

**Ernane Rosa Martins  
(Organizador)**

# **A Abrangência da Ciência da Computação na Atualidade**

**Ernane Rosa Martins**

(Organizador)

# A Abrangência da Ciência da Computação na Atualidade

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A161	A abrangência da ciência da computação na atualidade [recurso eletrônico] / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-488-7 DOI 10.22533/at.ed.887190908  1. Computação – Pesquisa – Brasil. I. Martins, Ernane Rosa. CDD 004
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A área da Ciência da Computação apresenta atualmente uma constante ascensão, seus profissionais estão sendo cada vez mais valorizados e requisitados pelas empresas, tornando-a mais importante, prestigiada e reconhecida. As empresas de todos os portes e setores necessitam de profissionais qualificados desta área, que apresentem potencial para promover inovação, desenvolvimento e eficiência.

A Ciência da Computação é uma área com amplas possibilidades de atuação, como por exemplo: a elaboração de programas e softwares, o gerenciamento de informações, a atuação acadêmica, a programação de aplicativos mobile ou ainda de forma autônoma. A abrangência da Ciência da Computação exige de seus profissionais conhecimentos diversos, tais como: novos idiomas, pensamento criativo, capacidade de comunicação e de negociação, além da necessidade de uma constante atualização de seus conhecimentos.

Dentro deste contexto, este livro aborda diversos assuntos importantes para os profissionais e estudantes desta área, tais como: API de localização da google, identificação de etiquetas RFID, ferramentas para recuperação de dados, ensino de computação, realidade virtual, interação humano computador, gestão do conhecimento, computação vestível, gerência de projetos, big data, mineração de dados, Internet das coisas, monitoramento do consumo de dados na Internet, pensamento computacional, análise de sentimentos, filtros ópticos, rede óptica elástica translúcida, algoritmo de roteamento, algoritmo de atribuição espectral, algoritmo de utilização de regeneradores e algoritmo genético.

Assim, certamente que os trabalhos apresentados nesta obra exemplificam um pouco a abrangência da área de Ciência da Computação na atualidade, permitindo aos leitores analisar e discutir os relevantes assuntos abordados. A cada autor, nossos agradecimentos por contribuir com esta obra, e aos leitores, desejo uma excelente leitura, repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
UMA ABORDAGEM SOBRE SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO MOBILE	
Paulo Roberto Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
UMA ABORDAGEM BIDINÂMICA PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ETIQUETAS RFID	
Shalton Viana dos Santos	
Paulo André da S. Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
TESTE DE FERRAMENTAS DE RECUPERAÇÃO DE IMAGENS PARA SISTEMAS DE ARQUIVOS EXT3 E EXT4	
Diego Vinícius Natividade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
REDIMENSIONAMENTO DO ENSINO DA COMPUTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: O PENSAMENTO COMPUTACIONAL, O UNIVERSO E A CULTURA DIGITAL	
Melquisedec Sampaio Leite	
Sônia Regina Fortes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
REALIDADE VIRTUAL, UTILIZANDO DAS MELHORES PRÁTICAS DA INTERAÇÃO HUMANO COMPUTADOR	
Bruno Moreira Batista	
Guiliano Rangel Alves	
Hellen Corrêa da Silva	
Rhogério Correia de Souza Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909085</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>52</b>
ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PARA A MEMÓRIA EMPRESARIAL: UM RELATO TÉCNICO SOBRE A EXPERIÊNCIA DO SEBRAE/RJ	
Leandro Pacheco de Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909086</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>65</b>
GERÊNCIA DE PROJETOS EM COMPUTAÇÃO VESTÍVEL: DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS VESTÍVEIS INTELIGENTES	
Renan Gomes Barreto	
Lucas Oliveira Costa Aversari	
Renata Gomes Barreto	
Gabriela Ferreira Marinho Barreto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909087</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>76</b>
EXPLORING <i>BIG DATA</i> CONTENT AND INFORMATION METRICS: INTERSECTIONS AND ANALYSIS TO SUPPORT DECISION-MAKING	
Rafael Barcellos Gomes Vânia Lisboa da Silveira Guedes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909088</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>92</b>
DEMOCHAIN - FRAMEWORK DESTINADO A CRIAÇÃO DE REDES BLOCKCHAIN HÍBRIDAS PARA DISPOSITIVOS IOT	
Lorenzo W. Freitas Carlos Oberdan Rolim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8871909089</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>107</b>
CONSUMO DO TRÁFEGO DE DADOS EM APLICAÇÕES DE VÍDEO SOB DEMANDA- YOUTUBE E NETFLIX	
Patricia Emilly Nóbrega da Silva Éwerton Rômulo Silva Castro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88719090810</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>112</b>
COMPUTAÇÃO NA ESCOLA: ABORDAGEM DESPLUGADA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Christian Puhmann Brackmann Marcos Román-González Rafael Marimon Boucinha Dante Augusto Couto Barone Ana Casali Flávia Pereira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88719090811</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>128</b>
COLETA DE DADOS E ANÁLISE DE SENTIMENTOS NAS REDE SOCIAIS ON LINE	
Maurilio Alves Martins da Costa Bruna Emidia de Assis Almeida Fraga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88719090812</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>137</b>
ANÁLISE DO IMPACTO DO CASCATEAMENTO DE FILTROS ÓPTICOS EM UM CENÁRIO DE REDES ÓPTICAS ELÁSTICAS	
Gabriela Sobreira Dias de Carvalho William Silva dos Santos Lucas Oliveira de Figueiredo Helder Alves Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88719090813</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>143</b>
ANÁLISE DE REDE ÓPTICA ELÁSTICA TRANSLÚCIDA CONSIDERANDO DIFERENTES ALGORITMOS DE ROTEAMENTO	
Arthur Hendricks Mendes de Oliveira	
William Silva dos Santos	
Helder Alves Pereira	
Raul Camelo de Andrade Almeida Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88719090814</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>149</b>
ANÁLISE DE REDE ÓPTICA ELÁSTICA TRANSLÚCIDA CONSIDERANDO ALGORITMOS DE ATRIBUIÇÃO ESPECTRAL	
Arthur Hendricks Mendes de Oliveira	
William Silva dos Santos	
Helder Alves Pereira	
Raul Camelo de Andrade Almeida Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88719090815</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>155</b>
A NEW MULTI OBJECTIVE APPROACH FOR OPTIMIZING P-MEDIAN MODELING IN SCHOOL ALLOCATION USING GENETIC ALGORITHM	
Clahildek Matos Xavier	
Marly Guimarães Fernandes Costa	
Cícero Ferreira Fernandes Costa Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88719090816</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>168</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>169</b>



## TESTE DE FERRAMENTAS DE RECUPERAÇÃO DE IMAGENS PARA SISTEMAS DE ARQUIVOS EXT3 E EXT4

**Diego Vinícius Natividade**

e-mail: [natividade@bol.com.br](mailto:natividade@bol.com.br)

Universidade Federal de Lavras  
Lavras - MG

**RESUMO:** Com o aumento do uso de sistemas GNU/Linux, recuperação de dados nestes sistemas tornou-se muito comum. Usar a ferramenta ideal para cada tipo de sistema de arquivos é de suma importância para o êxito da tarefa, seja no quesito desempenho ou eficiência. Este trabalho apresentou de forma prática e objetiva, três das principais e mais conhecidas ferramentas para recuperação de dados e as comparou em sistemas de arquivos ext3 ext4, de forma a possibilitar que o leitor possa escolher a solução mais adequada para cada ocasião. O resultado mostrou que, em geral, o Photorec obteve o melhor desempenho.

**PALAVRAS-CHAVE:** recuperação de dados; recuperação de imagens; ext3; ext4

### TEST OF IMAGE RECOVERY TOOL FOR EXT3 AND EXT4 FILE SYSTEMS

**ABSTRACT:** With the increasing use of GNU/Linux systems, the retrieval of data in these systems has become very common. Using the ideal tool for each type of file system is paramount to the success of the task, be it

performance or efficiency. This work presented in a practical and objective way three of the most well known tools for data recovery and compared them in ext3 and ext4 file systems, in order to allow the reader to choose the most suitable solution for each occasion. The result showed that, in general, Photorec achieved the best performance.

**KEYWORDS:** data recovery; image recovery; ext3; ext4

### 1 | INTRODUÇÃO

Com o aumento do uso de sistemas Linux tanto em servidores quanto em *desktops*, ter em mãos ferramentas adequadas que otimizem o trabalho de recuperação de dados para estes sistemas é de fundamental importância, seja para técnicos, analistas, peritos ou mesmo usuários e interessados no assunto.

O objetivo principal deste trabalho foi testar três ferramentas de recuperação de dados em sistemas de arquivos ext3 e ext4, comparando-as quanto à eficiência na recuperação de arquivos de imagens.

Como resultado, tem-se uma visão geral das ferramentas apresentadas podendo optar por uma ou outra, dependendo do sistema de arquivos utilizado e das condições do mesmo – se foi formatado ou não.

## 2 | RECUPERAÇÃO DE DADOS

Na maioria dos sistemas atuais, quando um arquivo é apagado, o que o sistema operacional faz é excluir a referência do arquivo na tabela de alocação de arquivos e liberar os blocos ocupados pelo mesmo para a gravação de novos. Portanto, um arquivo mesmo excluído há anos, pode ser recuperado, se os blocos por ele ocupados ainda não tiverem sido sobrescritos por outros arquivos (COSTA; FAVA, 2004).

Neste trabalho será tratada somente recuperação de dados em alto nível de software, devido principalmente à falta de material relacionado a este assunto e ao foco do trabalho. Os programas utilizados na recuperação de dados trabalham a nível de sistemas de arquivos. Normalmente, nesse tipo de *software*, deve-se indicar o sistema de arquivo utilizado na partição que serão recuperados os dados, ou usar o *software* específico para àquele sistema de arquivo (COSTA; FAVA, 2004).

## 3 | SISTEMAS DE ARQUIVOS

Para que os dados processados pelo computador possam ser utilizados novamente, após o desligamento do sistema, eles precisam ser armazenados pelos dispositivos de armazenamento permanente. Mas para isso, eles precisam de: uma forma de agrupar os dados e um mecanismo de acesso.

Essa forma de agrupar os dados é chamada de “arquivo”. Pode-se definir arquivos, como uma forma de abstração de dados, encapsulando os bits em recipientes, podendo então salvá-los no dispositivo de armazenamento e recuperar novamente as informações mais tarde. O responsável por definir o mecanismo de acesso e a estrutura desses arquivos é o sistema de arquivos. Ele é responsável em lidar com os arquivos (TANENBAUM; WOODHULL, 2000). Geralmente, cada sistema operacional utiliza o seu próprio sistema de arquivos.

### 3.1 Sistema de arquivos ext3

O sistema de arquivos ext3 foi baseado no ext2 e desenvolvido por Stephen C. Tweedie. Seu grande objetivo não era ser o mais eficiente sistema de arquivos, mas sim, reduzir os problemas causados por desligamentos inesperados. O principal recurso implementado neste sistema foi o *journaling*, que funciona como um *log* de todas as transações realizadas pelo sistema de arquivos, possibilitando a recuperação de um estado anterior caso ocorra alguma falha (PETERSEN, 2008).

Os limites para o sistema de arquivos ext3 são de 16TiB para partições e 2TiB para arquivos. Mas as quatro mais importantes características do sistema de arquivos ext3 são: disponibilidade, integridade dos dados, velocidade e transição fácil do ext2 para ext3 (RED HAT, 2003). Tudo isso implementado pelo *journaling*.

### 3.2 Sistema de arquivos ext4

O desenvolvimento do sistema de arquivos ext4 foi uma bifurcação do projeto do ext3 (que é chamado na computação de *fork*). O intuito era prover algumas melhorias, sem abrir mão da compatibilidade com seu antecessor, que já era um sistema de arquivos bastante robusto e complexo.

Vários aperfeiçoamentos foram feitos no ext4 em relação ao seu antecessor, como aperfeiçoamentos no *journaling* e a capacidade de trabalhar com partições de até 1EiB e arquivos de até 16TiB (KUMAR, 2008).

De todas as melhorias implementadas, o recurso chamado *extents* foi a principal e mais significativa delas, pois otimiza a gravação dos dados no disco e reduz a fragmentação.

## 4 | FERRAMENTAS PARA RECUPERAÇÃO DE DADOS

No mercado existem vários sistemas para recuperação de dados, principalmente para ambientes Microsoft Windows. Estas ferramentas possibilitam a recuperação de arquivos apagados seja por descuido, de forma intencional ou por ataques de *malwares*. Até mesmo discos formatados podem ter seus arquivos recuperados por essas ferramentas.

O princípio básico de funcionamento destas ferramentas consiste na varredura do disco por arquivos deletados e sua posterior recuperação (CROSS, 2008). Serão apresentadas algumas ferramentas de recuperação de dados para sistemas de arquivos GNU/Linux, que é foco deste trabalho.

Em Linux, um sistema bastante antigo de recuperação de arquivos deletados é o e2undel. O mesmo não será utilizado como ferramenta de teste deste trabalho, pois só permite a recuperação de arquivos apagados em partições ext2 (DIEDRICH, 2004).

Outro aplicativo que pode ser citado, mas que encontra-se descontinuado, é o ext3grep. O mesmo permitia a recuperação de arquivos em sistemas ext3. Nem mesmo no site do projeto são apresentadas mais informações relevantes sobre a ferramenta.

Para substituir o ext3grep, foi criado o extundelete, usando os mesmos princípios de seu antecessor. De acordo com o site do projeto, o extundelete funciona em sistemas de arquivos ext3 e ext4 e procura por informações contidas no *journal* da partição para tentar recuperar arquivos apagados.

Scalpel e Foremost são duas ferramentas similares para recuperação de arquivos. O Scalpel foi criado a partir da versão 0.69 do Foremost e ambas, apesar de antigas, ainda são bastante utilizadas em sistemas GNU/Linux. Estas ferramentas trabalham com recuperação de arquivos a partir de seus tipos ou assinaturas, como cabeçalhos e rodapés, processo conhecido como *data carving* (FICHERA; BOLT, 2013).

A mais atual das ferramentas de recuperação de dados e que se encontra em pleno desenvolvimento é o Test Disk & Photorec. De acordo com o site do projeto,

são duas ferramentas em um só pacote, onde o Test Disk é utilizado para recuperar partições perdidas ou apagadas e o Photorec utilizado na recuperação de arquivos (desenvolvido inicialmente para recuperação de imagens).

## 5 | METODOLOGIA

Foram realizados testes com três ferramentas de recuperação de dados. Utilizou-se de duas partições virtuais, uma com sistema de arquivos ext3 e outra com ext4. Arquivos de imagens escolhidos aleatoriamente foram utilizados nas duas partições. Os mesmos arquivos utilizados em uma foram também utilizados na outra.

Três grupos de testes foram realizados: **Testes Grupo 1**, com os arquivos apenas apagados; **Testes Grupo 2**, com as partições formatadas; **Testes Grupo 3**, com os arquivos apagados e as partições parcialmente sobrescritas por outros arquivos. Todas as ferramentas de recuperação realizaram os mesmos procedimentos.

Os arquivos de imagens para a recuperação foram escolhidos aleatoriamente e dispostos em três subdiretórios: JPG, PNG e GIF. Mais detalhes quanto ao tipo, tamanho e quantidade de arquivos, podem ser vistos na Tabela 1.

Tipos de arquivos	Quantidade	Tamanho
.GIF	7	775,7 KB
.JPG	465	804,2 MB
.PNG	48	32,9 MB
<b>TOTAL</b>	<b>520</b>	<b>875,3 MB</b>

Tabela 1: Disposição dos arquivos a serem recuperados

Para manter a confiabilidade dos testes propostos neste trabalho, quatro partições foram criadas em quatro arquivos distintos. Em cada arquivo foi criada uma partição de 2GiB, duas com o sistema de arquivos ext3 e as outras duas com ext4. Ambos os sistemas de arquivos utilizados (ext3 e ext4) foram formatados com as opções padrão do sistema operacional em uso (Ubuntu 14.04), neste caso utilizando o *journaling* no modo *ordered*.

Em seguida, foram copiados para cada uma das partições, os três diretórios contendo os 520 arquivos para, posteriormente, serem recuperados. Feito isso, as quatro partições foram desmontadas para se ter certeza que todos os arquivos foram copiados e não ficaram em *cache*.

As partições foram montadas novamente com seus respectivos sistemas de arquivos e os diretórios com os dados foram excluídos com o comando: **rm -rf \***. Por fim, todas as partições foram novamente desmontadas. Para garantir a integridade dos arquivos apagados nas próximas etapas de recuperação, todo o procedimento foi realizado com as partições desmontadas.

## 5.1 Realização dos testes

Os testes de recuperação de imagens foram divididos em três grupos, chamados de **Testes Grupo 1**, **Testes Grupo 2** e **Testes Grupo 3**:

- Os **Testes Grupo 1** foram realizados em uma partição ext3 e outra partição ext4 e iniciou-se logo após a remoção dos arquivos das mesmas (nenhuma alteração foi feita nas partições após a exclusão dos arquivos);
- Os **Testes Grupo 2** foram iniciados (nas mesmas partições do teste anterior) com as partições novamente formatadas com seus respectivos sistemas de arquivos (novamente, após a formatação, nenhuma outra alteração foi feita nas partições);
- Os **Testes Grupo 3** foram realizados em uma outra partição ext3 e ext4 (partição diferente dos testes anteriores).

Todas as ferramentas de recuperação propostas neste trabalho foram utilizadas nos três grupos de testes. As ferramentas utilizadas na recuperação foram executadas na seguinte ordem: extundelete, Foremost e Photorec. Nenhum ajuste adicional foi realizado nas ferramentas citadas.

## 6 | RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos neste trabalho, comparando as ferramentas testadas quanto a sua eficiência na recuperação e o tempo gasto.

Dos arquivos recuperados, nem todos estavam totalmente legíveis, ou seja, muitos foram parcialmente recuperados ou recuperados, mas com seu conteúdo ilegível. Daqui em diante, os arquivos com seus conteúdos totalmente recuperados serão chamados arquivos íntegros. Os arquivos parcialmente recuperados e corrompidos serão chamados de arquivos corrompidos.

### 6.1 Recuperação de imagens nos Testes Grupo 1, partição ext3

Após apagados os arquivos de imagens que estavam na partição ext3, os testes com as ferramentas de recuperação de dados foram realizadas e os resultados obtidos são mostrados a seguir:

**Teste com a ferramenta extundelete:** o extundelete levou 14 segundos no processo de recuperação. Conseguiu recuperar de forma íntegra todos os arquivos apagados, incluindo seus respectivos nomes;

**Teste com a ferramenta Foremost:** a ferramenta Foremost gastou 49 segundos para finalizar o processo. Conseguiu recuperar todos os sete arquivos gif, 376 arquivos jpg e apenas três arquivos png, totalizando 386 arquivos recuperados. Dos arquivos

recuperados, a maioria deles estavam corrompidos;

**Teste com a ferramenta Photorec:** com o aplicativo Photorec, o tempo gasto no processo foi de um minuto e um segundo. Recuperou todos os 7 arquivos gif, os 48 arquivos png e dos 465 arquivos jpg, recuperou 831. Isso porque ferramenta recuperou também as miniaturas dos arquivos jpg, sendo 402 arquivos de miniaturas de imagens e 429 arquivos de imagens propriamente ditos. Desprezando-se as miniaturas encontradas (daqui em diante, em todos os testes, todas as miniaturas encontradas pelo Photorec serão desprezadas), recuperou ao todo 484 arquivos, todos eles íntegros.

## 6.2 Recuperação de imagens nos Testes Grupo 1, partição ext4

Depois de apagados os arquivos de imagens que estavam na partição ext4, os testes com as ferramentas de recuperação de dados foram realizados e os resultados são apresentados a seguir:

**Teste com a ferramenta extundelete:** neste teste, o extundelete gastou também 14 segundos no processo de recuperação. Para este sistema de arquivos, conseguiu também recuperar de forma íntegra todos os arquivos apagados, incluindo seus nomes;

**Teste com a ferramenta Foremost:** a ferramenta Foremost gastou 49 segundos para finalizar o processo e foi superior neste sistema de arquivo em relação ao mesmo teste com o ext3. No total, 519 arquivos foram recuperados. Destes, somente quatro estavam corrompidos (todos do tipo gif);

**Teste com a ferramenta Photorec:** desta vez, com o aplicativo Photorec, o tempo gasto no processo foi de dois minutos e quatro segundos. Ele conseguiu recuperar todos os sete arquivos gif, os 48 arquivos png e dos 465 arquivos jpg, recuperou 438. Todos os arquivos encontrados estavam íntegros. A eficiência desta ferramenta também foi superior no ext4.

## 6.3 Recuperação de imagens nos Testes Grupo 2, partição ext3

Após apagados todos os arquivos e a partição ext3 novamente formatada, os testes com as ferramentas de recuperação de dados foram novamente realizados e os resultados mostrados a seguir:

**Teste com a ferramenta extundelete:** o extundelete levou apenas um segundo no processo de recuperação, mas não conseguiu nada;

**Teste com a ferramenta Foremost:** a ferramenta Foremost gastou 56 segundos para finalizar o processo. Conseguiu recuperar todos os sete arquivos gif, apenas três arquivos png e 375 arquivos jpg. No total, 385 arquivos foram recuperados. Destes, muitos estavam corrompidos;

**Teste com a ferramenta Photorec:** com o programa Photorec, o tempo gasto no processo foi de um minuto e nove segundos. Recuperou todos os sete arquivos gif, os 48 arquivos png e 429 arquivos jpg. Todos os arquivos recuperados estavam íntegros.

## 6.4 Recuperação de imagens nos Testes Grupo 2, partição ext4

Depois de apagados todos os arquivos e a partição ext4 novamente formatada, os testes com as ferramentas de recuperação de dados foram realizados e os resultados apresentados a seguir:

**Teste com a ferramenta extundelete:** neste teste, o extundelete levou menos de um segundo no processo de recuperação e, novamente, não conseguiu recuperar arquivo algum;

**Teste com a ferramenta Foremost:** a ferramenta Foremost gastou 54 segundos para finalizar o processo. Conseguiu recuperar todos os sete arquivos gif, os 48 arquivos png e 464 arquivos jpg. No total, 519 arquivos foram recuperados. Destes, somente quatro estavam corrompidos (todos do tipo gif);

**Teste com a ferramenta Photorec:** desta vez, com o aplicativo Photorec, o tempo gasto no processo foi de dois minutos e quatro segundos. Todos os sete arquivos gif, 48 arquivos png e 474 arquivos jpg, foram recuperados. Todos os arquivos encontrados estavam íntegros.

## 6.5 Recuperação de imagens nos Testes Grupo 3, partição ext3

Após apagados os arquivos de imagens que estavam na segunda partição ext4 e os novos arquivos copiados para a mesma, os testes com as ferramentas de recuperação de dados foram realizadas e os resultados obtidos são apresentados a seguir:

**Teste com a ferramenta extundelete:** o extundelete levou apenas um segundo no processo de recuperação e não conseguiu recuperar arquivo algum;

**Teste com a ferramenta Foremost:** o Foremost levou 49 segundos para finalizar o teste. Conseguiu recuperar os sete arquivos gif, apenas dois arquivos png e 212 arquivos jpg. No total, 221 arquivos foram recuperados. Destes, apenas 20 estavam íntegros;

**Teste com a ferramenta Photorec:** a ferramenta Photorec, desta vez, gastou 14 segundos e recuperou somente 24 arquivos, todos íntegros. Destes recuperados, cinco eram do tipo gif, três png e apenas 16 arquivos jpg.

## 6.6 Recuperação de imagens nos Testes Grupo 3, partição ext4

Depois de apagados os arquivos de imagens que estavam na segunda partição ext3 e os novos arquivos copiados para a mesma, os testes com as ferramentas de recuperação de dados foram realizados e os resultados obtidos são exibidos a seguir:

**Teste com a ferramenta extundelete:** o extundelete levou menos de um segundo no processo de recuperação, mas não conseguiu nada;

**Teste com a ferramenta Foremost:** o Foremost gastou um minuto para realizar

o teste. Conseguiu recuperar os sete arquivos gif, todos os 48 arquivos png de forma íntegra e 412 arquivos jpg. No total, 467 arquivos foram recuperados. Destes, apenas quatro estavam corrompidos, três do tipo gif e um do tipo jpg;

**Teste com a ferramenta Photorec:** o Photorec gastou 46 segundos e recuperou 189 arquivos. Novamente todos íntegros. Destes, sete eram do tipo gif, 48 png e 134 arquivos jpg.

## 6.7 Comparações dos resultados obtidos

De acordo com o ambiente utilizado e os resultados dos testes aqui apresentados, pode-se concluir que: **quanto ao tempo gasto**, a ferramenta mais rápida foi o extundelete e a mais lenta, o Photorec; para **recuperação de imagens apenas apagadas (Testes Grupo 1)**, a melhor ferramenta foi o extundelete, tanto para sistemas de arquivos ext3 quanto ext4, pois além de recuperar todos os arquivos íntegros, recuperou também seus respectivos nomes; para **partições que perderam seus dados após serem formatadas (Testes Grupo 2)**, seja em ext3 ou em ext4, em geral, o Photorec apresentou melhor eficiência, com a única exceção de arquivos de imagens do tipo jpg no sistema de arquivos ext4, onde o Foremost conseguiu recuperar 5,59% a mais de arquivos que o Photorec; já nas **partições que tiveram seus arquivos apagados e parcialmente sobrescritos**, em ext3 o Photorec foi melhor; em ext4 o Foremost foi superior.

Os Gráficos 1, 2 e 3 mostram o comparativo geral entre as ferramentas testadas quanto a eficiência das mesmas.

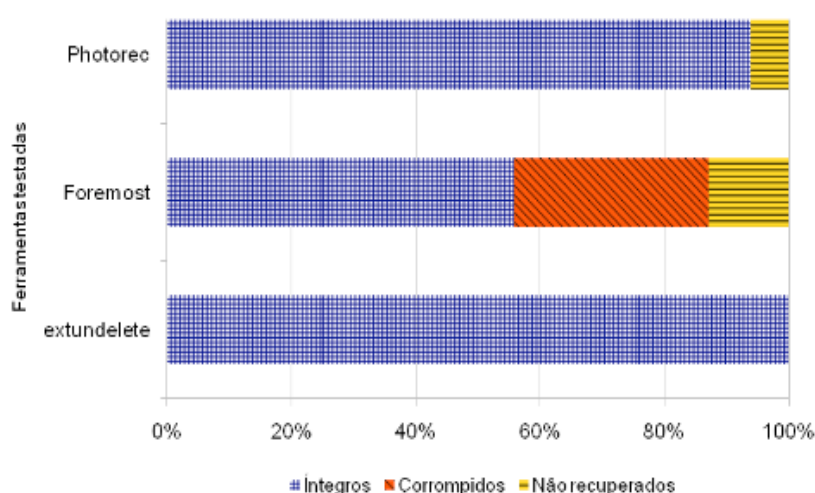


Gráfico 1: Comparativo geral entre as ferramentas nos Testes Grupo 1



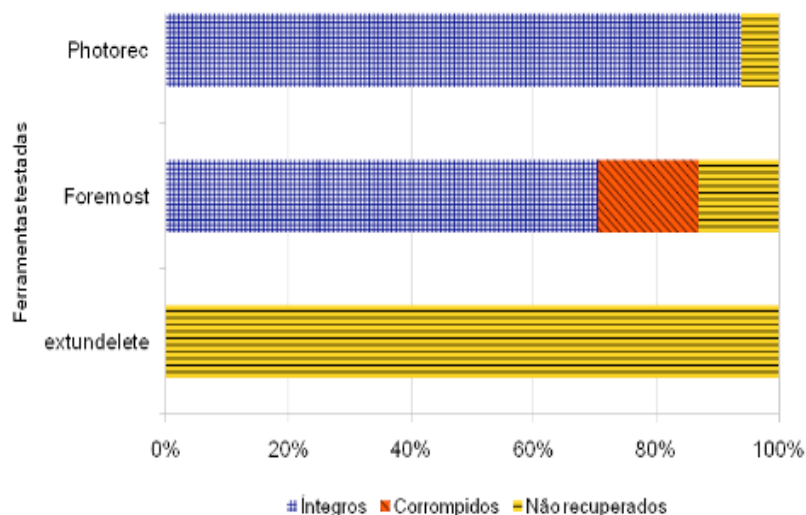


Gráfico 2: Comparativo geral entre as ferramentas nos Testes Grupo 2

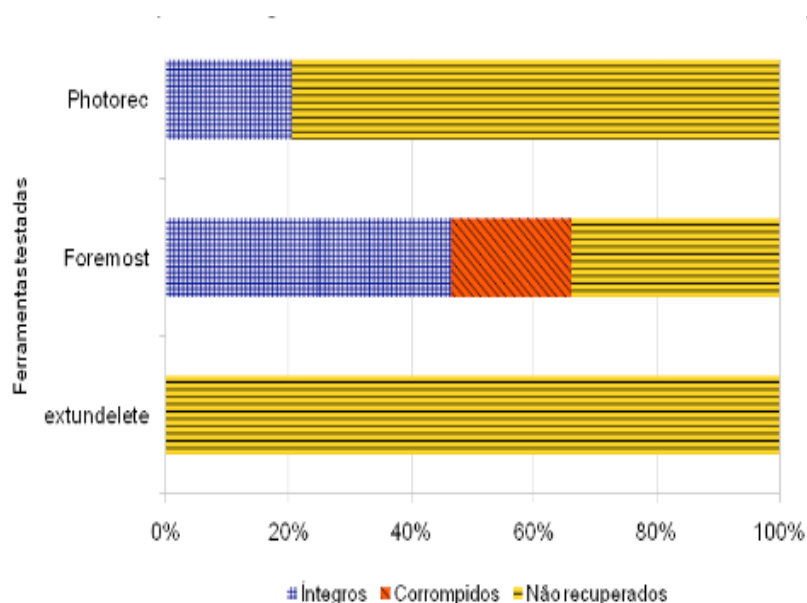


Gráfico 3: Comparativo geral entre as ferramentas nos Testes Grupo 3

## 6.8 Discussão dos resultados obtidos

Das três ferramentas testadas, duas tiveram resultados parecidos, enquanto uma delas, a extundelete, teve resultados bem diferentes. A diferença dos resultados encontrados com esta ferramenta em relação às demais se deve ao fato deste programa funcionar de forma diferente dos outros testados.

O extundelete trabalha tentando recuperar os arquivos com base nas informações do arquivo de *journal*. Com o *journal* íntegro e a partição “intocada” após a exclusão dos arquivos, todos os arquivos foram facilmente recuperados (inclusive com seus nomes) pela ferramenta. Após a formatação das partições (**Testes Grupo 2**), a ferramenta não contava mais com o arquivos de *journal*, não conseguindo portanto a recuperação dos arquivos. O mesmo ocorreu após a cópia de novos arquivos para as partições (**Testes Grupo 3**).

Portando para partições formatadas o extundelete não conseguiu recuperar arquivo algum, devido à criação de um novo *journal* neste processo. Porém, quanto aos **Testes Grupo 3**, outras simulações podem ser feitas utilizando-se, por exemplo, partições maiores e/ou copiando uma quantidade menor de arquivos para a mesma, a fim de testar o extundelete em outros cenários, avaliando assim sua eficiência em ambientes diferentes.

Já o Foremost e o Photorec trabalham de forma similar. Eles procuram por assinaturas de arquivos no disco (estruturas internas dos arquivos) e tentam recuperá-los, independente das informações contidas no *journal* (*data carving*).

Em todos os testes, o Photorec teve uma regularidade em seus resultados, tanto para sistemas de arquivos ext3 quanto ext4. Das imagens encontradas por esta ferramenta, todas estavam íntegras.

Já o Foremost, principalmente em partições ext3, encontrou muitos arquivos corrompidos. Contudo, em ext4 teve um resultado superior ao Photorec. Em geral, tanto o Foremost quanto o Photorec tiveram desempenho melhor quando utilizados em sistemas de arquivos ext4 em detrimento ao ext3.

## 7 | CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou de forma prática os resultados dos testes entre três ferramentas de recuperação de dados, extundelete, Foremost e Photorec, para sistemas de arquivos ext3 e ext4. Para isso, três ambientes de teste foram criados em quatro partições virtuais, duas com sistema de arquivos ext3 e as outras duas com ext4.

O autor conseguiu cumprir com o objetivo inicial do trabalho, avaliando as três ferramentas no cenário utilizado e apresentado seus resultados. Conseguiu também, o autor, demonstrar que é possível, através de programas *open source*, e custo zero, ferramentas com resultados satisfatórios, seja para usuários ou mesmo profissionais na área.

Como trabalhos futuros, pode-se testar as mesmas ferramentas aqui demonstradas em outros sistemas de arquivos, como o recente Btrfs por exemplo. Como alternativa, pode-se também avaliar outros programas de recuperação de dados nas mesmas situações apresentados ou testar outros tipos de arquivos e não somente imagens.

## REFERÊNCIAS

COSTA, R. P.; FAVA S. L. Informática forense: formato de imagens fotográficas digitais e seus reflexos na análise pericial. In: ICCyber – Conferencia internacional de perícias em crimes cibernético, 1, 2004, Brasília/DF - Brasil. **Anais...** SAIS Quadra 07, Lote 21, Ed. INC/DPF: Editora DPF – Departamento de Polícia Federal, 2004. p. 230-236.

CROSS, M. Acquiring Data, Duplicating Data, and Recovering Deleted Files. In: \_\_\_\_\_. **Scene of the Cybercrime**. 2ª Edição. Syngress Publishing, Inc, 2008, Burlington, MA, USA. cap. 7, p. 315.

DIEDRICH, O. the e2undel home page. Disponível em: <<http://e2undel.sourceforge.net/>>. Acesso em: 14 de jun. de 2014.

FICHERA, J.; BOLT, S. Volatile Data Analysis. In: \_\_\_\_\_. **Network Intrusion Analysis: Methodologies, Tools and Techniques for Incident Analysis and Response**. Syngress Publishing, Inc, 2013, 225 Wyman Street, Waltham, MA, USA. cap. 4, p. 95.

KUMAR, A.; CAO, M.; SANTOS, J.; DILGER, A. Ext4 block and inode allocator improvements. In: Proceedings of the 2008 Ottawa Linux Symposium, 2008, Ontario, Ottawa, Canadá . **Anais... Ottawa: Linux Symposium**. Disponível em: <<https://ols.fedoraproject.org/OLS/Reprints-2008/kumar-reprint.pdf>>. Acesso em: 14 de jun. de 2014.

PETERSEN, R. Part 3: Devices and File Systems. In: \_\_\_\_\_. **Red Hat Enterprise Linux 5: Administration, Security, Desktop**. Surfing Turtle Press. 2008. p. 312.

RED HAT, INC. **Red Hat Enterprise Linux 3: Guia de Administração do Sistema**. Disponível em: <[http://web.mit.edu/rhel-doc/3/rhel-sag-pt\\_br-3/ch-ext3.html](http://web.mit.edu/rhel-doc/3/rhel-sag-pt_br-3/ch-ext3.html)>. Acesso em: 14 de jun. de 2014.

TANENBAUM, A. S.; WOODHULL, A. S. Sistemas de arquivos. In: \_\_\_\_\_. **Sistemas operacionais projeto e implementação**. 2ª Edição. Porto Alegre/RS Brasil: ARTMED EDITORA S/A. 2000. cap. 5. p. 271-272.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Ernane Rosa Martins** - Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>

## ÍNDICE REMISSIVO

### B

Big data 76, 77

### C

Computação 2, 5, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 65, 67, 92, 112, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 124, 127, 168, 169

Computação vestível 67

Comunicação 39, 42, 68, 75, 148, 154

Conhecimento 52, 53, 58, 59, 60, 61, 62, 70, 76

### D

Dispositivos 35

### E

Ensino 34, 35, 37, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 107, 125, 127

### G

Gestão do conhecimento 63

### I

Informação 39, 52, 53, 56, 57, 58, 61, 63, 76, 89, 90, 91, 148, 154, 168

Internet 5, 7, 21, 22, 43, 57, 58, 92, 105, 106, 107, 112, 113, 115, 132

Internet das coisas 5

### M

Monitoramento 135

### O

Organização do conhecimento 54

### P

Programação 43, 168

### R

Recuperação de dados 24

Redes 21, 43, 130, 131, 137, 141, 148, 153, 154

### S

Sistemas de arquivos 24, 33

### T

Tecnologia 57, 60, 75, 112, 143, 148, 149, 154, 168

Testes 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 122

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-488-7

