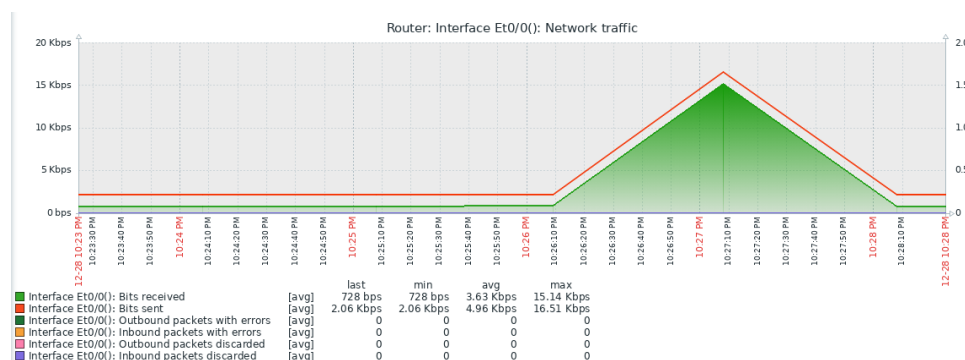


Figura 4.7: Tráfego Geral da Rede com Pacote de Tamanho Personalizado

4.3.4 Estado Operacional das Interfaces

O Zabbix permite-nos obter o Estado Operacional das interfaces. Neste exemplo podemos ver que a interface e0/0 esteve 100% operacional a 100% do tempo.

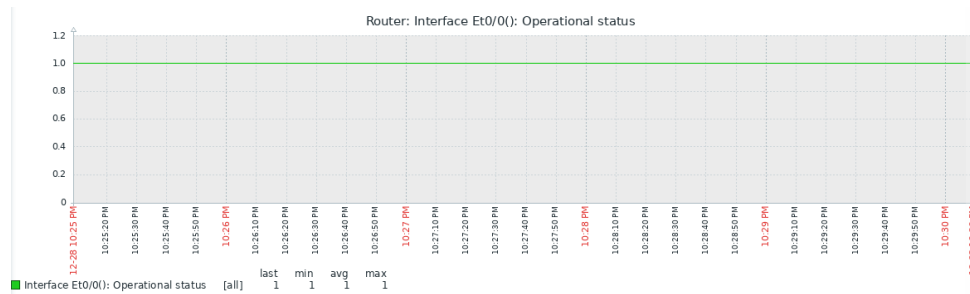


Figura 4.8: Estado Operacional da Interface e0/0

4.3.5 Uptime do Router

Há um gráfico que mostra o tempo total que o router está a trabalhar. Nas duas imagens seguintes podemos observar o gráfico com o uptime a chegar perto das 3 horas e 39 minutos. Na segunda imagem usamos o comando `show version` no router para obter informação de há quanto tempo está o router ativo e observamos que também diz 3 horas e 39 minutos.

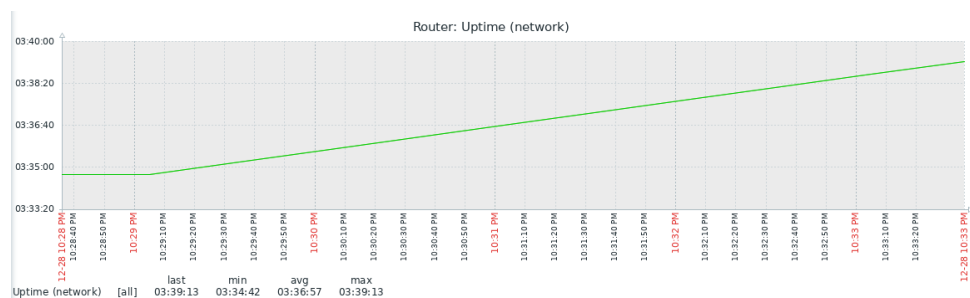


Figura 4.9: Gráfico de Uptime do Router

```
IOU1(config)#do sh ver
Cisco IOS Software, Linux Software (I86BI_LINUX-ADVENTERPRISEK9-M), Version 15.5(2)T, DEVELOPMENT TEST SOFTWARE
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2015 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Thu 26-Mar-15 07:36 by prod_rel_team

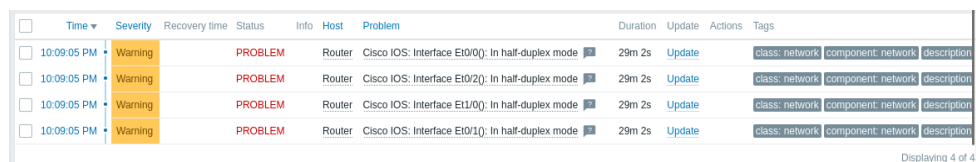
ROM: Bootstrap program is Linux

IOU1 uptime is 3 hours, 39 minutes
System returned to ROM by reload at 0
System image file is "unix:/opt/gns3/images/IOU/i86bi-linux-l3-adventerprisek9-ms.155-2.T."
Last reload reason: Unknown reason
```

Figura 4.10: Uptime do Router obtido via comando show version

4.3.6 Alertas do Zabbix

Para concluir, mais uma funcionalidade do Zabbix é que receber alertas de problemas com uma breve descrição deles. No nosso caso, as portas estavam em modo half-duplex quando os terminais queriam transmissão a full-duplex.



<input type="checkbox"/>	Time	Severity	Recovery time	Status	Info	Host	Problem	Duration	Update	Actions	Tags
<input type="checkbox"/>	10:09:05 PM	Warning		PROBLEM		Router	Cisco IOS: Interface Et0/0(): In half-duplex mode	29m 2s	Update		class: network component: network description
<input type="checkbox"/>	10:09:05 PM	Warning		PROBLEM		Router	Cisco IOS: Interface Et0/2(): In half-duplex mode	29m 2s	Update		class: network component: network description
<input type="checkbox"/>	10:09:05 PM	Warning		PROBLEM		Router	Cisco IOS: Interface Et1/0(): In half-duplex mode	29m 2s	Update		class: network component: network description
<input type="checkbox"/>	10:09:05 PM	Warning		PROBLEM		Router	Cisco IOS: Interface Et0/1(): In half-duplex mode	29m 2s	Update		class: network component: network description

Displaying 4 of 4

Figura 4.11: Alertas de Problemas no Zabbix

Capítulo 5

Cacti 1.2.28

5.1 Introdução ao Cacti

O Cacti é uma ferramenta de monitorização de rede de código aberto, amplamente utilizada para visualizar e gerir o desempenho de dispositivos e serviços de TI. A sua flexibilidade e interface web amigável tornam-no uma escolha popular para administradores de sistemas e redes.

5.2 Objetivo do Cacti

O principal objetivo do Cacti é fornecer uma plataforma robusta e escalável para monitorizar o desempenho de redes e dispositivos. Ele permite aos utilizadores visualizar métricas de desempenho através de gráficos personalizáveis, o que facilita a identificação de tendências e problemas em tempo real.

5.3 Componentes do Cacti

O Cacti é composto por vários componentes principais, que trabalham em conjunto para fornecer uma solução de monitorização eficaz:

- **Interface Web:** Uma interface gráfica baseada para trabalhar no browser onde permite a configuração, visualização de gráficos e gestão geral.
- **Poller:** Responsável por recolher dados de dispositivos e serviços monitorizados utilizando SNMP e outros protocolos.

-
- **Base de Dados:** Armazena informações sobre dispositivos, gráficos, utilizadores e outras configurações do Cacti.
 - **RRDtool:** Utilizado para criação e gestão de gráficos, permitindo visualizar métricas de desempenho ao longo do tempo.

5.4 Funcionalidades Principais

O Cacti oferece diversas funcionalidades que o tornam uma ferramenta versátil para monitorização de redes:

- Monitorização de dispositivos e serviços através de SNMP e outros protocolos.
- Criação de gráficos personalizáveis com base em métricas de desempenho.
- Gestão de utilizadores e permissões, garantindo o acesso controlado à ferramenta.
- Suporte a templates, que facilitam a configuração de monitorização para dispositivos e serviços.
- Interface web intuitiva e fácil de usar, permitindo a gestão da plataforma sem dificuldades.

5.5 Benefícios da Utilização do Cacti

A utilização do Cacti traz diversos benefícios, como:

- Visualização clara e concisa de dados de desempenho de redes e dispositivos.
- Identificação rápida de problemas através da monitorização em tempo real.
- Flexibilidade para configurar a monitorização para diferentes tipos de dispositivos e serviços.
- Escalabilidade para monitorizar ambientes de rede pequenos e grandes.
- Gratuito e de código aberto, sem custos de licenciamento.

Capítulo 6

Instalação e Utilização do Cacti

6.1 Introdução

De igual forma ao Zabbix, o Cacti foi instalado num ambiente virtualizado utilizando o VirtualBox e uma máquina virtual com o sistema operativo Debian 12. Esta abordagem garante as mesmas seguranças e benefícios mencionados anteriormente em relação às ferramentas de virtualização e hipervisão, incluindo a possibilidade de utilizar snapshots para reverter o sistema em caso de problemas.

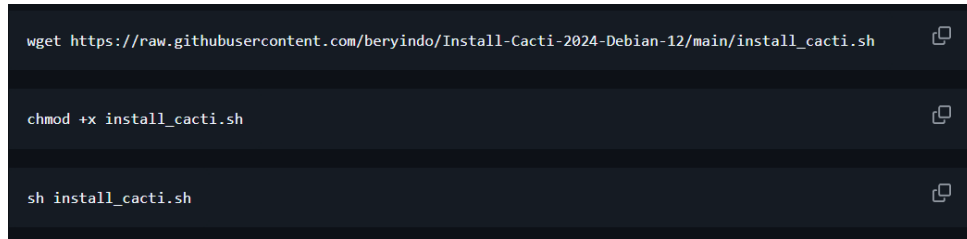
6.2 Ambiente de Virtualização

O ambiente de virtualização utilizado possui as seguintes especificações:

- **Sistema Operativo:** Debian 12
- **Memória RAM:** 6 GB
- **Processador:** 3 cores de CPU
- **Disco Rígido:** 20 GB (apenas ocupa 8.4 GB)
- **Adaptadores de Rede:** Um adaptador NAT

6.3 Instalação do Cacti

Estes foram os comandos usados para ir buscar o script ao GitHub e executá-lo:

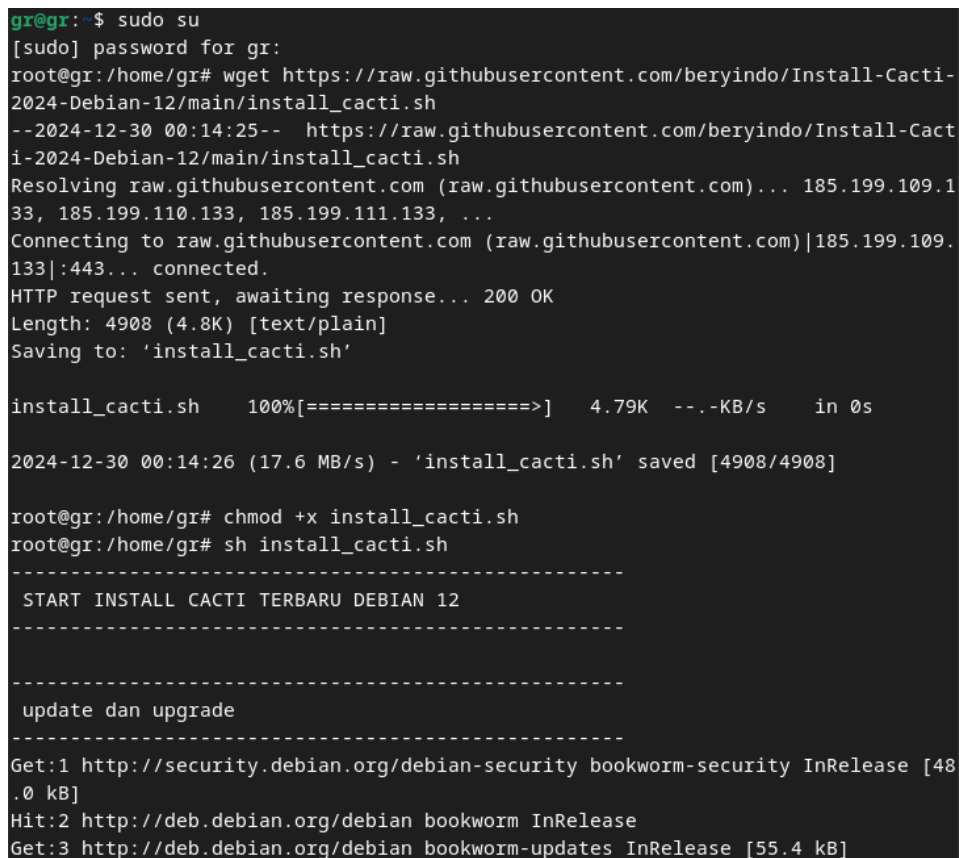


```
wget https://raw.githubusercontent.com/beryindo/Install-Cacti-2024-Debian-12/main/install_cacti.sh

chmod +x install_cacti.sh

sh install_cacti.sh
```

Figura 6.1: Comandos para a execução do Script



```
gr@gr:~$ sudo su
[sudo] password for gr:
root@gr:/home/gr# wget https://raw.githubusercontent.com/beryindo/Install-Cacti-2024-Debian-12/main/install_cacti.sh
--2024-12-30 00:14:25-- https://raw.githubusercontent.com/beryindo/Install-Cacti-2024-Debian-12/main/install_cacti.sh
Resolving raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)... 185.199.109.133, 185.199.110.133, 185.199.111.133, ...
Connecting to raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)|185.199.109.133|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 4908 (4.8K) [text/plain]
Saving to: 'install_cacti.sh'

install_cacti.sh  100%[=====>]  4.79K  --.-KB/s  in 0s

2024-12-30 00:14:26 (17.6 MB/s) - 'install_cacti.sh' saved [4908/4908]

root@gr:/home/gr# chmod +x install_cacti.sh
root@gr:/home/gr# sh install_cacti.sh
-----
START INSTALL CACTI TERBARU DEBIAN 12
-----

-----
update dan upgrade
-----

Get:1 http://security.debian.org/debian-security bookworm-security InRelease [48.0 kB]
Hit:2 http://deb.debian.org/debian bookworm InRelease
Get:3 http://deb.debian.org/debian bookworm-updates InRelease [55.4 kB]
```

Figura 6.2: Execução do Shell Script para Instalação do Cacti

A instalação do Cacti no Debian 12 foi realizada através de um shell script para facilitar e automatizar este processo. A utilização de um script automatizado simplifica significativamente a instalação, garantindo que seja padronizada, rápida e eficiente.

O script utilizado reúne todas as instruções necessárias para instalar e configurar o Cacti num sistema Debian 12. Este script é especialmente útil em ambientes onde a

repetição do processo de instalação em múltiplos servidores é necessária ou onde há pouca margem para erros manuais. O script é composto pelos seguintes passos:

1. Definição do fuso horário.
2. Atualização do sistema.
3. Instalação de ferramentas como SNMP, RRDtool (para criação de gráficos) e o LAMP Stack (que inclui Apache, MariaDB e PHP e configura os mesmos).
4. Descarregamento da versão mais recente do Cacti do site oficial.
5. Atribuição das permissões necessárias.
6. Configuração de uma tarefa no cron para executar periodicamente o script `poller.php`, que recolhe os dados dos dispositivos monitorizados de 5 em 5 minutos.
7. Apresentação do endereço IP do servidor e as credenciais de acesso ao Cacti (utilizador: `admin`, senha: `admin`).

```
Processing triggers for mariadb-server (1:10.11.6-0+deb12u1) ...
-----
Config Apache
-----
Config MySQL
-----
      Nama Database
-----
contoh cactidb: cactigr
-----
      Password Database
-----
masukkan password untuk database: gr
-----
download cacti versi terbaru
-----
--2024-12-30 07:20:06-- https://www.cacti.net/downloads/cacti-latest.tar.gz
Resolving www.cacti.net (www.cacti.net)... 23.166.80.12
Connecting to www.cacti.net (www.cacti.net)|23.166.80.12|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 302 Found
Location: https://files.cacti.net/cacti/linux/cacti-latest.tar.gz [following]
--2024-12-30 07:20:07-- https://files.cacti.net/cacti/linux/cacti-latest.tar.gz
Resolving files.cacti.net (files.cacti.net)... 23.166.80.12
Connecting to files.cacti.net (files.cacti.net)|23.166.80.12|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 46785888 (45M) [application/octet-stream]
Saving to: 'cacti-latest.tar.gz'

cacti-latest.tar.gz  24%[==>                ] 10.89M  1.93MB/s  eta 19s
```

Figura 6.3: Descarregamento da Última Versão do Cacti

```
*** FINISH ***
cacti terinstall di folder /var/www/html
silahkan lanjutkan login cacti http://10.0.2.15
username: admin password: admin
=====
root@gr:/home/gr#
```

Figura 6.4: Final da Instalação do Cacti

6.4 Primeiro Login no Cacti

A primeira vez que se acede ao endereço IP fornecido no final da instalação do Cacti, é necessário introduzir o utilizador e a senha mencionados anteriormente.

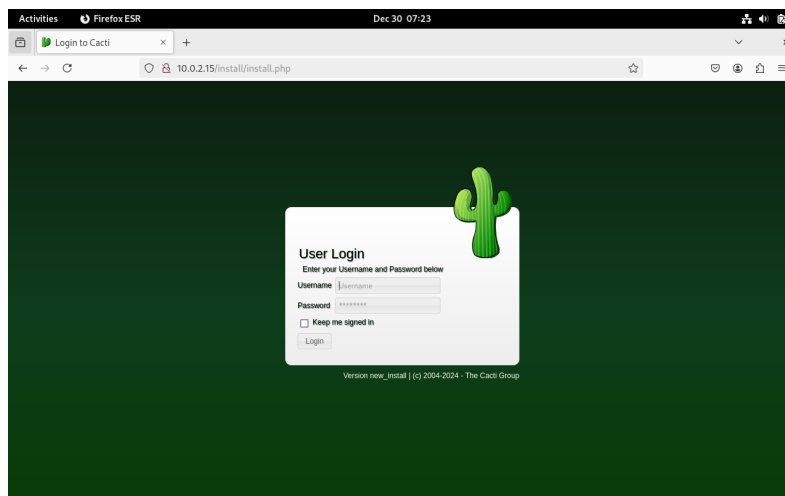


Figura 6.5: Login Inicial no Cacti

Em seguida, é pedido para alterar a senha para uma da preferência.

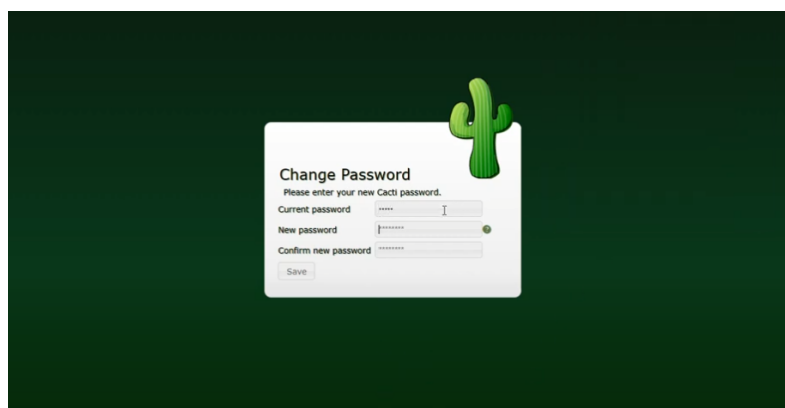


Figura 6.6: Alteração da Senha do Utilizador

Após o login inicial, o processo de instalação final do Cacti continua com o assistente de instalação. A primeira janela é a do "License Agreement", onde é necessário clicar na opção "Accept GPL License Agreement" para continuar. É também possível selecionar o tema do Cacti e a língua de preferência.

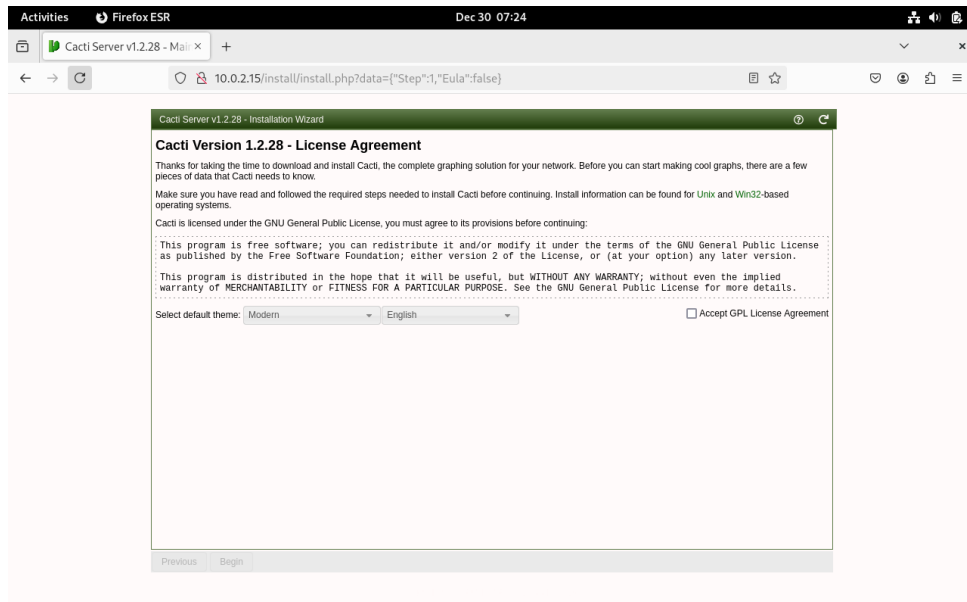


Figura 6.7: Consentimento dos Termos e COndições do Cacti

Na janela seguinte, é necessário verificar se todas as opções de pré-instalação estão marcadas a verde e selecionar opções opcionais, se necessário.

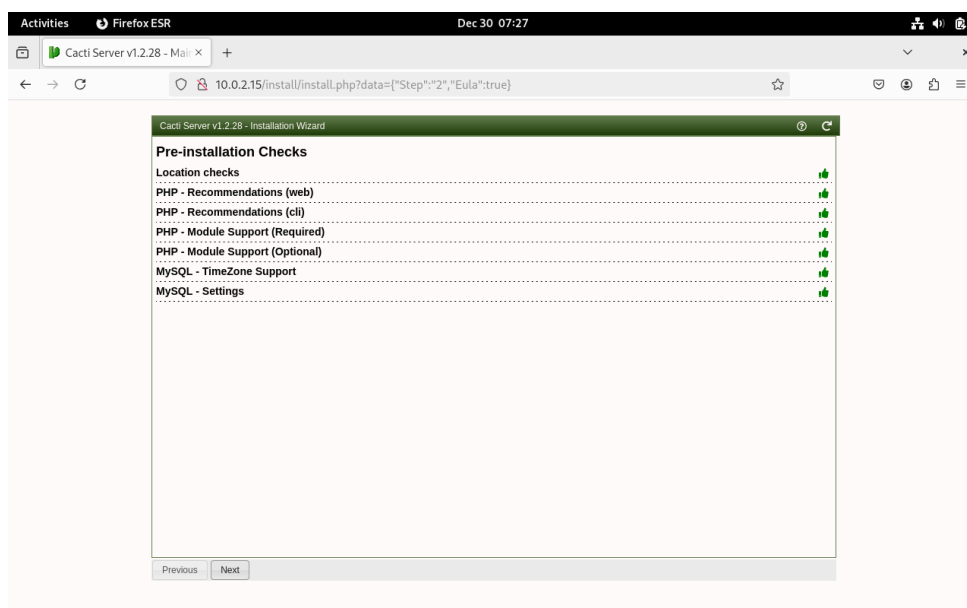


Figura 6.8: Verificação de Pré-Instalação

Em seguida, na continuação do "*Installation Wizard*", seleciona-se se se pretende um "*Primary Server*" ou "*Remote Poller*" para redes não disponíveis no "*Primary Site*". Neste caso, foi selecionado o "*Primary Server*". Também são introduzidas informações da base de dados, como o seu nome, a porta utilizada e o sistema operativo, que neste caso é "*Unix*".

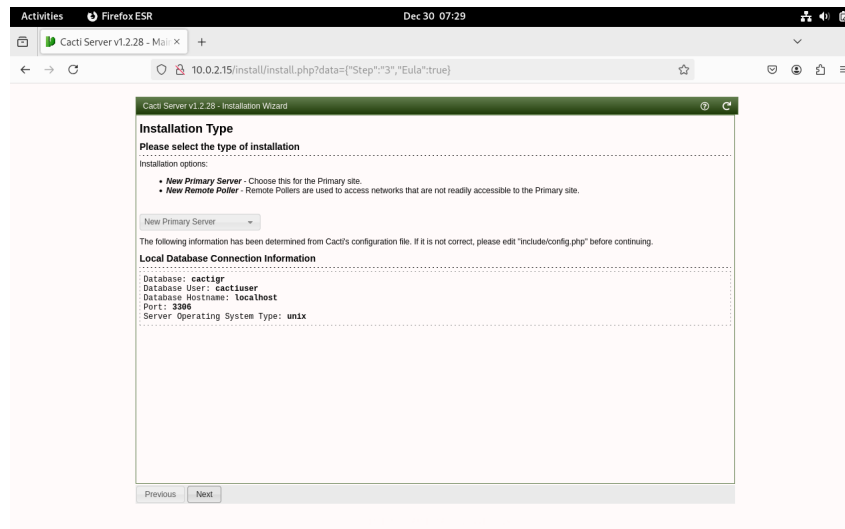


Figura 6.9: Configuração do Servidor e da Base de Dados

Neste passo, são configuradas as permissões de diretoria de forma a que o Web Server tenha acesso a elas durante a instalação dos pacotes necessários para o funcionamento do Cacti.

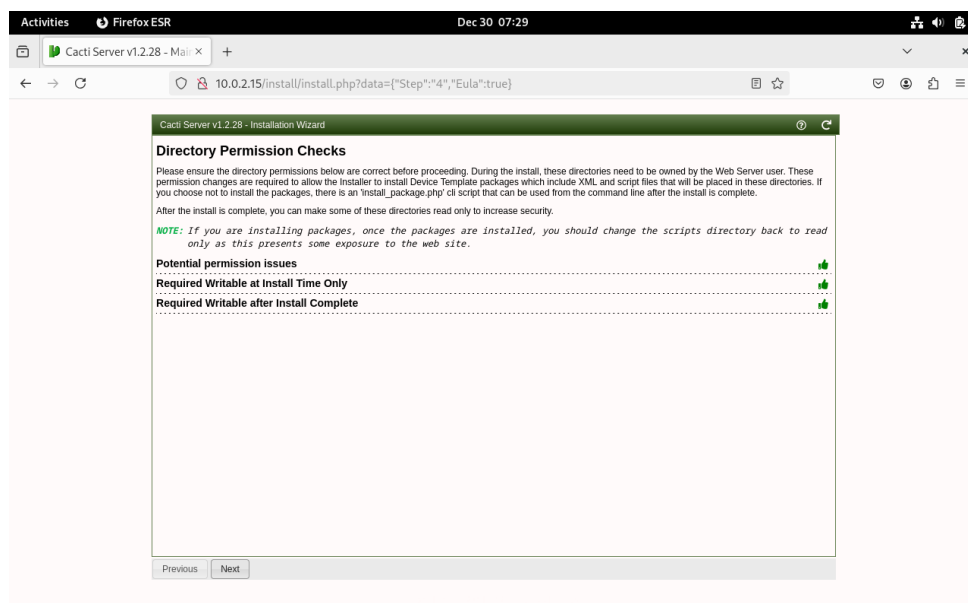


Figura 6.10: Configuração das Permissões de Diretoria

Na janela seguinte, verificam-se os caminhos de instalação de todos os pacotes a serem instalados. No final da lista, é escolhida a versão do RRDtool, e neste caso foi selecionada a versão mais recente, mesmo que não fosse a predefinida.

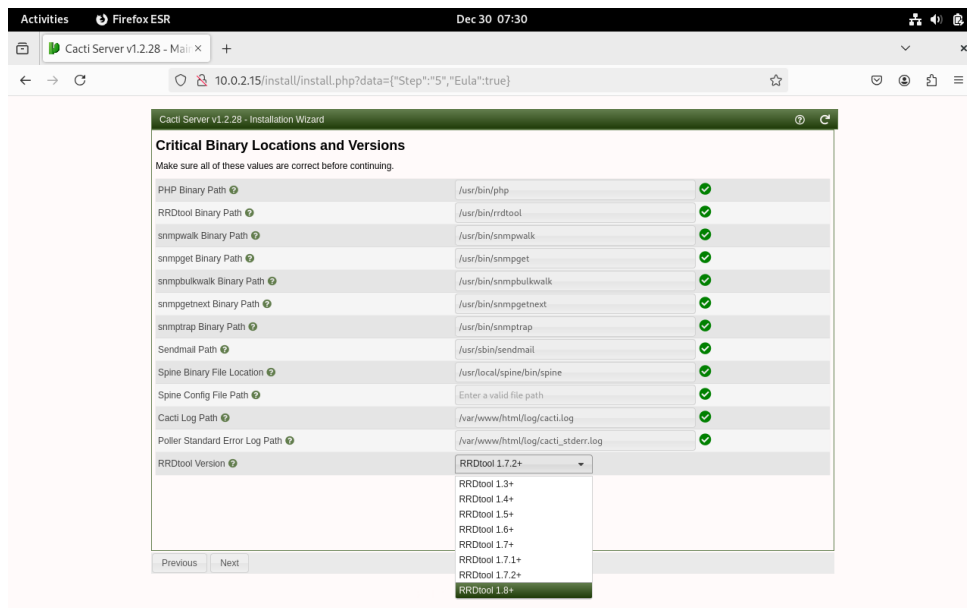


Figura 6.11: Verificação dos Caminhos de Instalação e Seleção da Versão do RRDtool

Na janela seguinte, é necessário aceitar o risco do script que o instalador do Cacti irá executar. O Cacti atual inclui capacidades de "*whitelisting*" para tornar a ferramenta mais segura para que utilizadores não administradores não possam comprometer o sistema operativo. A instalação do Cacti oferece um script para a CLI do Cacti para identificar a existência de "*Data Input Methods*".

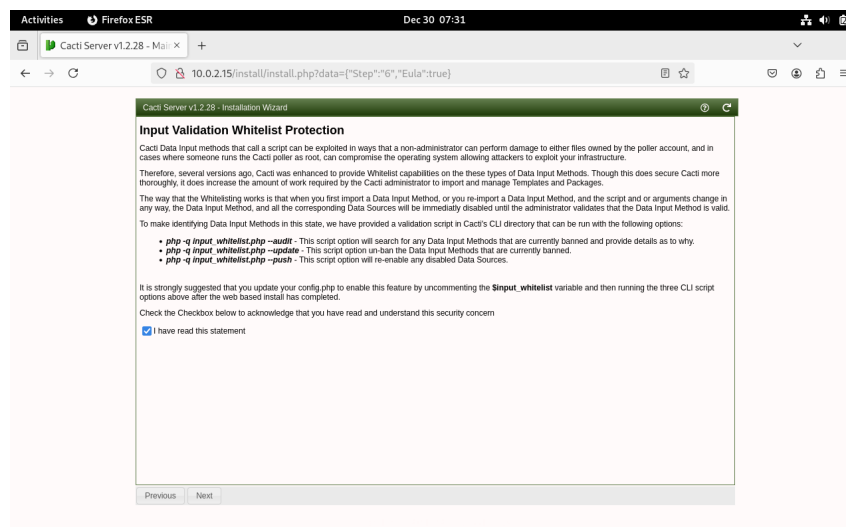


Figura 6.12: Consentimento dos Riscos do Script do Instalador

Na próxima janela, encontra-se o "Perfil Predefinido". Nesta janela, é necessário verificar que o "Scan Mode" está ativo. É também possível escolher o "network range" e o tempo máximo entre pedidos de dados entre o servidor Cacti e os dispositivos que ele monitoriza.

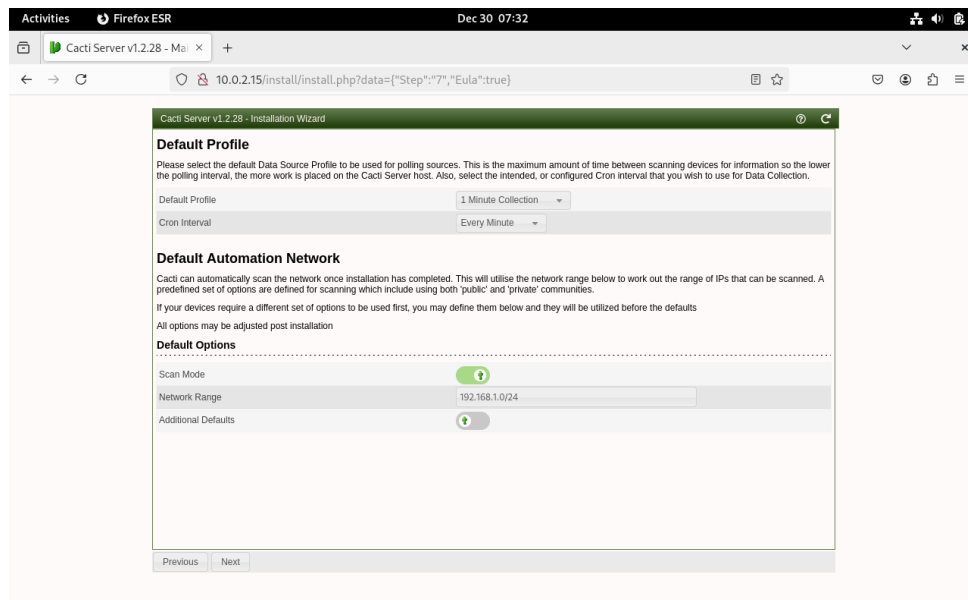


Figura 6.13: Verificação do Perfil Predefinido

Em seguida, são selecionados os templates que se pretendem instalar. Todos vêm selecionados por predefinição, e portanto não foram alterados.

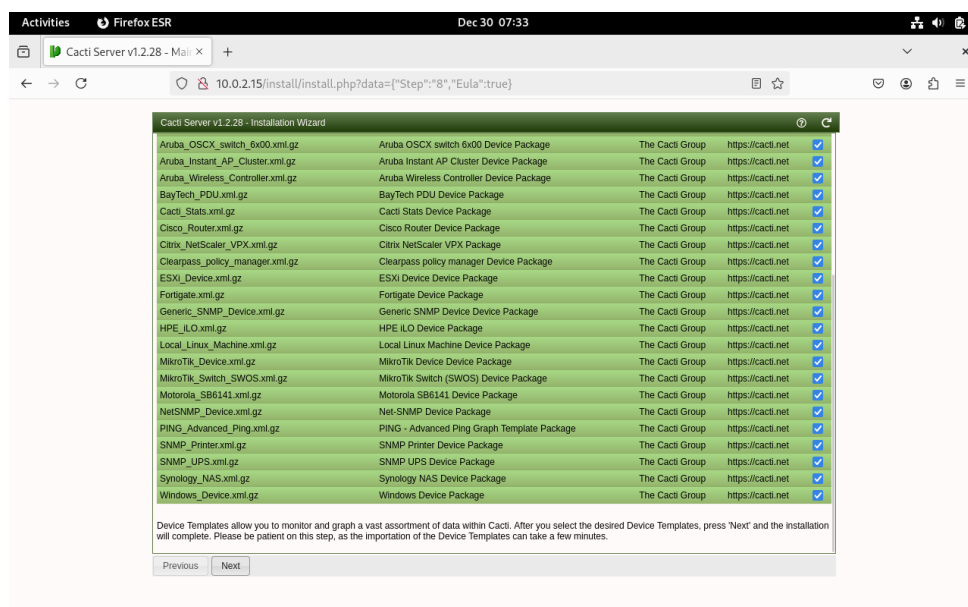


Figura 6.14: Seleção dos Templates a Instalar

Na janela seguinte, é pedida a confirmação da instalação antes de iniciar a instalação

final. É necessário clicar em "*Confirm Installation*" e "*Next*".

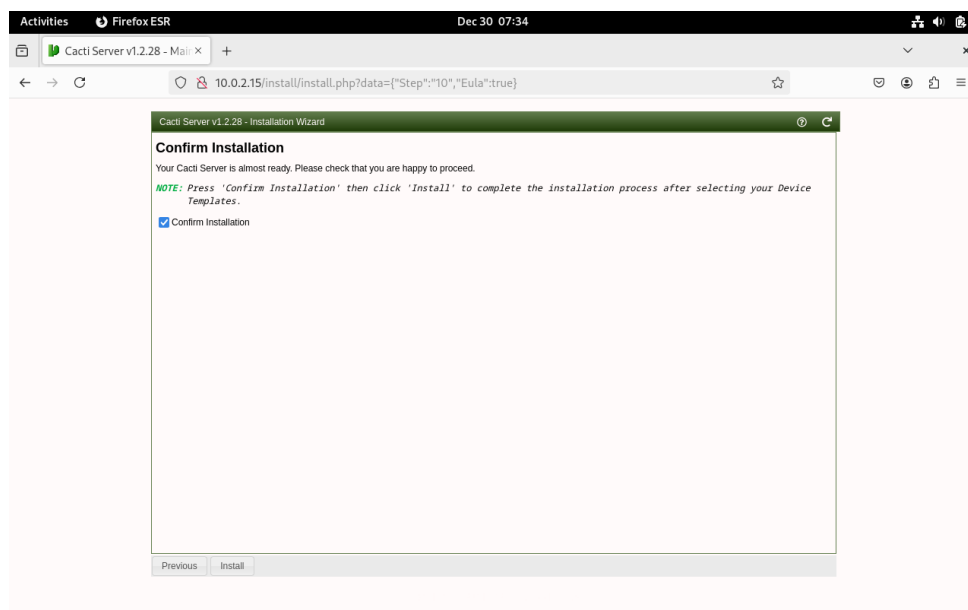


Figura 6.15: Confirmação da Instalação

O Cacti começa instantaneamente a ser instalado, um processo que pode levar entre 3 a 5 minutos.

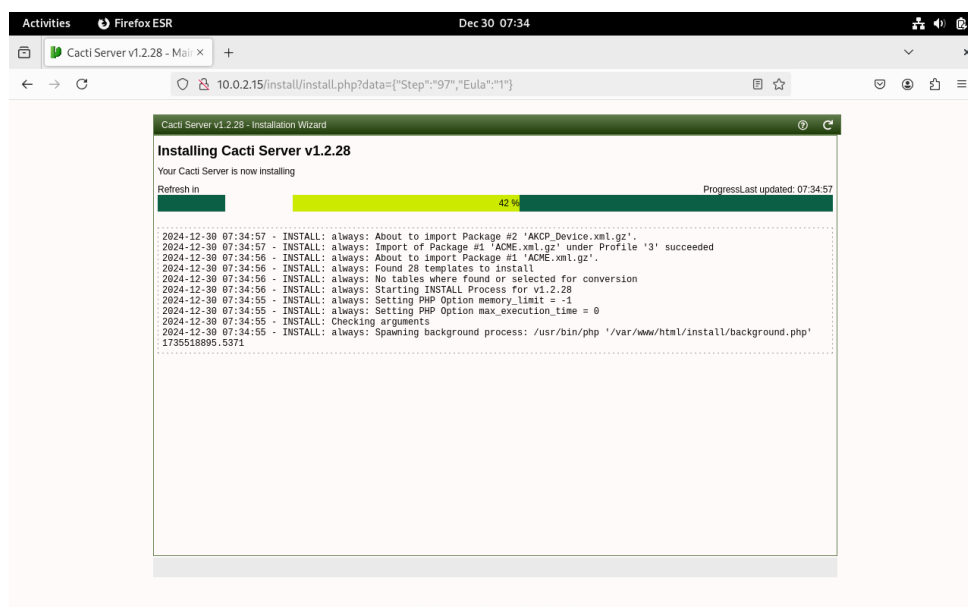


Figura 6.16: Instalação do Cacti em Progresso

A instalação é concluída com sucesso, e já é possível começar a utilizar o Cacti.

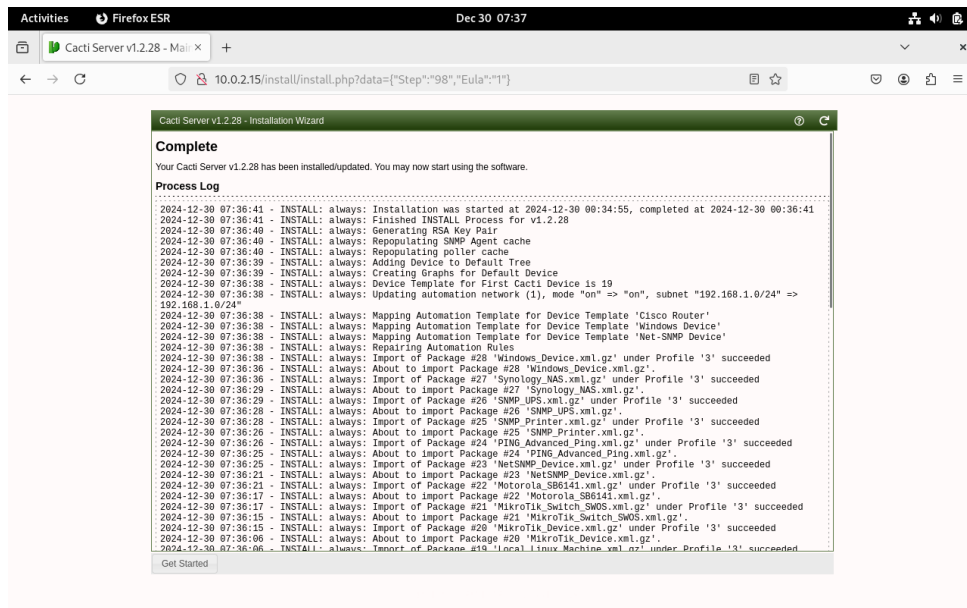


Figura 6.17: Instalação do Cacti Completa

A janela inicial do Cacti permite iniciar a criação de dispositivos para monitorizar a rede e criar gráficos com base no que se pretende. Neste caso, apenas foi monitorizada a máquina virtual local.

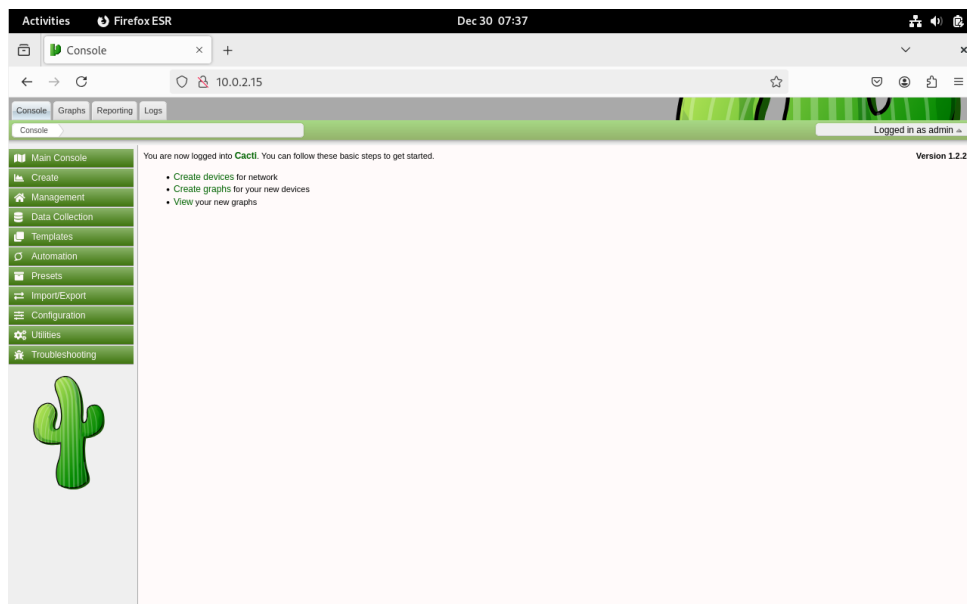


Figura 6.18: Janela Inicial do Cacti

Para configurar o Cacti para monitorizar a máquina virtual, é necessário aceder a "Management» "Devices» "Local Linux Machine".

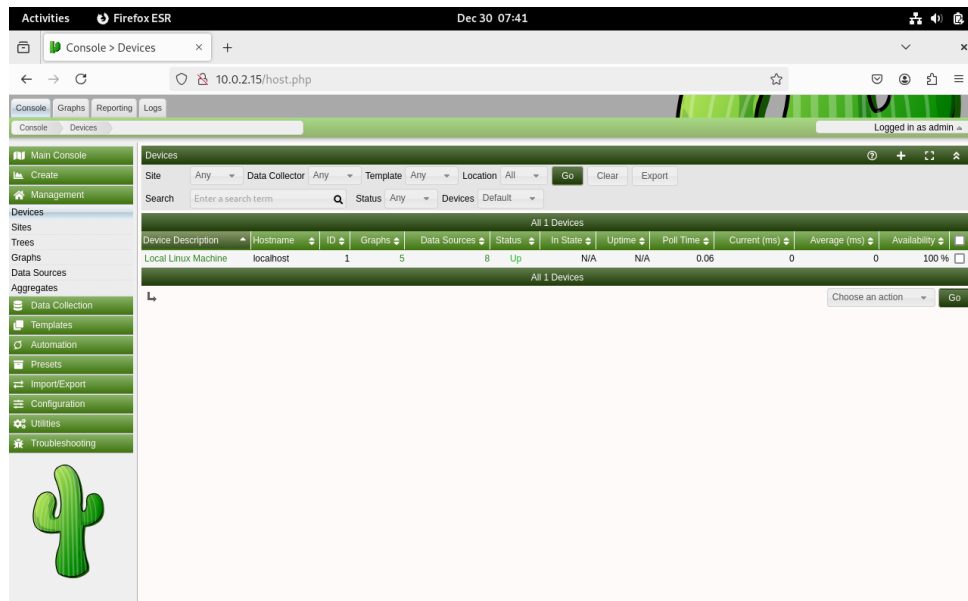


Figura 6.19: Configuração do Dispositivo Local

Nesta janela, verifica-se que o endereço IP está correto, que é o mesmo que foi utilizado para aceder à interface web do Cacti. Adicionam-se também os templates que se pretendem, que por agora, apenas serão os predefinidos, mas que vamos alterar futuramente.

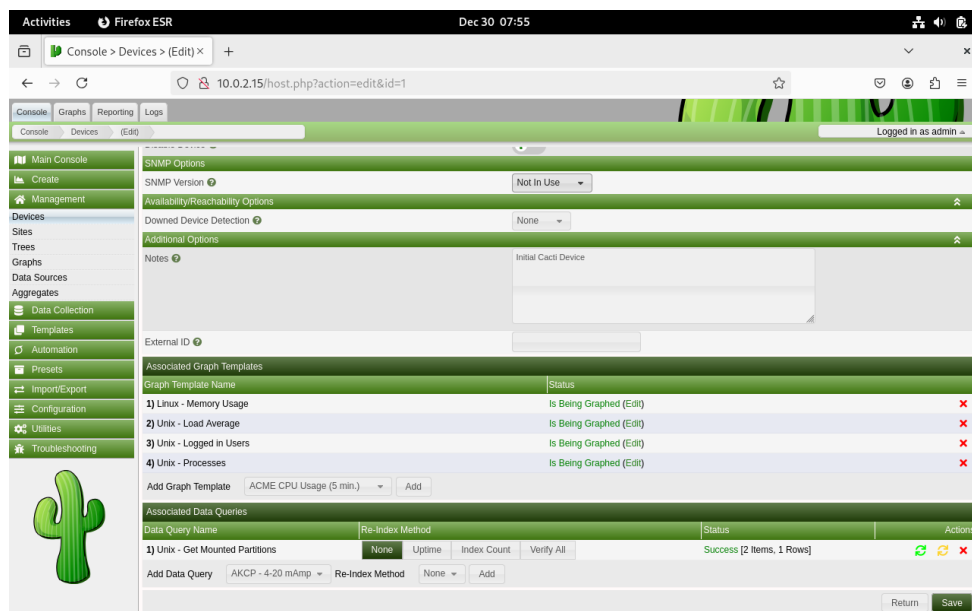


Figura 6.20: Definição dos Templates para o Dispositivo Local

Na janela seguinte, acede-se a "*Management*» "*Trees*» "*Add Tree*" e cria-se uma "*tree*" para analisar um gráfico em específico. Uma "*tree*" no Cacti é uma estrutura hierárquica que permite organizar e agrupar gráficos, facilitando a sua navegação e visualização.

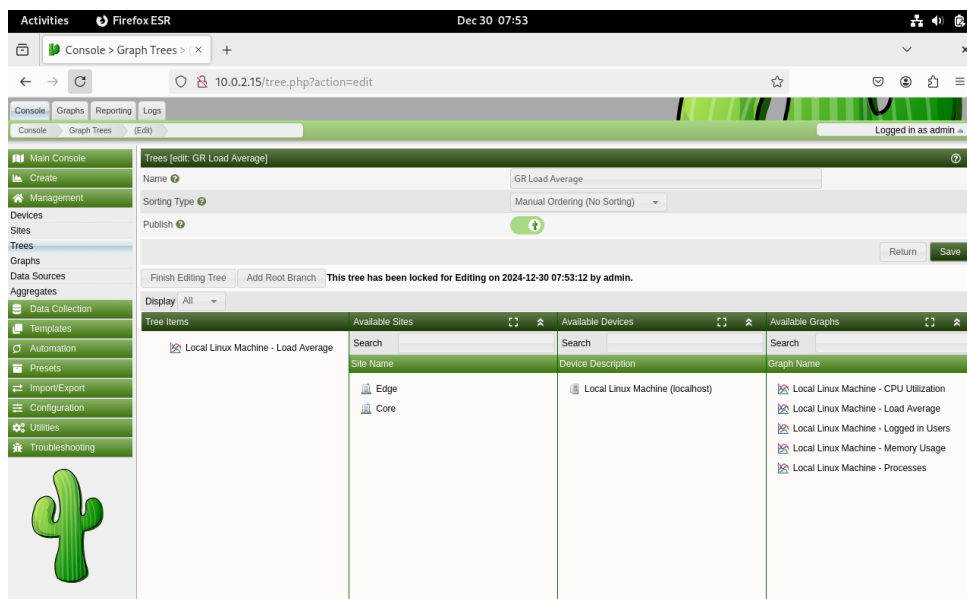


Figura 6.21: Criação de uma Tree

Aqui, é possível visualizar todas as "*trees*" criadas. Neste caso, foram criadas quatro "*trees*" para os quatro gráficos predefinidos que foram mencionados anteriormente.

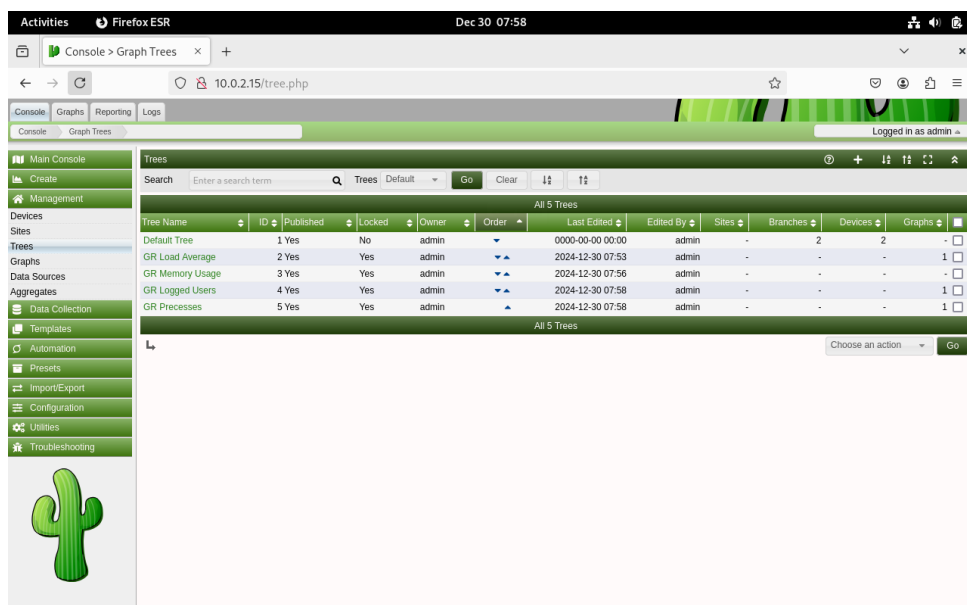


Figura 6.22: Lista de Trees Criadas

Capítulo 7

Aplicação do Cacti na própria VM

7.1 Load Average

O "*Load Average*" é uma métrica que indica a carga de trabalho do sistema, medindo o número médio de processos na fila de execução durante um período de tempo. O Cacti permite visualizar esta métrica minuto a minuto, em intervalos de 5 minutos e em intervalos de 15 minutos. Como esperado, os resultados são mais variáveis na métrica de 1 minuto.

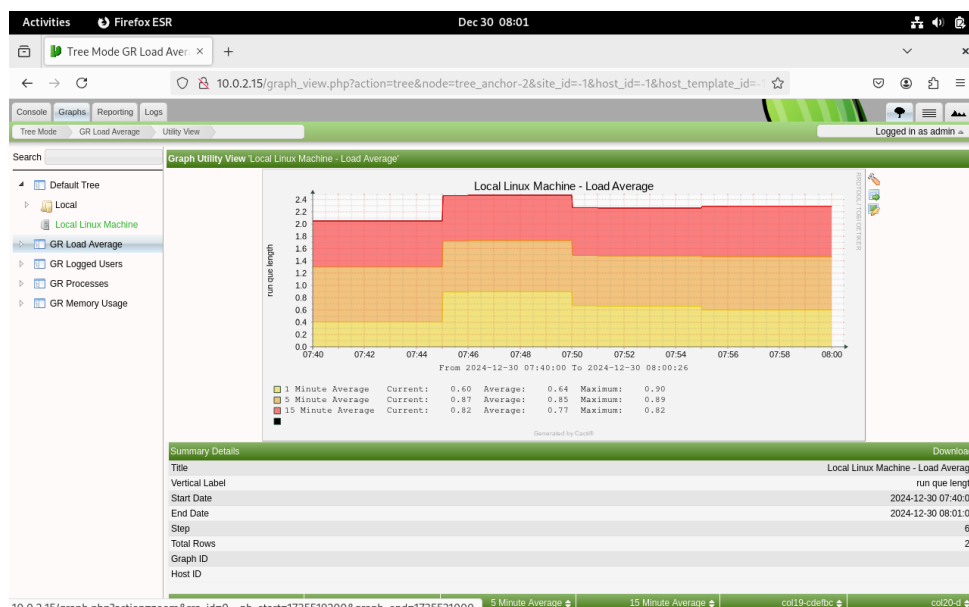


Figura 7.1: Gráfico do Load Average

7.2 Logged Users

Este gráfico é mais adequado para ser aplicado a um servidor ou outro dispositivo onde múltiplos utilizadores estão logados em simultâneo, e não tanto para uma máquina virtual. Neste caso, são apresentados dois utilizadores logados: um é a própria sessão e o outro é o terminal utilizado para aceder à máquina virtual.

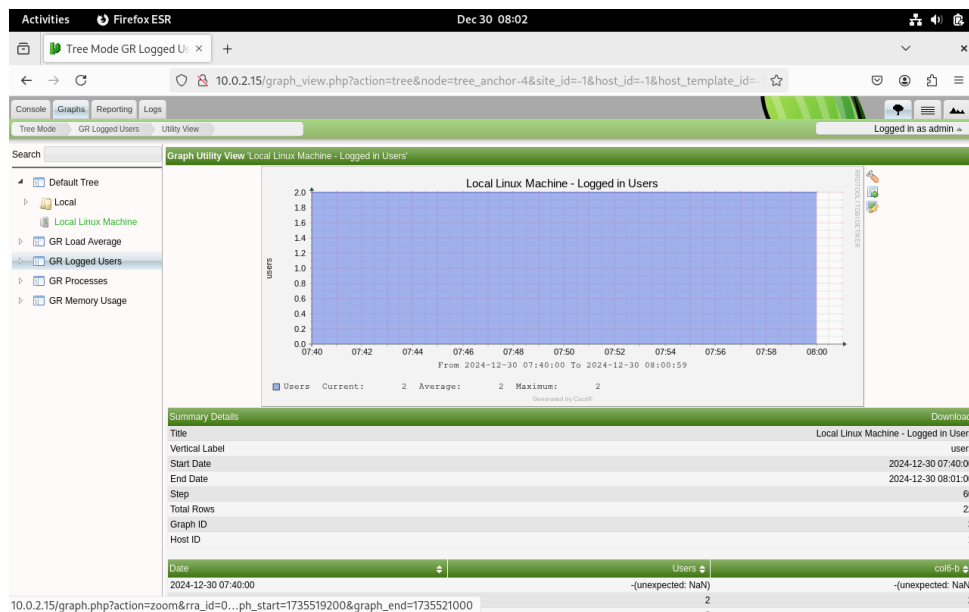


Figura 7.2: Gráfico de Utilizadores Logados

```
root@gr:/home/gr# who
gr      tty2      2024-12-23 00:05 (tty2)
gr      pts/1      2024-12-30 07:14
```

Figura 7.3: Utilizadores Logados através do comando 'who'

Na segunda imagem, através do comando `who`, é possível observar os dois utilizadores: `tty2` é a sessão local da máquina e `pts/1` é o terminal aberto na interface gráfica.

7.3 Memory Usage

A "*Memory Usage*" no Cacti mostra o uso da memória RAM e da memória swap. A memória livre é a memória dedicada ao "*buff/cache*", e a memória swap é a memória temporária no disco utilizada quando toda a RAM está ocupada.

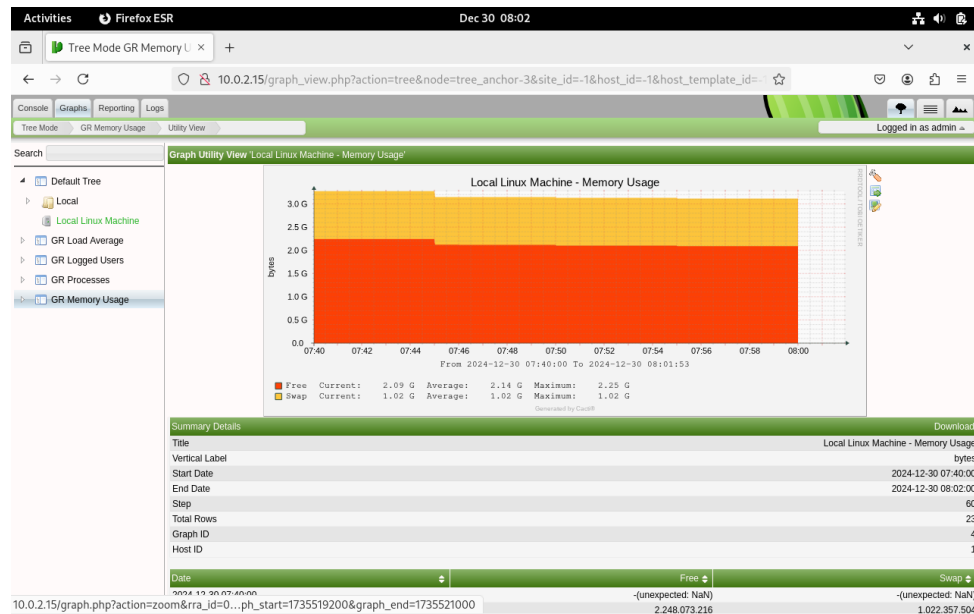


Figura 7.4: Gráfico de Utilização da Memória

```
root@gr:/home/gr# free -h
              total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:          5.8Gi        2.1Gi        1.9Gi         45Mi        2.1Gi        3.7Gi
Swap:          974Mi           0B          974Mi
```

Figura 7.5: Utilização da Memória através do comando '*free -h*'

Na segunda imagem, através do comando `free -h`, é possível confirmar o gráfico anterior, que indica 2.1 GB de memória livre e 1 GB de memória swap.

7.4 Processes

Este gráfico permite apenas analisar o número de processos a correr na máquina virtual.

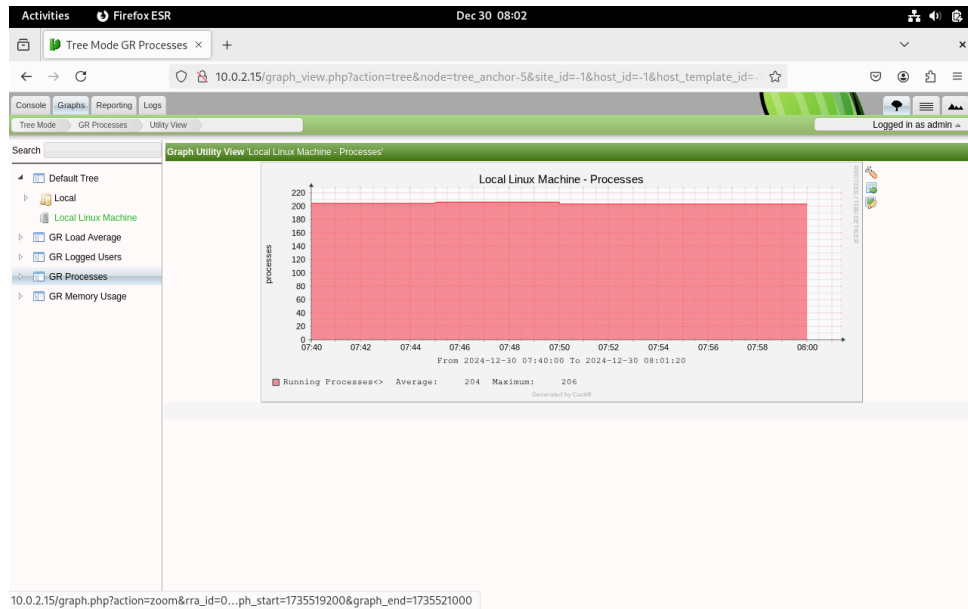


Figura 7.6: Gráfico de Número de Processos

7.5 Syslog

Nesta seção foi adicionado um template para um gráfico que analisa a atividade do Syslog.

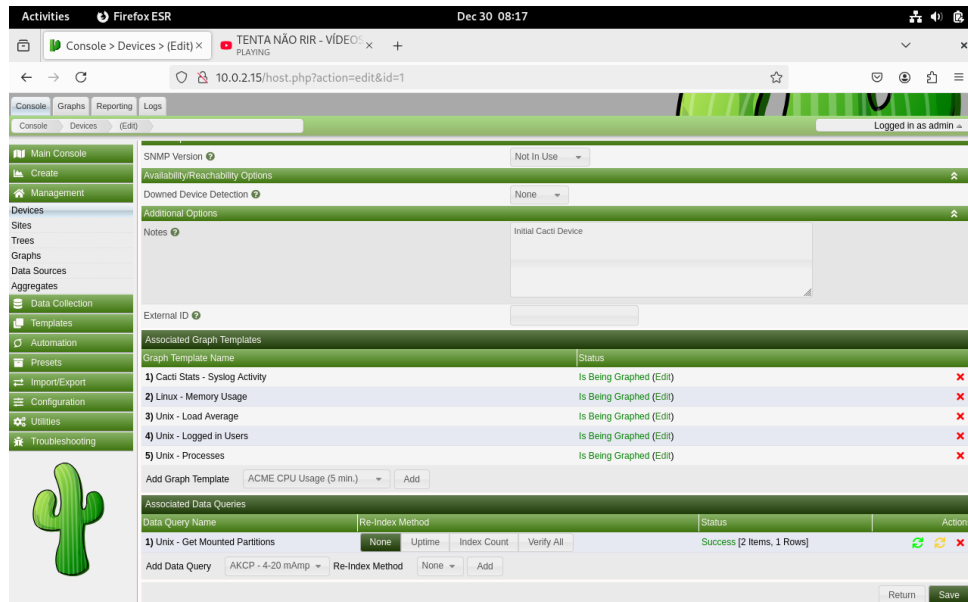


Figura 7.7: Gráfico para Análise de Syslog

Contudo, não foram obtidas leituras, mesmo tentando criar atividade com o comando `logger -p local0.info "Test syslog message do Fábio e do Carlos"` ou usando a internet.

```
root@gr:/home/gr# logger -p local0.info "Test syslog message do Fabio e do Carlos"
root@gr:/home/gr# tail -f /var/log/syslog
2024-12-30T08:21:22.508221+07:00 gr kernel: [ 1841.315556] usb 2-1: USB disconnect, de
vice number 3
2024-12-30T08:21:22.508222+07:00 gr kernel: [ 1841.768292] usb 2-1: new full-speed USB
device number 4 using ohci-pci
2024-12-30T08:21:22.508223+07:00 gr kernel: [ 1842.483863] usb 2-1: New USB device fou
nd, idVendor=80ee, idProduct=0021, bcdDevice= 1.00
2024-12-30T08:21:22.508225+07:00 gr kernel: [ 1842.483869] usb 2-1: New USB device str
ings: Mfr=1, Product=3, SerialNumber=0
2024-12-30T08:21:22.508226+07:00 gr kernel: [ 1842.483870] usb 2-1: Product: USB Table
t
2024-12-30T08:21:22.508227+07:00 gr kernel: [ 1842.483872] usb 2-1: Manufacturer: Virt
ualBox
2024-12-30T08:21:22.508228+07:00 gr kernel: [ 1842.709945] input: VirtualBox USB Table
t as /devices/pci0000:00/0000:00:06.0/usb2/2-1/2-1:1.0/0003:80EE:0021.0003/input/input
10
2024-12-30T08:21:22.508229+07:00 gr kernel: [ 1842.710105] hid-generic 0003:80EE:0021.
0003: input,hidraw0: USB HID v1.10 Mouse [VirtualBox USB Tablet] on usb-0000:00:06.0-1
/input0
2024-12-30T08:21:41.314201+07:00 gr systemd[1]: Reloading.
2024-12-30T08:22:21.110306+07:00 gr root: Test syslog message do Fabio e do Carlos
```

Figura 7.8: Mensagens do Syslog com Atividade

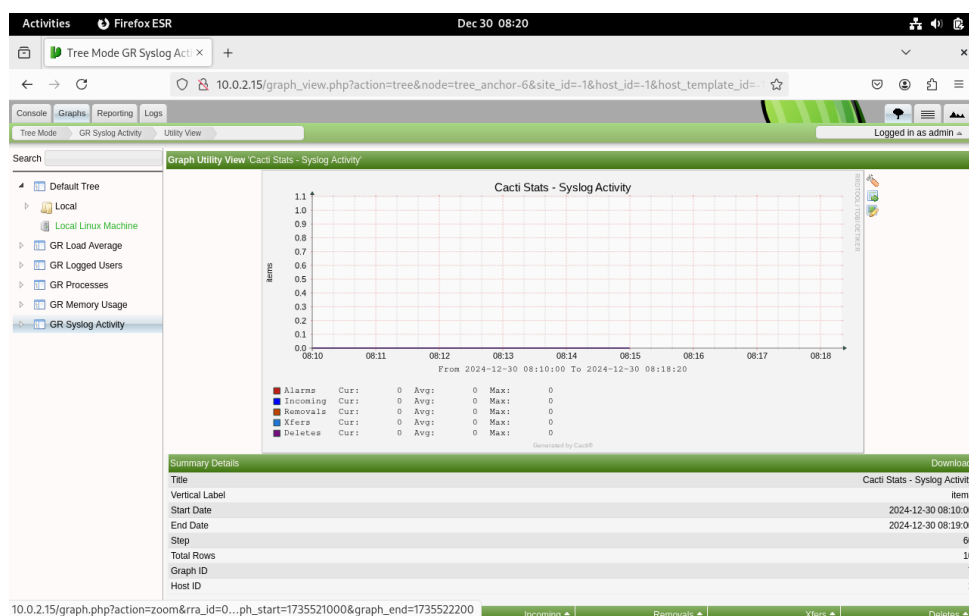


Figura 7.9: Gráfico de Syslog sem Atividade

Capítulo 8

Conclusão

Ambas as soluções demonstram a capacidade de monitorizar dispositivos e serviços de rede através de protocolos como o SNMP, bem como apresentar dados de desempenho de forma clara e visual através de gráficos e dashboards.

O Zabbix, com a sua vasta gama de funcionalidades e a capacidade de monitorizar uma grande variedade de métricas, destacou-se pela sua flexibilidade. A configuração do Zabbix, embora tenha apresentado alguns desafios, como as tentativas iniciais no Debian 12, resultou numa plataforma eficiente.

Por sua vez, o Cacti, com a sua interface web intuitiva e a facilidade de criação de gráficos personalizáveis, revelou-se uma ferramenta simples de configurar e utilizar. A instalação automatizada através de shell script facilitou a implementação do Cacti num sistema Debian 12. No entanto, a exploração da ferramenta mostrou que o Zabbix oferece mais funcionalidades para as necessidades do projeto em questão.

A utilização de um ambiente virtualizado, com o VirtualBox e GNS3, permitiu explorar as ferramentas de monitorização num ambiente controlado. A capacidade de utilizar snapshots e reverter o estado das máquinas virtuais revelou-se uma mais valia no processo de teste e configuração.

Em suma, ambas as ferramentas revelaram ser opções válidas para monitorização de redes. O Zabbix destaca-se pela sua flexibilidade e pelo grande número de formas de analisar tráfego e templates disponíveis, enquanto o Cacti pela sua simplicidade e facilidade de utilização. A escolha da ferramenta ideal dependerá sempre das necessidades de cada utilizador.

Bibliografia

- [1] Zabbix.com, “*Download and Install Zabbix.*”, 2023, www.zabbix.com/download?zabbix=7.2&os_distribution=ubuntu&os_version=24.04&components=server_frontend_agent&db=mysql&ws=apache. Acedido em 23 Dez. 2024.
- [2] Hamad Al-Absi, “*5-Add Cisco Switch to Zabbix via SNMP.*”, YouTube, 2022, www.youtube.com/watch?v=sUnZj51IguM. Acedido em 27 Dez. 2024.
- [3] Isac Ferreira, “*Monitoramento de Roteador Cisco Através Do Zabbix Usando SNMP (Ubuntu + GNS3 + Virtualbox).*”, YouTube, 2016, www.youtube.com/watch?v=htZaqhedXRI. Acedido em 23 Dez. 2024.
- [4] Reasonable IT Service, “*Install Zabbix 6.4 on Ubuntu Server 22.04.1 - 100% Working.*”, YouTube, 2023, www.youtube.com/watch?v=aErwjfi6f4I. Acedido em 27 Dez. 2024.
- [5] Cacti.net, “*Cacti® - the Complete RRDTool-Based Graphing Solution.*”, 2019, www.cacti.net/. Acedido em 29 Dez. 2024.
- [6] Prof. Talles Quintão, “*Como Configurar E Gerar Os Gráficos No Cacti.*”, YouTube, 2020, www.youtube.com/watch?v=dFP9KJc0gCY. Acedido em 29 Dez. 2024.