
Aurelio Grott, Gabriel Dominico, Victor Lucas de M. Mafra

*Análise e solução de vulnerabilidades em ambiente LAMP
baseada em experimentação com Kali Linux*

Joinville
2016

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Aurelio Grott, Gabriel Dominico, Victor Lucas de M. Mafra

ANÁLISE E SOLUÇÃO DE VULNERABILIDADES EM
AMBIENTE LAMP BASEADA EM EXPERIMENTAÇÃO
COM KALI LINUX

Trabalho de conclusão de curso submetido à Universidade do Estado de Santa Catarina
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação

Charles Christian Miers
Orientador

Joinville, Junho de 2016

ANÁLISE E SOLUÇÃO DE VULNERABILIDADES EM AMBIENTE LAMP BASEADA EM EXPERIMENTAÇÃO COM KALI LINUX

Aurelio Grott, Gabriel Dominico, Victor Lucas de M. Mafra

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência da Computação Integral do CCT/UDESC.

Banca Examinadora

Charles Christian Miers - Doutor (orientador)

Charles Christian Miers - Doutor

Charles Christian Miers - Doutor

Agradecimientos

“We must know - we will know!”

- David Hilbert

Resumo

O **SDN!** (SDN) é uma tecnologia recente que permite ao administrador de redes um maior controle sobre uma rede. Tal controle é obtido através da separação entre o *Control Plane* e *Data Plane*, o que caracteriza uma SDN. Neste trabalho são conceituados diversos pontos chaves relativos ao assunto, tais como *OpenFlow* e os planos do SDN. Em seguida é descrita a ferramenta de simulação de redes *Mininet* e no fim do trabalho é descrito dois *benchmarks* com o objetivo de coletar dados para uma análise de desempenho. Tendo em vista que os *hardwares* que suportam SDN são relativamente recentes, o seu custo é muitas vezes proibitivo para um pequeno grupo de pesquisa ou um pesquisador independente, de tal forma que o uso de simuladores se torna indispensável para o desenvolvimento científico e tecnológico na área. Este trabalho tem como objetivo realizar um comparativo entre a transferência de dados de tamanho médio dentro de um ambiente simulado no *Mininet* e um ambiente utilizando o modelo tradicional de rede (*Data Plane* e *Control Plane* acoplados).

Palavras-chaves: SDN, Openflow, Mininet, software livre, transferência

Abstract

SDN is a new technology which gives the network administrator greater power over his network. Such control is given through the separation between the control plane and the data plane, which characterizes an SDN. In this paper it is conceptualized several key points relative to SDN, such as *OpenFlow* and the SDN planes. In the following section it is described the networking simulation tool *Mininet* following by the description of two benchmarks that will be used with the objective of data collection for later analysis. Since the hardware that supports SDN are relatively new, their costs are very often prohibitively high for a small research group or an independent researcher, so that the use of simulators becomes indispensable for the technological and scientific development in the field. This paper has as its major objective to do a comparative between the transferring of medium sized data in a Mininet simulated environment and a traditional networking model (i.e. coupled Data Plane and Control plane).

Keywords: SDN, Openflow, Mininet, open source, trasnference

List of Figures

List of Tables

Lista de Siglas e Abreviaturas

ASP Apache Software Foundation

BD Banco de dados

CGI Common Gateway Interface

CVE Common Vulnerabilities and Exposures

DNS Domain Name System

DoS Denial of Service

GNU Gnu Not Unix

GPL General Public License

HTTP HyperText Transfer Protocol

LAMP Linux Apache MySQL PHP

PHP Hypertext Preprocessor

SMTP Simple Mail Transfer Protocol

SQL Structured Query Language

UDESC Universidade do Estado de Santa Catarina

Contents

List of Figures	5
List of Tables	6
Lista de Siglas e Abreviaturas	7
1 Introdução	10
2 Conceitos	11
2.1 LAMP	11
2.1.1 CONCEITO	11
2.1.2 HISTÓRICO	12
2.1.3 APLICABILIDADE	12
2.2 FUNCIONAMENTO E COMPONENTES BÁSICOS	12
2.2.1 Linux	12
2.2.2 Apache	13
2.2.3 MySQL	13
2.2.4 PHP	15
2.3 FUNDAMENTAÇÃO DE ATAQUE E SOLUÇÕES	15
2.4 FRAMEWORKS E SOLUÇÕES PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADES	16
2.5 NORMAS, RECOMENDAÇÕES E BOAS PRÁTICAS PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADES	17
3 Conclusão	19

1 Introdução

[illegible]

2 Conceitos

2.1 LAMP

2.1.1 CONCEITO

LAMP é conjunto de soluções em forma de uma lista dos componentes centrais usados na implementação uma aplicação web. Seu uso é predominante entre pequenas e médias empresas, já que tais componentes são de código aberto e não têm custo. LAMP é um acrônimo para Linux (sistema operacional), Apache (servidor web), MySQL (software de banco de dados) e PHP (linguagem de programação), que também pode se referir a Perl ou Python, apesar de não ser muito comum.

Uma visualização do funcionamento cada componente do LAMP em um servidor web se dá por um visitante entrando em um site pelo seu browser, que irá enviar um pedido para o servidor, onde todos os componentes LAMP estão instalados e sendo executados. Nesse servidor, alguns comandos serão executados, devolvendo para o browser um arquivo em HTML.

- **L - *Linux*:** O servidor web é um tipo de computador, logo ele necessita de um sistema operacional, que será a base na qual todos os outros componentes serão executados. Esse sistema operacional é uma distribuição Linux.
- **A - *Apache*** Para receber e manipular todos os pedidos do visitante precisa-se de um servidor web - o Apache. Se o visitante faz a requisição de um arquivo, é o Apache que procura no servidor pelo o arquivo e o envia de volta para o browser do visitante.
- **P - *PHP*:** PHP é uma linguagem de programação utilizada para gerar páginas dinâmicas. Quando um visitante faz a requisição de um arquivo em PHP, o Apache não apenas pega esse arquivo e envia de volta para o browser como ele faz com outros tipos de arquivos. Em vez disso, ele primeiro envia o arquivo para o PHP, que executa o código no arquivo e gera um arquivo HTML para a página web. O

HTML gerado pelo PHP volta para o Apache e depois para o browser do visitante.

- ***M - MySQL:*** MySQL é um SGBD usado para armazenar as informações de um site. Frequentemente os dados necessários para gerar o arquivo PHP dependem de quem o visitante é - nome dele, número da conta, histórico de pedidos - elementos que precisam ser armazenados e resgatados o tempo todo. O banco de dados mantém essas informações com a segurança requisitada.

2.1.2 HISTÓRICO

O conceito principal em volta do LAMP (um servidor web sem custo) foi possível no início de 1995 quando a CERN httpd introduziu o conceito de CGI, que tornou possível aos servidores executar códigos para criar páginas dinâmicas. Linux, CERN httpd e linguagens de programação server-side como Perl estavam disponíveis gratuitamente, mas conseguir um banco de dados gratuito só foi possível mais tarde, no final daquele ano, com o lançamento de Postgre95.

Ainda em meados de 1995, o servidor HTTP Apache e PHP foram lançados, tornando o conjunto de aplicações LAPP (Linux Apache PostgreSQL e Perl) possível. Finalmente em 1996, MySQL foi lançado e, com ele, o conjunto LAMP completo fez-se possível. A popularidade do LAMP cresceu rapidamente nos anos 90, já que muitas empresas, por razões monetárias, utilizavam softwares de código aberto em suas páginas da web.

2.1.3 APLICABILIDADE

2.2 FUNCIONAMENTO E COMPONENTES BÁSICO

2.2.1 Linux

Linux poderia ser descrito como um sistema operacional similar a qualquer outro, como Windows e OS X. Porém tem algo que o destaca dos demais, desde sua origem em 1991, e que é o motivo do sistema ter crescido e ganhado uma grande força na computação, atualmente presente em lugares desde a bolsa de valores de Nova York e supercomputadores à telefones celulares e computadores pessoais, o Linux é um

software livre desenvolvido de maneira colaborativa (PROFFITT, 2009). Mais de 1.000 desenvolvedores de pelo menos 100 diferentes companhias, contribuíram para cada versão do kernel sob a licença General Public License (GPL) que é baseada em quatro liberdades (FSF, 2016):

- A liberdade de executar o programa como quiser, para qualquer propósito;
- A liberdade para estudar como o programa funciona, e alterá-lo para que ele execute como você queira. Ter acesso ao código fonte é necessário para tal;
- A liberdade para redistribuir cópias para ajudar o próximo; e
- A liberdade para distribuir cópias de suas versões modificadas para outros. Fazendo isso você concede à comunidade a chance de se beneficiarem de suas alterações. Ter acesso ao código fonte é necessário para tal.

Por esses motivos o Linux tem sido bem-sucedido, particularmente como plataforma de servidor: até mesmo em organizações que confiam veemente em sistemas operacionais comerciais como Microsoft Windows, o Linux aparece frequentemente em papéis infraestruturais, como em *gateways* de Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) e servidores Domain Name System (DNS) devido a sua confiança, segurança, baixo custo e a qualidade excepcional das aplicações do servidor (BAUER, 2005).

2.2.2 Apache

Atuando como servidor HyperText Transfer Protocol (HTTP) no sistema Linux Apache MySQL PHP (LAMP), o Apache é o servidor *web* mais popular na Internet desde Abril de 1996 (ASF,). O Apache é um projeto de código livre (sob a licença GPL) da Apache Software Foundation (ASP), o qual tem como objetivo manter um seguro, eficiente e extensível servidor que provê serviços HTTP de acordo com os padrões HTTP atuais.

2.2.3 MySQL

O Banco de dados (BD) MySQL, foi projetado com base no mSQL, o qual tinha muitos problemas, como não ser rápido e flexível o suficiente para o uso dos usuários, com isso a necessidade de um novo BD foi aumentando e com base nesse conceito

foi desenvolvido o que hoje conhecemos como MySQL, por isso é o BD do servidor LAMP.

Um BD pode ser definido como uma coleção de dados. Porém para conseguir acessar os dados armazenados nesse sistema, teve-se a necessidade de criar algum tipo de gerenciador, sendo o MySQL um dos mais usados. Algumas características (MYSQL, 2013a) desse sistema podem ser vistas abaixo:

- **Banco de dados relacional:** a principal diferença desse tipo de BD para os outros é que os dados são guardados em pequenas tabelas de uma forma que seu acesso seja da forma mais eficiente o possível.
- ***Open Source*:** esse termo corresponde que qualquer pessoa pode modificar o *software* do jeito que preferir, podendo ajustá-lo conforme a sua necessidade.
- **Rápido, confiável, escalável e fácil de usar:** como foi criado para atender a grandes quantidades de dados de uma forma mais rápida que seus concorrentes, foi apenas lógico que se tornasse um dos mais rápidos BD. Portanto começou a ser utilizado em grande escala, conseqüentemente a segurança foi aumentando juntamente com sua escalabilidade para atender a demanda de usuários.

Contudo, mesmo com medidas de seguranças sendo tomadas, precisamos ainda tomar algumas atitudes para dificultar que seu BD seja acessado por pessoas não autorizadas, alguns métodos básicos que ajudam a proteger são descritas abaixo (MYSQL, 2013b):

- Não prover acesso a ninguém para a tabela usuário do BD MySQL.
- Não guardar senhas sem algum tipo de função *hash* (algoritmo usado para transformar sua senha para uma *string* ilegível).
- Crie senhas aleatórias, porém de fácil memorização.
- Invista em um *firewall*, protegem pelo menos 50% dos ataques feitos contra seu *software*.
- Sempre criptografe os dados que precisam ser enviados pela internet.

2.2.4 PHP

O Hypertext Preprocessor (PHP) foi criado em 1994 por Rasmus Lerdorf, o projeto inicial era um simples conjunto de Common Gateway Interface (CGI)s binários escritos na linguagem de programação C, usados para rastrear as visitas ao seu *site*. Com o tempo, otimizações foram sendo feitas e funcionalidades adicionadas. Sendo lançado em 1998, o PHP 3.0 foi a primeira versão que contém traços do PHP de hoje em dia, incluindo o suporte a programação orientada a objeto. Porém essa versão tinha muita dificuldade em processar aplicações complexas, foi com base nessa premissa que foram lançadas as versões 4.0 e 5.0 (Julho de 2004), principalmente para melhorar seu antecessor e acrescentar dezenas de novos recursos.

Usado principalmente para desenvolvimento *web*, é um *script open source* de uso geral. Podemos especificar em quais áreas os *scripts* PHP são mais utilizados (PHP, 2016), como:

- **Scripts no lado do servidor.** Podendo acessar os resultados do seu programa com um navegador web.
- **Scripts de linha de comando.** Executar os scripts sem um servidor ou navegador, apenas necessita de um interpretador PHP.
- **Escrever aplicações desktop.** Não é a melhor linguagem para se desenvolver aplicações desktop, porém para um programador experiente o PHP tem alguns recursos avançados que permitem escrever esse sistema.

Uma característica é a escalabilidade que o PHP possui, podendo ser utilizado na maioria dos sistemas operacionais e servidores *web*. Com isso ele vem sendo aplicado cada vez mais em servidores LAMP, por suas várias extensões que facilitam a conectividade com diversos banco de dados.

2.3 FUNDAMENTAÇÃO DE ATAQUE E SOLUÇÕES

Testes de penetração de servidores *web* não devem ser confundidos com ataques maliciosos. Apesar de possuírem rotinas parecidas, possuem objetivos distintos. Ataques maliciosos são realizados para roubar informações, causar indisponibilidade de serviços (Denial of Service (DoS)) ou qualquer outro evento indesejado ao

responsável pelo servidor. Já um teste de penetração consiste em um processo autorizado, programado e sistemático onde se faz uso de vulnerabilidades conhecidas para realizar tentativas de invasão à um servidor, rede ou conteúdos de aplicações.

Testes de penetração podem ser executados de mais de uma maneira para propor mais de um ponto de vista sob a mesma organização. Para tal, existem dois tipos de testes (não exclusivos) que podem ser conduzidos (SANS, 2002).

Teste interno de penetração Realizado com o objetivo de identificar vulnerabilidades com acesso físico ou exposição a engenharia social. Servem para determinar quais vulnerabilidades existem no sistema interno, acessível somente à pessoas autorizadas com acesso a rede interna da organização.

Teste externo de penetração Realizado com o objetivo de identificar vulnerabilidades presentes através de conexões que foram estabelecidas através da conexão entre a organização e a Internet (através do *firewall* ou *gateway*).

2.4 FRAMEWORKS E SOLUÇÕES PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADES

Frameworks para análise de vulnerabilidades são ferramentas para facilitar a detecção de vulnerabilidades em determinado sistema/página *web*.

Uma delas é o *Nikto*, o qual é uma ferramenta de segurança específica para *website*, podendo verificar mais de 6.000 testes. Alguns dos principais problemas que podem ser achados são: Arquivos perigosos, serviços mal configurados, *scripts* vulneráveis, entre outros.

Outra ferramenta que pode ser citada é o *Vega*, com objetivos semelhantes ao *Nikto*, porém com dois modos de operação (SUBGRAPH, 2014):

- **Scanner automático:** rastreia automaticamente por *websites*, extraindo links, e executa módulos em possíveis pontos de vulnerabilidades.
- **Proxy de interceptação:** permite análises detalhados sobre a interação navegador-aplicação.

Pode-se citar ainda o OpenVAS, uma ferramenta para varredura e gerenciamento de vulnerabilidades. Podendo ser subdividido em duas arquiteturas (OPENVAS, 2016):

- **Rastreados OpenVAS:** executa os testes de vulnerabilidades.
- **Gerenciador OpenVAS:** consolida a varredura de vulnerabilidade em uma solução completa de gerenciamento de vulnerabilidade.

2.5 NORMAS, RECOMENDAÇÕES E BOAS PRÁTICAS PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADES

Vulnerabilidade pode ser definida como um erro no *software* que permita ao *hacker* ganhar acesso ao sistema ou a rede interna (CVE, 2016). Primeiro monitora-se com qual frequência determinada vulnerabilidade pode ocorrer, e o quanto prejudicial é para o programa. Quando é descoberto alguma vulnerabilidade com os testes realizados, verifica-se em algum banco de dados de vulnerabilidades, sendo o Common Vulnerabilities and Exposures (CVE) uma boa fonte para conhecer um pouco mais sobre o problema encontrado.

Existem também os escaneadores de vulnerabilidade, os quais são *softwares* que ajudam na identificação de possíveis problemas que podem facilitar a corrupção do sistema, identificando, como por exemplo: versões de *softwares* desatualizadas, configurações falhas. Segundo (STANDARDS; TECHNOLOGY, 2008), esses escaneadores podem:

- **Verificar políticas de segurança.**
- **Prover informações sobre alvos para testes de penetração.**
- **Fornecer informações sobre como diminuir as vulnerabilidades descobertas.**

Contudo, mesmo com esses facilitadores, ainda existem alguns problemas a serem vencidos, como quando pequenos riscos de vulnerabilidade são analisados de uma forma isolada, porém quando observados como um conjunto podem trazer um grande problema ao sistema, isso pode ser dito como uma das principais falhas desses

escaneadores, pois conseguem apenas analisar ameaças individuais e não em um escopo específico.

Outro meio de se prevenir contra ataques pode ser feito com uma simples revisão do código fonte quando está sendo implementado, não apenas no seu estado final. Também é viável realizar testes unitários para verificar a consistência presente no código.

Bibliography

ASF. *The Apache HTTP Server Project*. <https://httpd.apache.org/>. (Accessed on 04/08/2016).

BAUER, M. *Linux server security*. Sebastapol, CA Cambridge: O'Reilly, 2005. ISBN 978-0-596-00670-9.

CVE. *CVE - Frequently Asked Questions*. 2016. <http://cve.mitre.org/about/faqs.html>. (Accessed on 04/08/2016).

FSF. *What is free software? - GNU Project - Free Software Foundation*. January 2016. <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html>. (Accessed on 04/08/2016).

MYSQL. *MySQL :: MySQL 5.7 Reference Manual :: 1.3.1 What is MySQL?* April 2013. <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/what-is-mysql.html>. (Accessed on 04/09/2016).

MYSQL. *MySQL :: MySQL 5.7 Reference Manual :: 6.1.1 Security Guidelines*. April 2013. <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/security-guidelines.html>. (Accessed on 04/09/2016).

OPENVAS. *OpenVAS - About OpenVAS Software*. 2016. <http://www.openvas.org/software.html>. (Accessed on 04/09/2016).

PHP. *PHP: O que o PHP pode fazer? - Manual*. March 2016. http://php.net/manual/pt_BR/intro-whatcando.php. (Accessed on 04/09/2016).

PROFFITT, B. *What Is Linux: An Overview of the Linux Operating System — Linux.com — The source for Linux information*. April 2009. <https://www.linux.com/learn/what-linux-overview-linux-operating-system>. (Accessed on 04/09/2016).

SANS. *Penetration Testing - Is it right for you?* 2002. <https://www.sans.org/reading-room/whitepapers/testing/penetration-testing-you-265>. (Accessed on 04/09/2016).

STANDARDS, N. I. of; TECHNOLOGY. *Technical Guide to Information Security Testing and Assessment*. september 2008. <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-115/SP800-115.pdf>. (Accessed on 04/08/2016).

SUBGRAPH. *About Vega*. 2014. <https://subgraph.com/vega/documentation/about-vega/index.en.html>. (Accessed on 04/09/2016).