

Princípios e Aplicações da Computação no Brasil

Ernane Rosa Martins
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2019

Ernane Rosa Martins

(Organizador)

Princípios e Aplicações da Computação no Brasil

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P957 Princípios e aplicações da computação no brasil [recurso eletrônico] /
Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa (PR): Atena
Editora, 2019. – (Princípios e aplicações da computação no
Brasil; v. 1)

Formato: PDF

Requisito de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-046-9

DOI 10.22533/at.ed.469191601

1. Computação. 2. Informática. 3. Redes sociais. I. Martins,
Ernane Rosa. II. Título. III. Série.

CDD 004

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Esta obra se propõe a permitir conhecer melhor o panorama atual da computação no Brasil por meio dos textos dos 15 capítulos que a constituem. Assim, estes trazem a reflexão temas importantes da área, tais como: performance web de e-commerce, análise de redes sociais, teoria de redes complexas, automação de teste em sistemas legados, ambiente virtual, arquitetura e organização de computadores, sistema integrado de gestão, sistema de apoio à avaliação de atividades de programação, rastreamento de objetos em vídeo, segurança da informação, ensino de programação, ensino de teoria da computação, sistemas de informação, fábrica de software, interdisciplinaridade, estilos de aprendizagem em computação, plataformas multiprocessadoras baseadas em barramentos.

Deste modo, esta obra reúne debates e análises acerca de questões relevantes, tais como: Qual o tamanho médio das páginas das lojas virtuais brasileiras e como estão em comparação com a média mundial? Quais informações estratégicas, para a segurança pública, podem ser obtidas com o uso da análise das redes sociais e complexas provenientes de uma base de dados de Tatuagens em Criminosos? A proposta de um novo ambiente virtual de simulação pode apoiar a aprendizagem? A proposta de um sistema de reconhecimento automático de possíveis soluções com mapeamento destas em escores atribuídos por professores, pode auxiliar professores na avaliação de exercícios de programação? A proposta de uma metodologia para rastreamento de múltiplos objetos em vídeos usando subtração de plano de fundo via mistura de gaussianas, morfologia matemática e o filtro de Kalman é mais precisa do que quando feita usando somente a subtração de plano de fundo? Como mensurar e priorizar a segurança da informação corporativa com base nos atuais arcabouços existentes na área? Quais páginas mais se preocupam com o usuário? Algumas ferramentas que foram propostas em trabalhos anteriores e que são utilizadas no ensino de programação atendem a nova realidade do ensino inicial de programação para crianças e jovens? Um projeto de extensão de uma Fábrica de Software, pode propiciar aos alunos capacitação nas principais tecnologias de mercado e vivência no mundo do trabalho?

Nesse sentido, este material ganha importância por constituir-se numa coletânea de trabalhos, experimentos e vivências de seus autores, tendo por objetivo reunir e socializar os estudos desenvolvidos em grandes universidades brasileiras. Certamente os trabalhos apresentados nesta obra são de grande relevância para o meio acadêmico, proporcionando ao leitor textos científicos que permitem análises e discussões sobre assuntos pertinentes à computação, por meio de linguagem clara e concisa, propiciando a aproximação e o entendimento sobre temas desta área do conhecimento. A cada autor, nossos agradecimentos a submissão de seus estudos na Editora Atena. Aos leitores, desejo proveitosa reflexão sobre as temáticas abordadas.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

UTILIZANDO O TIPI PARA IDENTIFICAR TRAÇOS DE PERSONALIDADE DE ESTUDANTES DE UM CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA

Janderson Jason Barbosa Aguiar
Joseana Macêdo Fechine Régis de Araújo
Evandro de Barros Costa

DOI 10.22533/at.ed.4691916011

CAPÍTULO 2 13

UMA AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE WEB DE E-COMMERCE NO BRASIL

Cristiano Politowski
Gabriel Freytag
Vinícius Maran
Lisandra Fontoura

DOI 10.22533/at.ed.4691916012

CAPÍTULO 3 25

UMA ANÁLISE DOS PADRÕES DE TATUAGENS ASSOCIADOS À CRIMINALIDADE DO ESTADO DA BAHIA COM AUXÍLIO DA TEORIA DE REDES

Hernane Borges de Barros Pereira
Antônio José Assunção Cordeiro
Carlos César Ribeiro Santos
Alden José Lázaro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4691916013

CAPÍTULO 4 32

UM ESTUDO DE CASO DE AUTOMAÇÃO DE TESTE EM SISTEMAS LEGADOS SOBRE PLATAFORMA FLEX

Augusto Boehme Tepedino Martins
Jean Carlo Rossa Hauck

DOI 10.22533/at.ed.4691916014

CAPÍTULO 5 45

UM AMBIENTE VIRTUAL APLICADO AO ENSINO E PESQUISA EM ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo
Edson Barbosa Lisboa

DOI 10.22533/at.ed.4691916015

CAPÍTULO 6 50

SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO ESPORTIVA: UMA FERRAMENTA DE APOIO AO PROGRAMA TALENTO OLÍMPICO DO PARANÁ

Robson Parmezan Bonidia
Luiz Antonio Lima Rodrigues
Rosângela Marques Busto
Jacques Duílio Brancher

DOI 10.22533/at.ed.4691916016

CAPÍTULO 7 64

SISTEMA DE APOIO À AVALIAÇÃO DE ATIVIDADES DE PROGRAMAÇÃO POR RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE MODELOS DESOLUÇÕES

Márcia Gonçalves de Oliveira

Leonardo Leal Reblin

Elias Silva de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.4691916017

CAPÍTULO 8 75

RASTREAMENTO DE OBJETOS EM VÍDEO COM APLICAÇÕES PRÁTICAS

Karla Melissa dos Santos Leandro

Sérgio Francisco da Silva

Marcos Napoleão Rabelo

DOI 10.22533/at.ed.4691916018

CAPÍTULO 9 82

PROPOSTA DE ESTRATÉGIA DE MATURIDADE E PRIORIZAÇÃO PARA SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO BASEADA NA ISO/IEC 27001 E 27002 ADERENTE AOS PRINCÍPIOS DA GOVERNANÇA ÁGIL

Gliner Dias Alencar

Hermano Perrelli de Moura

DOI 10.22533/at.ed.4691916019

CAPÍTULO 10 99

PROGRAMAÇÃO PARA TODOS: ANÁLISE COMPARATIVA DE FERRAMENTAS UTILIZADAS NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO

Silvino Marques da Silva Junior

Sônia Virginia Alves França

DOI 10.22533/at.ed.46919160110

CAPÍTULO 11 110

MODOS CONTEMPORÂNEOS DE APRENDIZADO E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO: REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE TEORIA DA COMPUTAÇÃO PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Isabel Cafezeiro

Leonardo Cruz da Costa

Ricardo Kubrusly

DOI 10.22533/at.ed.46919160111

CAPÍTULO 12 123

MODELO DE FÁBRICA DE SOFTWARE ESCOLA

Edmilson Barbalho Campos Neto

Alba Sandyra Bezerra Lopes

Diego Silveira Costa Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.46919160112

CAPÍTULO 13 135

INTERDISCIPLINARIDADE NO IF FARROUPILHA - CAMPUS SANTO ÂNGELO ATRAVÉS DA PRÁTICA PROFISSIONAL INTEGRADA

Fábio Weber Albiero

Karlise Soares Nascimento

Andréa Pereira

Joice Machado

DOI 10.22533/at.ed.46919160113

CAPÍTULO 14..... 140

IDENTIFICAÇÃO DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM EM TURMAS DE NÍVEL TÉCNICO, GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

Janderson Jason Barbosa Aguiar

Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo

Evandro de Barros Costa

DOI 10.22533/at.ed.46919160114

CAPÍTULO 15..... 151

EXPLORAÇÃO EFICIENTE EM ESPAÇOS DE PROJETO DE COMUNICAÇÃO EM PLATAFORMAS MULTIPROCESSADORAS BASEADAS EM BARRAMENTOS

Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo

Edna Natividade da Silva Barros

DOI 10.22533/at.ed.46919160115

SOBRE O ORGANIZADOR 167

UMA AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE WEB DE E-COMMERCE NO BRASIL

Cristiano Politowski

Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Computação
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Gabriel Freytag

Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Computação
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Vinícius Maran

Universidade Federal de Santa Maria, Laboratory of Ubiquitous, Mobile and Applied Computing (LUMAC)
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul

Lisandra Fontoura

Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Computação
Santa Maria – Rio Grande do Sul

RESUMO: A análise da performance de aplicações web é um tópico recente e pouco explorado no meio empresarial e acadêmico no Brasil. No entanto, a velocidade de acesso às páginas está diretamente relacionada com a experiência do usuário e, assim sendo, reflete diretamente na receita dos e-commerces. Nesta pesquisa é apresentada uma avaliação da performance web das 29 lojas virtuais mais acessadas no Brasil segundo o ranking da Alexa. Por meio do estudo foi possível ter um panorama da performance geral das páginas

web. Há uma larga diferença entre o melhor e o pior colocado. Além disso, os números mostram que as páginas dos e-commerces brasileiros, com poucas exceções, estão piores que os valores considerados adequados por especialistas e/ou médias mundiais.

PALAVRAS-CHAVE: aplicações web, análise de performance, e-commerce.

ABSTRACT: Performance of web applications is an underexplored topic by developers and academic work in Brazil. However, the access speed to pages is directly related to the user experience and, therefore, reflects directly the revenue from E-Commerces. This research presents an evaluation of performance of the 29 most accessed virtual stores in Brazil according to the Alexa ranking. There is a wide difference between the best and the worst placed. Moreover, the numbers show that the pages of Brazilian e-commerces, with few exceptions, are worse than the amounts considered appropriate by experts and/or global averages.

KEYWORDS: Web applications, performance analysis, e-commerce.

1 | INTRODUÇÃO

Comércios eletrônicos, lojas virtuais ou *e-commerces* fazem parte do cotidiano de

consumidores de todo o mundo. Grandes empresas como a *Amazon* e *AliExpress* veem sua receita aumentar a cada ano por meio da venda de grandes quantidades de produtos à preços baixos. Pequenas e médias empresas também têm espaço nesse mercado em constante crescimento. Segundo *eMarketer* [eMarketer 2016], em 2015, o total arrecadado por empresas desse tipo foi de aproximadamente U\$ 1.600.000.000.000 (um trilhão e seiscentos bilhões de dólares americanos) com previsão de aumento de mais de 110% até 2019. Os *e-commerces* no Brasil, apesar de apresentarem números mais modestos, tiveram uma receita em 2015 de cerca de U\$ 19.600.000.000 (dezenove bilhões e seiscentos milhões de dólares americanos) com uma previsão de aumento de cerca de 50% até 2019, ou seja, mais de trinta bilhões¹. Para efeito de comparação, este valor corresponde, hoje, ao Produto Interno Bruto (PIB) do Paraguai².

A competitividade do mercado obrigou donos de lojas virtuais à investir em diferenciais para seus negócios. Como consequência, a complexidade dos *e-commerces*, ou seja, o número de requisições e o tamanho total das páginas, aumentou. Segundo os dados de *HTTPArchive* [HTTPArchive 2016], no mês de março, o tamanho médio de uma página na Internet teve crescimento de 1311 KB em 2013 para 1703 KB em 2014, 2008 KB em 2015 e este ano chegou à 2281 KB, um aumento de mais de 74%.

Contrário ao crescimento das páginas, usuários não aceitam mais atrasos na compra de produtos via *e-commerces* [IPNews 2015]. Estudos realizados pela indústria e livros técnicos de profissionais especializados como Steve Souders, Ilya Grigorik e Patrick Meenan [Souders 2016, Grigorik 2016, Meenan 2016] comprovam esse fato. Segundo um estudo realizado pelo *Aberdeen Group* em 2008 [Aberdeen Group 2008], um segundo de atraso no tempo de resposta de aplicações *web* pode impactar na satisfação do usuário em 16%, nas páginas visualizadas em 11% e nas conversões (ato de compra do usuário) em 7%. De acordo com a empresa *Akamai* [Akamai 2002], a instabilidade e imprevisibilidade da performance de uma aplicação pode impactar negativamente nos clientes, ou seja, na escolha do *e-commerce* na qual realizarão suas compras.

Segundo Everts [Everts 2015], em 2006 usuários de *e-commerces* esperavam que uma página carregasse em 4 segundos ou menos. Atualmente, no entanto, cerca de metade dos usuários esperam um tempo de carregamento de 2 segundos ou menos [Forrester Consulting 2009] e 18% esperam que a página carregue instantaneamente. O mesmo autor ainda cita alguns casos onde a performance influenciou diretamente na receita das empresas:

- Cada 1 segundo retirado do tempo de carregamento da página equivaleu a um aumento de 2% na taxa de conversão de clientes em *Walmart.com*;
- *Staples.com* retirou 1 segundo do tempo de carregamento da página, au-

1 Dados retirados de Statista sendo a pesquisa realizada entre 2014 e 2015 por eMarketer.

2 Dados retirados dos sites: FMI, World Bank e Nações Unidas.

mentando a taxa de conversão em 10%;

- *AutoAnything.com* cortou o tempo de carregamento da página pela metade, aumentando a taxa de conversão em 9%;
- A plataforma de captação de fundos da *Mozilla* retirou 2.2 segundos do tempo de carregamento da página, aumentando o número de downloads em 15,4%;
- *Intuit.com* cortou o tempo de carregamento pela metade, aumentando a conversão em 14%.

Dada esta situação, como podemos otimizar um *website*? Souders [Souders 2007] apresenta a *Performance Golden Rule*, mostrando que é muito mais viável concentrar os esforços de otimização nos elementos “do lado do cliente” (*client-side* ou *front-end*) pois correspondem a 80–90% dos componentes da aplicação:

“Only 10–20% of the end user response time is spent downloading the HTML document. The other 80–90% is spent downloading all the components in the page.” — Steve Sauders.

Com a previsão de crescimento da receita dos *e-commerces* no Brasil, com o crescente aumento do tamanho e do número de requisições das páginas *web* e pelo fato do *front-end* corresponder à grande parte de uma página *web*, duas perguntas centrais devem ser respondidas para se ter um panorama da performance dos *e-commerces* no Brasil:

- 1) Qual o tamanho médio das páginas das lojas virtuais brasileiras? Como estão em comparação com a média mundial? Qual a média de *assets* por página?
- 2) Quais páginas mais se preocupam com o usuário, ou seja, qual o *ranking* das métricas relacionadas a experiência do usuário (*Time To Start Render*, *Speed Index*, etc)? Portanto, o objetivo deste trabalho é capturar e analisar dados de performance *web*

Portanto, o objetivo deste trabalho é capturar e analisar dados de performance *web* das lojas virtuais mais acessadas no Brasil. Um panorama dos principais *e-commerces* é importante e se faz necessário por ser um ponto de partida para uma estratégia de otimização. Além disso, novas ideias e *insights* surgem por meio da análise de performance e podem auxiliar pesquisadores de outras áreas como *User experience (UX)* e *Search Engine Optimization (SEO)*.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados os conceitos e termos necessários para compreender o trabalho. Na Seção 3 é mostrado o método utilizado na pesquisa. Na Seção 4 os dados obtidos por meio da pesquisa são analisados. Na Seção 5 são apresentados os trabalhos relacionados. Por fim, na Seção 6 são descritas as considerações finais.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A visualização de uma página *web* é composta de uma requisição para cada *asset* (arquivo). Nos primórdios da internet, o arquivo HTML continha quase a totalidade dos bytes transferidos. Hoje, o cenário mudou, e o tamanho do arquivo HTML representa uma porção muito pequena do total de bytes transferidos.

Durante muitos anos a performance *web* foi — e continua sendo, porém, em menor escala — associada à otimização *backend*. No entanto, de acordo com Souders [Souders 2007], se formos capazes de cortar ao meio o tempo de resposta do *backend*, o tempo de resposta do usuário final seria reduzido apenas 5–10%. Porém, se nós reduzíssemos a performance do *front end* ao meio, o tempo de resposta total seria reduzido de 40–45%. Isso mostra a importância da otimização da performance do *front end*.

2.1. Métricas de Performance em Sistemas Web

Quando se fala em performance web, o primeiro detalhe a considerar são quais dados monitorar, ou seja, por meio de quais métricas a performance será analisada. Para tanto, existem várias métricas com diferentes propósitos que, inclusive, vão evoluindo ou sendo desconsideradas conforme mais estudos são realizados. De acordo com Viscomi [Rick Viscomi 2015], entre as métricas mais usadas encontram-se:

- *TTFB (Time To First Byte* — tempo até o primeiro byte): é o tempo do início da requisição até o navegador receber o primeiro byte da resposta;
- *TTSR (Time to Start Render* — tempo até o início da exibição na tela): é o tempo do início da requisição até o navegador exibir o primeiro pixel do conteúdo na tela;
- *Speed Index* (índice de velocidade): é uma representação do progresso visual de uma tela;
- *Load Time* (tempo de carregamento): é o tempo de carregamento total da página;
- *Requests* (requisições): o número de requisições HTTP antes do evento;
- *Connections* (conexões): é a quantidade de conexões realizada com servidores;
- *Bytes In* (bytes de entrada): é o número total de bytes recebidos no teste;
- *DOM Elements* (número de elementos contidos no DOM): é o número de elementos no documento.

2.2. Performance Percebida

Métricas por si só não garantem que um *website* pareça rápido para o usuário. Hoje, engenheiros de performance estão dando uma maior ênfase na performance percebida do que em números por si só. De acordo com a escala citada por Nielsen

[Nielsen 2009], ações que levam até 0.1 segundos para serem concretizadas passam a impressão de tempo real ao usuário. Entre 0.1 e 1 segundo, o usuário, caso esteja em plena atenção, percebe um atraso mínimo mas mantém o controle da aplicação navegando livremente. Após 1 segundo, o usuário começa a ficar impaciente, o que vai aumentando conforme o tempo passa. 10 segundos marca o tempo de quebra do fluxo da navegação, normalmente fazendo o usuário abandonar o página. Grigorik [Grigorik 2013] vai mais além e define uma “regra de ouro” (*rule of thumb*) para performance *web*: “Renderize suas páginas, ou pelo menos, forneça um feedback visual em menos de 250 milissegundos para manter o usuário engajado.” (tradução livre). Ou seja, a principal preocupação agora é dar uma resposta o mais cedo possível para o usuário, idealmente em até 250 milissegundos.

Como as métricas de rede não conseguem traduzir com precisão a performance percebida pelos usuários durante a navegação em *websites*, novas formas de medição foram criadas. Por exemplo, *Time to Start Render* é a métrica que mede o tempo decorrido da requisição até o momento que o primeiro pixel é mostrado na tela, ou seja, é a primeira indicação percebida pelo usuário de que a página está sendo renderizada, o que não significa que a página está totalmente carregada. *Above-The-Fold Time* é a métrica que mede o tempo entre o clique no *link* de um *website* e o carregamento da parte visível da página, ou seja, a parte inicial do *website* que não necessita de *scroll* para ser visualizada.

Speed Index é uma métrica criada pela ferramenta WebPagetest. De acordo com [Rick Viscomi 2015], o índice de velocidade de uma página é derivado do progresso visual de cada tela, até ser totalmente carregada, sendo que uma página que exhibe mais ao usuário e mais rapidamente tem um índice de velocidade inferior, ou melhor do que uma página que é mais lenta para exibir o conteúdo.

3 | METODOLOGIA DE PESQUISA E AVALIAÇÃO

Inicialmente definiu-se quais seriam os *e-commerces* analisados. Como base, utilizou-se o *ranking* dos 500 *websites* mais acessados no Brasil, segundo o site Alexa³ no mês de março. Desta lista, filtrou-se apenas os *websites* de comércio eletrônico, resultando em uma lista de 30 *e-commerces* com o melhor posicionamento nesse *ranking* (Tabela 1).

3 <http://www.alexa.com>

Loja	URL	Posição	Loja	URL	Posição
Americanas	www.americanas.com.br	23	Peixe Urbano	www.peixeurbano.com.br	248
Submarino	www.submarino.com.br	40	Livraria Cultura	www.livrariacultura.com.br	256
Walmart	www.walmart.com.br	54	Posthaus	www.posthaus.com.br	274
Extra	www.extra.com.br	55	Mobly	www.mobly.com.br	292
Casas Bahia	www.casasbahia.com.br	56	Kalunga	www.kalunga.com.br	319
Ponto Frio	www.pontofrio.com.br	63	Passarela	www.passarela.com.br	325
Saraiva	www.saraiva.com.br	83	Sou Barato	www.soubarato.com.br	339
Magazine Luiza	www.magazineluiza.com.br	87	Renner	www.lojasrenner.com.br	350
Dafiti	www.dafiti.com.br	89	Privalia	www.privalia.com.br	358
Ultrafarma	www.ultrafarma.com.br	92	oBoticario	www.boticario.com.br	386
Shoptime	www.shoptime.com.br	132	Marisa	www.marisa.com.br	421
Kabum	www.kabum.com.br	143	Polishop	www.polishop.com.br	423
Ricardo Eletro	www.ricardoeletr.com.br	173	Sephora	www.sephora.com.br	427
Kanui	www.kanui.com.br	217	Tricae	www.tricae.com.br	447
Natura	www.natura.com.br	232	OQVestir	www.oqvestir.com.br	482

Tabela 1. Lista dos *e-commerces* analisados.

Foram definidos quatro cenários de testes diferentes para cada amostra na lista. Todos os testes fizeram uso de um dispositivo *desktop* localizado no Brasil em uma instância da *Amazon EC2* com o navegador *Google Chrome*. Nos cenários 1 e 3 não houve a utilização de cache do navegador, simulando o primeiro acesso do usuário. Nos cenários 1 e 2 foi utilizado uma rede cabeada com velocidade de 5 megabits de download e 1 megabit de upload por segundo com RTT (*Round Trip Time* — demora para uma informação chegar ao destinatário e o remetente receber sua confirmação) de 28 milissegundos enquanto que nos cenários 3 e 4 a velocidade da rede simula um acesso utilizando uma rede 3G com 1.6 megabits de download e 768 megabits de upload por segundo respectivamente e RTT de 300 milissegundos. A velocidade média a cabo no Brasil é de 3,6 megabits⁴ e 3G é de 2 megabits⁵ (3G em São Paulo).

Cenário de teste	Dispositivo	Local do Teste	Navegador	Cache	Tipo de Conexão
1	Desktop	Brazil — EC2	Chrome	Não	Cable (5/1 Mbps 28ms RTT)
2	Desktop	Brazil — EC2	Chrome	Sim	Cable (5/1 Mbps 28ms RTT)
3	Desktop	Brazil — EC2	Chrome	Não	Mobile 3G (1.6 Mbps/768 Kbps 300ms RTT)
4	Desktop	Brazil — EC2	Chrome	Sim	Mobile 3G (1.6 Mbps/768 Kbps 300ms RTT)

Tabela 2. Lista da configuração dos testes realizados para cada amostra.

Os testes foram realizados no dia 08 de março de 2016. A página principal de cada *e-commerce* listado na Tabela 1 foi testado uma vez (sem descartes — *outliers*) nos quatro cenários descritos na Tabela 2, sempre com a mesma configuração de rede para cada *website* em cada cenário. Em ambos os testes nenhum usuário estava logado nas páginas web, visto que os logins normalmente expiram em um curto espaço de tempo e quando um usuário real acessa um *website* (principalmente no primeiro acesso) não está logado. Foram armazenados os *dashboards* referentes ao teste de cada *e-commerce* nos quatro cenários para posterior análise do desempenho.

A ferramenta escolhida para os testes de performance foi a WebPagetest⁶, uma

4 Velocidade média a cabo no Brasil: <http://goo.gl/B1CLWT>
5 Velocidade média 3G no Brasil: <http://goo.gl/8Kk4Mk>
6 <http://www.webpagetest.org>

ferramenta *online* para testes de desempenho de páginas *web*. WebPageTest permite gerar resultados e cenários de diversas formas, inclusive vídeos com o processo de renderização das páginas e *filmstrips* (linha do tempo do processo de renderização da página com *prints* da tela acima da borda a cada 0,5 segundos). A ferramenta ainda permite a execução de dois testes de um mesmo *website* em uma única execução por meio da seleção da opção *First View and Repeat View* nas configurações avançadas.

Dessa forma, os testes 1 e 2 assim como os testes 3 e 4 descritos na Tabela 2 foram realizados em duas execuções e, portanto, as métricas de cada teste estão presentes nos mesmos arquivos. WebPagetest também permite salvar um resumo das métricas dos testes, as métricas detalhadas de cada requisição de cada teste e também um arquivo com todas as informações das transações HTTP realizadas pela página *web*. Em cada teste foram armazenados os seguintes arquivos: o *Waterfall* (visão do carregamento sequencial do *website* em forma de requisições fluindo constantemente para baixo), o *Waterfall* das conexões realizadas com cada servidor de conteúdo, a captura de tela, o *filmstrip* e o vídeo de todo o carregamento dos *websites*.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabela 3 e 4 são apresentadas as métricas e resultados considerados mais importantes, retirados dos testes 1 e 3⁷. Na tabela, os dados estão separados por cores, sendo azul e vermelho os valores abaixo e acima da média da amostra respectivamente. Ainda, na tabela constam valores mínimos (MIN) e máximos (MAX) de cada métrica, ambos em destaque com fundo vermelho e verde. Os testes foram realizados em 29 dos *e-commerces* listados, isto porque os testes não puderam ser efetuados no domínio <http://www.ricardoletro.com.br/> pois o servidor da loja rejeitou o acesso efetuado pelo servidor do *WebPageTest*.

⁷ Todos os demais resultados podem ser visualizados na página do projeto em <http://inscale.github.io/perf-ecommerces-br/>.

Loja	TTFB	TTSR	SpeedIndex	LoadTime	Request	Connections	Bytes In	DOM Elem.
Americanas	156	2185	13104	14212	211	66	4430441	3271
Boticario	417	6784	17625	21510	496	193	4627767	6549
Casas Bahia	151	3194	3971	8509	221	110	2091314	3392
Dafiti	129	1895	4275	13612	297	154	2168881	1986
Extra	255	3789	9496	13005	272	128	2443574	1132
Kabum	364	6604	9426	11533	240	80	2565895	5809
Kalunga	586	7586	10303	10295	146	33	3782604	1609
Kanui	94	3100	5611	7822	208	92	3743222	1578
Livraria Cultura	276	3186	5570	10105	154	69	2561703	2216
Renner	1300	3888	8149	10006	287	140	2322744	1253
Magazine Luiza	554	6198	8974	16910	166	81	3452265	2994
Marisa	222	2986	6266	17945	357	179	4183569	2238
Mobly	256	2090	4156	2518	233	112	2031785	1807
Natura	255	4091	6286	21881	347	48	4818540	4373
OQVestir	354	7298	17459	19957	249	83	2760183	2937
Passarela	415	2294	4304	20734	367	107	3463009	1290
Peixe Urbano	2498	4789	10277	13844	158	98	2762172	1544
Polishop	381	8287	15681	25811	565	238	11167147	1675
Ponto Frio	163	7196	13059	11714	204	105	2316903	1821
Posthaus	211	3185	5629	9585	201	89	1520350	1422
Privalia	1065	3887	19512	12077	163	51	4115997	2304
Saraiva	147	5086	10074	13453	304	123	4539035	1232
Sephora	248	3880	9715	16223	430	144	3185218	1359
Shoptime	292	3100	18742	13823	352	64	12744964	1386
Sou Barato	139	2584	6801	10645	167	46	3535307	4253
Submarino	143	3485	17322	19111	271	87	6181333	2133
Tricae	286	2291	7328	7877	124	32	3434053	1343
Ultrafarma	1102	4081	13430	16866	112	25	3563155	4123
Walmart	571	2486	5937	11663	166	67	1642101	2213
MÉDIA	444,96	4250,68	10090,89	13985,11	260,79	99,18	3946897,50	2465,32
MIN	94	1895	3971	2518	112	25	1520350	1132
MAX	2498	8287	19512	25811	565	238	12744964	6549

Tabela 3. Resultados do teste 1 (Cable (5/1 Mbps 28ms RTT), no cache).

Entre os dados do teste 1, os melhores resultados estão bem distribuídos entre as amostras pois cada loja se sobressai em algum aspecto. No entanto, vale ressaltar que *Casas Bahia* apresentou o melhor índice de velocidade, seguido por *Mobly* e *Dafiti*. No entanto, a loja *Polishop* obteve os piores resultados em quatro métricas: *TTSR*, *Load-Time*, *Requests* e *Connections*. Se considerarmos os valores abaixo das médias, *Tricae* com 7, *Shoptime* com 6 e *Polishop* com 5 são as piores colocadas. No teste 3 os valores estão ainda mais distribuídos. O melhor índice de velocidade aqui fica com a *Loja Passarela*, seguida de *Marisa* e *Livraria Cultura*. *Boticario* e *Polishop* com 6 juntamente com *OQVestir* e *Privalia* com 5 são as lojas com maior número de valores abaixo das médias.

Também procuramos correlações entre os valores, ou seja, se o aumento/diminuição dos valores de uma métrica possuíam relação direta com outra métrica (Tabela5). Entre as correlações mais relevantes (consideramos valores entre -0,99 a -0,50 e 0,560 a 0,99) estão *SpeedIndex* com *TTSR*, visto que ambos se referem à renderização de conteúdo na tela e de *SpeedIndex* com *Bytes In*, pois a velocidade de exibição do conteúdo depende do download do conteúdo e conseqüentemente tem relação com o tamanho dos conteúdos. Há também correlações de *LoadTime* com *Requests* e de *LoadTime* com *Bytes In*, pois o tempo de carregamento depende da quantidade de requisições realizadas e do tamanho destas requisições. Além disso, há correlação de *Requests* com *Connections* e de *Requests* com *Bytes In*, visto que

o número de conexões varia de acordo com o número de requisições, assim como o tamanho total varia de acordo com o número de requisições.

Correlações	TTFB	TTSR	SpeedIndex	LoadTime	Request	Connections	Bytes In	DOM Elem.
TTFB	1,00	0,12	0,26	-0,09	-0,34	-0,22	-0,15	0,11
TTSR	0,12	1,00	0,55	0,23	-0,20	-0,29	0,01	0,16
SpeedIndex	0,26	0,55	1,00	0,47	0,05	-0,14	0,52	-0,05
LoadTime	-0,09	0,23	0,47	1,00	0,55	0,30	0,55	0,00
Request	-0,34	-0,20	0,05	0,55	1,00	0,80	0,55	0,01
Connections	-0,22	-0,29	-0,14	0,30	0,80	1,00	0,21	0,04
Bytes In	-0,15	0,01	0,52	0,55	0,55	0,21	1,00	0,09
DOM Elem.	0,11	0,16	-0,05	0,00	0,01	0,04	0,09	1,00

Tabela 5. Tabela de correlações entre as métricas.

Traçando um panorama geral dos resultados do teste 1, temos que, a página de uma loja virtual brasileira possui, em média: 260 requisições em sua página inicial, 103 conexões são realizadas com o servidor da aplicação ou CDNs, o número total de elementos carregados pelo navegador cliente é de cerca de 2392, totalizando 3,94 Megabytes de dados, sendo que o primeiro byte chega ao navegador em 444 milissegundos e a renderização começa depois de mais de 4 segundos de espera. Já no teste 3, com rede móvel 3G, os valores permanecem praticamente os mesmos, com exceção do *time to first byte* de 1383 milissegundos (aumento de três vezes) e o *time to start render* de mais de 8 segundos (duas vezes mais lento).

Se considerarmos os piores casos, a situação fica preocupante. Por exemplo, a página inicial da loja Kalunga leva mais de 22 segundos para mostrar algo na tela em uma conexão 3G. Isso significa que o usuário ficará todo esse tempo vendo uma tela em branco. Provavelmente neste intervalo já terá desistido da compra ou até mesmo pensado que o website está *offline*. Este caso pode ser melhor compreendido visualizando o *filmstrip* da Figura 1. Cada retângulo branco é meio segundo em que o usuário está esperando pelo conteúdo.

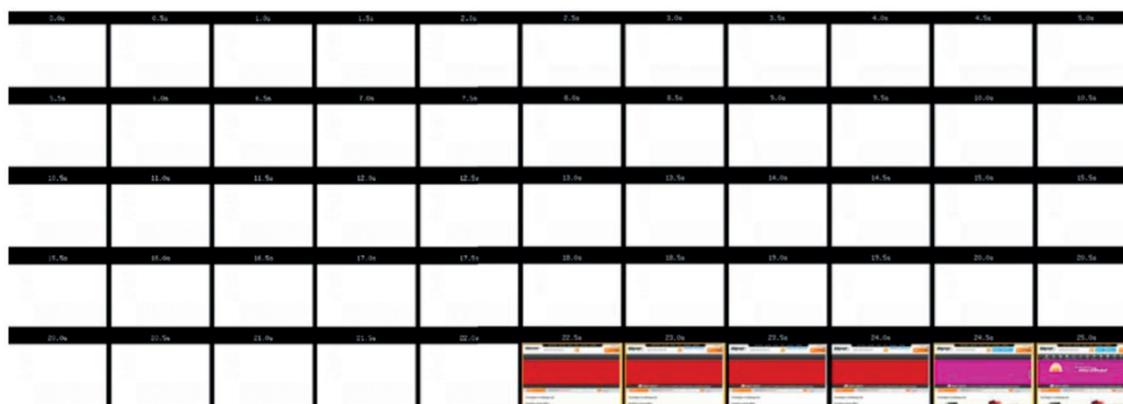


Figura 1. *Filmstrip* da página inicial da loja Kalunga testada em uma rede 3G.

5 | TRABALHOS RELACIONADOS

A empresa RADWARE realiza anualmente trabalhos de pesquisa sobre a performance de *websites* de várias áreas como lojas virtuais, sites de esportes, hotéis, etc. Por exemplo, em 2015 [RADWARE 2015] foram analisados os cem primeiros *e-commerces* listados no *ranking* do site Alexa.com por meio de algumas métricas como TTI e LoadTime e também outros detalhes como a composição das páginas em relação aos seus *assets*. Seus achados mostram que somente 12% dos sites analisados mostravam algum conteúdo abaixo da barreira dos 3 segundos; o tamanho e complexidade das páginas estão diretamente ligados com tempo de carregamento (*loadtime*); imagens não estão sendo devidamente otimizadas.

Recentemente a mesma empresa divulgou outro estudo [RADWARE 2016] mas dessa vez englobando também outras áreas. Seus resultados mostraram que lojas virtuais tiveram a melhor média de TTI (3.1 segundos, algo bem superior ao estudo prévio); o tamanho médio das páginas é 1,4 MBs, com 97 requisições e um tempo de carregamento total de 7,9 segundos; as páginas oscilaram entre 276 KB a 9 MB e 34% dos sites analisados não usavam uma compressão de imagens adequada;

No estudo apresentado neste trabalho, no entanto, o foco foi uma análise detalhada das lojas virtuais mais acessadas do Brasil, abrangendo um gama maior de métricas e uma análise da renderização das páginas considerando conexões comuns em *desktops* e redes móveis. Além disso, o trabalho também trata de detalhes relacionados a otimização *front end*.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma avaliação da performance *web* dos 29 *e-commerces* mais acessados no Brasil segundo o ranking da Alexa. Analisando os melhores resultados de cada métrica dos *e-commerces* testados é possível perceber que poucos estão próximos das métricas ideais.

Por exemplo, de acordo com as especificações da ferramenta de medição de desempenho *web PageSpeed Insights* [GoogleDevelopers 2016], o TTFB ideal é igual ou menor que 200 ms. No Teste 1, apenas oito amostras (cerca de 27%) ficaram abaixo desse valor.

Outras métricas, no entanto, tiveram resultados bem inferiores dos desejados. Para a métrica TTSR, o valor ideal é abaixo de 1,2 segundos [WebSiteOptimization 2016], no entanto, nenhum *e-commerce* se aproximou desse valor, sendo o mais próximo 3,09 segundos da loja Dafiti no Teste 1. Outro exemplo é a métrica *SpeedIndex*, que segundo Paul Irish [Irish 2016], o valor ideal é abaixo de 1000, mas o melhor resultado alcançado foi de 3971 pela loja Americanas.

Comparando o tamanho médio das páginas brasileiras (3854 kilobytes) com o tamanho médio mundial no mesmo período (2281 kilobytes) [HTTPArchive 2016], é

possível observar que as páginas de comércio eletrônico brasileiras estão cerca de 68% maiores. Esta diferença é duas vezes maior quando comparada com a média mundial no setor de *e-commerces* [RADWARE 2015], cujo valor é de cerca de 1905 kilobytes por página. Além disso, a quantidade de elementos no DOM se mostraram altas — principalmente o *website* da loja *Shoptime* com 12 megabytes. A média mundial de elementos presentes no DOM, no mesmo período, era de 905, e o resultado médio do Teste 1 foi de 2465, quase três vezes maior.

Otimização da performance de aplicações *web* ainda é um tópico pouco discutido na indústria e ainda menos no meio acadêmico. Os dados apresentados aqui reforçam a necessidade de maior apreço pelo assunto. Mais pesquisas, técnicas e ferramentas precisam ser feitas para propiciar melhores experiências para usuários. Como trabalho futuro há previsão de extensão dos testes também para dispositivos móveis, abrindo possibilidade de outras análises como responsividade da página e comparação entre páginas *mobile* e páginas únicas. Além disso, a criação e execução de uma estratégia de otimização juntamente com a comparação do antes e depois são os próximos passos da pesquisa. Por fim, ainda é possível realizar um trabalho complementar, com viés mais qualitativo, visando capturar a percepção dos usuários finais.

REFERÊNCIAS

[Aberdeen Group 2008] Aberdeen Group (2008). **The Performance of Web Applications: Customers Are Won or Lost in One Second**. Technical Report November.

[Akamai 2002] Akamai (2002). **Why Performance Matters**. Technical report.[eMarketer 2016] eMarketer (2016). emarketer. Disponível online em <http://www.emarketer.com>.

[Everts 2015] Everts, T. (2015). **Time is Money The Business Value of Web Performance**.

[Forrester Consulting 2009] Forrester Consulting (2009). **eCommerce Web Site Performance Today**. Technical report.

[GoogleDevelopers 2016] GoogleDevelopers (2016). **Melhorar o tempo de resposta do servidor**. Disponível online em <https://goo.gl/1ZXawT>.

[Grigorik 2013] Grigorik, I. (2013). **High performance networking in google chrome**. Disponível online em <https://goo.gl/37RctB>.

[Grigorik 2016] Grigorik, I. (2016). **Ilya grigorik**. Disponível online em <https://www.igvita.com/>.

[HTTPArchive 2016] HTTPArchive (2016). **Http archive**. Disponível online em <http://goo.gl/82e14w>.

[IPNews 2015] IPNews (2015). **Paciência dos brasileiros ao utilizarem um aplicativo dura três segundos**. Disponível online em <http://goo.gl/sB6VcO>.

[Irish 2016] Irish, P. (2016). **Fast enough**. Disponível online em <https://goo.gl/4FBPZv>.

[Meenan 2016] Meenan, P. (2016). **Patrick meenan**. Disponível online em <http://blog.patrickmeenan.com/>.

[Nielsen 2009] Nielsen, J. (2009). **Powers of 10: Time scales in user experience**. Disponível online em <https://goo.gl/zJoUc9>.

[RADWARE 2015] RADWARE (2015). STATE OF THE UNION — SUMMER 2015 ECOMMERCE PAGE SPEED & WEB PERFORMANCE **Content and Speed: The Magic Formula**. Technical report.

[RADWARE 2016] RADWARE (2016). MULTI-INDUSTRY WEB PERFORMANCE 2016 STATE OF THE UNION (desktop edition) **Time is money when it comes to microwaves**. Technical report.

[Rick Viscomi 2015] Rick Viscomi, Andy Davies, M. D. (2015). **Using webpagetest: Web performance testing for novices and power users**. Technical report.

[Souders 2007] Souders, S. (2007). **High Performance Web Sites: Essential Knowledge for Frontend Engineers**.

[Souders 2016] Souders, S. (2016). **Steve souders**. Disponível online em <https://stevesouders.com/>.

[WebSiteOptimization 2016] WebSiteOptimization (2016). **Optimize start render time**. Disponível online em <http://goo.gl/s4RoFm>.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-046-9

